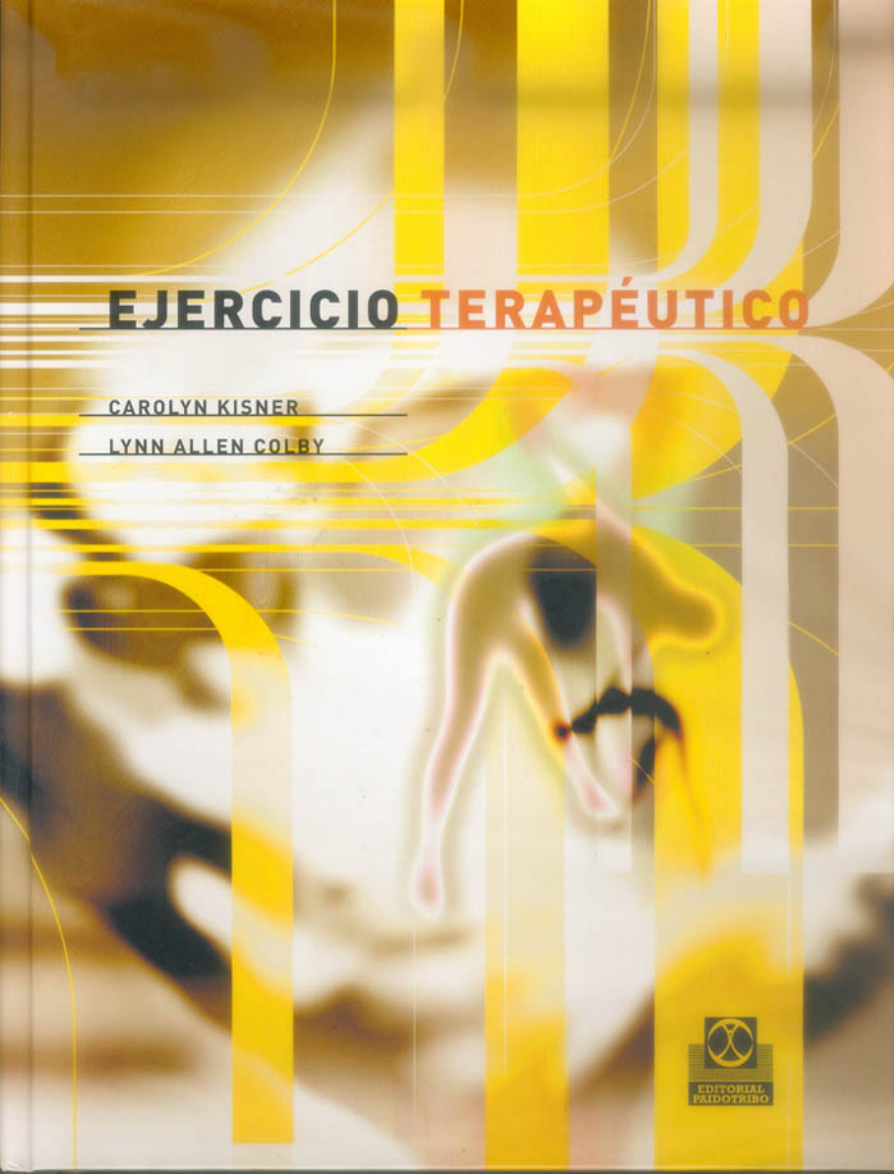
EJERCICIO TERAPÉUTICO

CAROLYN KISNER

LYNN ALLEN COLBY



EDITORIAL PAIDOTRIBO

Ejercicio terapéutico

Fundamentos y técnicas

Carolyn Kisner
Lynn Allen Colby

EDITORIAL PAIDOTRIBO

A medida que se va disponiendo de nueva información científica merced a la investigación básica y clínica, los tratamientos y farmacoterapias recomendados van experimentando cambios. Los autores y la editorial han hecho todo lo posible para que este libro sea exacto y esté al día según las normas aceptadas en el momento de la publicación. Autores, redactores y editor no son responsables de los errores, omisiones o consecuencias de la aplicación de este libro, y no ofrecen ninguna garantía, expresa o implícita, sobre el contenido del libro. Cualquiera de las prácticas descritas en él debe aplicarlas el lector de acuerdo con las normas de su profesión sobre asistencia y con las circunstancias únicas propias de cada situación. Se recomienda siempre al lector que compruebe la información sobre los productos (prospectos) por si hubiera cambios o información nueva sobre las dosis y contraindicaciones antes de administrar cualquier fármaco. Se recomienda prudencia sobre todo cuando se utilicen fármacos nuevos o de uso infrecuente.

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del *copyright*, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

© F. A. Davis, 1996
Filadelfia, Pensilvania, EE.UU.

Título original: Therapeutic exercise. Foundation and Techniques

Traducción: Pedro González del Campo Román

Director de colección y revisión técnica: Antoni Cabot Hernández

Diseño cubierta: David Carretero

© 2005, Carolyn Kisner
Lynn Allen Colby
Editorial Paidotribo
Consejo de Ciento, 245 bis, 1.º 1.ª
08011 Barcelona
Tel.: 93 323 33 11 – Fax: 93 453 50 33
http: //www.paidotribo.com
E-mail: paidotribo@paidotribo.com

Primera edición:
ISBN: 84-8019-788-9
Fotocomposición: Editor Service, S.L.
Diagonal, 299 – 08013 Barcelona
Impreso en España por Sagrafic

A Jerry, Craig y Jodi

CK

A Rick

LC

A nuestros padres, que siempre nos han apoyado, a nuestros estudiantes, que tanto nos han enseñado, y a nuestros compañeros, que han sido de gran ayuda y estímulo para nuestro crecimiento profesional

LC *y* CK

Agradecimientos

Además de a todos los que prestaron su ayuda en las ediciones anteriores, queremos dar las gracias a las siguientes personas por su contribución a esta revisión:

Terri Marble Glenn, por su revisión del capítulo 4, "Principios del ejercicio aeróbico".

Adam, Mike y Jodi, por el tiempo dedicado, la paciencia y buen humor en las sesiones de pose para las fotografías de la tercera edición, y a Carolyn Burnett por poner de nuevo a nuestro servicio su destreza fotográfica.

A la plantilla de F. A. Davis: Juan-François Vilain, Crystal McNichol, Herb Powell, Jr., Bob Butler, Steve Morrone y Roberta Massey.

Colaboradores

Carolyn N. Burnett, MS, PT
Associate Professor Emeritus
Ohio State University
School of Allied Medical Professions
Physical Therapy Division
Columbus, Ohio

Terri M. Gleen, PhD, PT
Lecturer
Ohio State University
School of Allied Medical Professions
Physical Therapy Division
Columbus, Ohio

Cathy J. Konkler, BS, PT
Licking Rehabilitation Services, Inc.
Newark, Ohio

Índice

Prefacio a la 3ª edición en inglés 13
Prefacio a la 1ª edición en inglés 15

PARTE I
Conceptos y técnicas generales 17

Capítulo 1
Introducción al ejercicio terapéutico..... 19

I. Método para la evaluación del paciente y el desarrollo del programa, 19
II. Objetivos del ejercicio terapéutico, 26
III. Resumen, 33

Capítulo 2
Amplitud del movimiento (movilidad)..... 35

I. Definiciones de los ejercicios de la amplitud del movimiento, 36
II. Indicaciones y objetivos de los ejercicios de movilidad, 36
III. Limitaciones de la amplitud del movimiento, 37
IV. Precauciones y contraindicaciones para los ejercicios de movilidad, 37
V. Procedimientos para aplicar las técnicas de la amplitud del movimiento, 38
VI. Técnicas para la movilidad articular y muscular empleando los planos anatómicos de movimiento, 38
VII. Técnicas para la movilidad empleando los patrones combinados de movimiento, 49
VIII. Técnicas para la movilidad empleando autoasistencia y asistencia mecánica, 49
IX. Movimiento pasivo continuado, 57
X. Amplitud del movimiento mediante patrones funcionales, 57
XI. Resumen, 58

Capítulo 3
Ejercicio resistido (cinesiterapia activa)..... 61

I. Definición del ejercicio resistido, 62
II. Objetivos e indicaciones del ejercicio resistido, 62
III. Precauciones y contraindicaciones para el ejercicio resistido, 63
IV. Tipos de ejercicio resistido, 67
V. Ejercicio resistido manualmente, 73
VI. Técnicas de ejercicio resistido manualmente, 75
VII. Ejercicio resistido mecánicamente, 81
VIII. Regímenes específicos de ejercicio, 86
IX. Empleo de equipamiento para el ejercicio resistido, 89
X. Resumen, 98

Capítulo 4
Principios del ejercicio aeróbico..... 103

I. Términos clave, 104
II. Sistemas de energía, gasto de energía y eficiencia, 106
III. Respuesta fisiológica al ejercicio aeróbico, 108
IV. Pruebas como base para los programas de ejercicio, 109
V. Determinantes de un programa de ejercicio, 112
VI. El programa de ejercicio, 114
VII. Cambios fisiológicos que se producen con el entrenamiento, 116
VIII. Aplicación de los principios de un programa de preparación física aeróbica para pacientes con enfermedad coronaria, 117

IX. Aplicaciones clínicas generales del entrenamiento aeróbico, 120
X. Diferencias por la edad, 122
XI. Resumen, 125

Capítulo 5
Estiramiento 127

I. Definición de los términos relacionados con el estiramiento, 128
II. Propiedades de los tejidos blandos que afectan a la elongación, 130
III. Métodos terapéuticos para elongar los tejidos blandos, 136
IV. Indicaciones y objetivos del estiramiento, 140
V. Procedimientos para aplicar estiramiento pasivo, 140
VI. Inhibición y relajación, 141
VII. Precauciones y contraindicaciones, 144
VIII. Técnicas de estiramiento que usan los planos anatómicos de movimiento, 145
IX. Resumen, 154

Capítulo 6
Movilización pasiva articular de la periferia 159

I. Definiciones de movilización pasiva articular, 160
II. Conceptos básicos del movimiento articular: artrocinemática, 160
III. Indicaciones para la movilización pasiva articular, 164
IV. Limitaciones de las técnicas de movilización pasiva articular, 165
V. Contraindicaciones y precauciones, 165
VI. Procedimientos para aplicar las técnicas de movilización articular, 166
VII. Técnicas de movilización de las articulaciones de la periferia, 171
VIII. Resumen, 197

PARTE II
Aplicación de las técnicas de ejercicio terapéutico a las regiones corporales 199

Capítulo 7
Principios del tratamiento de los problemas posquirúrgicos, óseos y de los tejidos blandos 201

I. Lesiones de los tejidos blandos, 201
II. Estadios de la inflamación y reparación: descripciones generales, 203
III. El estadio agudo: pautas generales del tratamiento, 206
IV. El estadio subagudo: pautas generales del tratamiento, 209
V. El estadio crónico: pautas generales del tratamiento, 211
VI. Dolor recidivante crónico-Inflamación crónica: pautas generales del tratamiento, 214
VII. Artritis reumatoide: pautas generales del tratamiento, 216
VIII. Artrosis: pautas generales del tratamiento, 218
IX. Fracturas: pautas generales del tratamiento, 220
X. Cirugía, 221
XI. Resumen, 227

Capítulo 8
El hombro y la cintura escapular 231

I. Revisión de la estructura y función del hombro y la cintura escapular, 231
II. Problemas articulares: tratamiento conservador, 235
III. Cirugía de la articulación glenohumeral y tratamiento postoperatorio, 241
IV. Síndromes doloros del hombro, 244
V. Luxaciones de hombro, 251
VI. Síndrome del plexo braquial, 255
VII. Distrofia simpática refleja, 256
VIII. Técnicas de ejercicio para el tratamiento de las lesiones agudas y subagudas iniciales de los tejidos blandos, 257
IX. Técnicas de ejercicio para el tratamiento de los desequilibrios entre la fuerza y la flexibilidad musculares en los problemas subagudos y crónicos del hombro, 260
X. Resumen, 272

Capítulo 9
El complejo del codo y el antebrazo 277

I. Revisión de la estructura y función del codo y el antebrazo, 277
II. Problemas articulares: tratamiento conservador, 280
III. Cirugía articular y tratamiento postoperatorio, 282
IV. Miositis osificante, 284
V. Síndromes por uso excesivo: síndromes por traumatismos repetitivos, 285
VI. Ejercicios para los desequilibrios de la fuerza y flexibilidad de los músculos, 288
VII. Resumen, 291

Capítulo 10
La muñeca y la mano 293

I. Revisión de la estructura y función de la muñeca y la mano, 293
II. Problemas articulares: tratamiento conservador, 298
III. Cirugía articular y tratamiento postoperatorio, 302
IV. Síndromes por traumatismos repetitivos/síndromes por uso excesivo, 308
V. Lesiones traumáticas de la mano, 310

VI. Ejercicios para los desequilibrios entre la fuerza y la flexibilidad musculares, 314
VII. Resumen, 317

Capítulo 11
La cadera 319

I. Revisión de la estructura y función de la cadera, 319
II. Problemas articulares: tratamiento conservador, 324
III. Cirugía articular y tratamiento postoperatorio, 325
IV. Fracturas de la porción proximal del fémur y tratamiento postoperatorio, 329
V. Síndromes por uso excesivo/por traumatismos repetitivos: tratamiento conservador, 330
VI. Ejercicios para los desequilibrios de la fuerza o la flexibilidad musculares, 332
VII. Resumen, 340

Capítulo 12
La rodilla 343

I. Revisión de la estructura y función de la rodilla, 343
II. Problemas articulares y restricciones capsulares: tratamiento conservador, 346
III. Cirugía articular y tratamiento postoperatorio, 349
IV. Disfunción femororrotuliana: tratamiento conservador, 353
V. Cirugía femororrotuliana y del aparato extensor. Tratamiento postoperatorio, 356
VI. Esguinces y desgarros ligamentarios menores, 360
VII. Roturas de menisco, 366
VIII. Ejercicios para los desequilibrios de la fuerza y flexibilidad de los músculos, 369
IX. Resumen, 378

Capítulo 13
El tobillo y el pie 383

I. Revisión de la estructura y función del tobillo y el pie, 383
II. Problemas articulares: tratamiento conservador, 388
III. Cirugía articular y tratamiento postoperatorio, 390
IV. Síndromes por uso excesivo/síndromes por traumatismos repetitivos, 393
V. Lesiones traumáticas de los tejidos blandos, 394
VI. Ejercicios para los desequilibrios de la fuerza y la flexibilidad de los músculos, 398
VII. Resumen, 402

Capítulo 14
La columna vertebral: problemas agudos 405

I. Revisión de la estructura y función de la columna vertebral, 406
II. Pautas generales para el tratamiento de los síntomas agudos, 411
III. Discos intervertebrales y lesiones por cargas en flexión, 413
IV. Lesiones de las articulaciones cigapofisarias de la columna, 421
V. Lesiones musculares y de los tejidos blandos: distensiones, desgarros y contusiones por traumatismos o uso excesivo, 425
VI. Afecciones seleccionadas, 427
VII. Resumen, 430

Capítulo 15
La columna vertebral: problemas subagudos, crónicos y posturales 433

I. Dinámica de la postura, 434
II. Características y problemas de las alteraciones posturales más frecuentes, 435
III. Procedimientos para aliviar el dolor por estrés y tensión muscular, 442
IV. Procedimientos para aumentar la amplitud del movimiento de estructuras específicas, 443
V. Procedimientos para entrenar y fortalecer la función muscular y desarrollar la resistencia para conseguir el control postural (ejercicios de estabilización), 448
VI. Procedimientos para reeducar la conciencia cinestésica y propioceptiva con el fin de corregir posturas, 462
VII. Procedimientos para enseñar el tratamiento de la postura y evitar recidivas del problema, 464
VIII. Resumen, 465

Capítulo 16
La columna vertebral: procedimientos de tracción 467

I. Efectos de la tracción vertebral, 467
II. Definiciones y descripciones de tracción, 469
III. Indicaciones para la tracción vertebral, 470
IV. Limitaciones, contraindicaciones y precauciones, 471
V. Procedimientos generales, 472
VI. Técnicas de tracción cervical, 473
VII. Técnicas de tracción lumbar, 476
VIII. Resumen, 478

PARTE III
Áreas especiales del ejercicio terapéutico 481

Capítulo 17
Principios del ejercicio para pacientes obstétricas 483

I. Revisión del embarazo, el parto y el alumbramiento, 484
II. Cambios anatómicos y fisiológicos del embarazo, 487
III. Patologías inducidas por el embarazo, 489
IV. Efectos del ejercicio aeróbico durante el embarazo, 492
V. Ejercicio durante el embarazo y el puerperio, 493

VI. Parto por cesárea, 502
VII. Embarazo de alto riesgo, 504
VIII. Resumen, 507

Capítulo 18
Tratamiento de los trastornos vasculares de las extremidades 509

I. Trastornos arteriales, 510
II. Trastornos venosos, 515
III. Trastornos linfáticos, 517
IV. Mastectomía, 519
V. Resumen, 523

Capítulo 19
Fisioterapia respiratoria 525

I. Revisión de la estructura y función respiratorias, 526
II. Evaluación en la fisioterapia respiratoria, 531
III. Ejercicios respiratorios, 535
IV. Ejercicios para movilizar el tórax, 542
V. Tos, 544
VI. Drenaje postural, 547
VII. Resumen, 553

Capítulo 20
Tratamiento de las neumopatías restrictivas y obstructivas 557

I. Revisión de la neumopatía obstructiva, 557
II. Neumopatía obstructivas específicas, 559
III. Revisión de los trastornos pulmonares restrictivos, 565
IV. Neumopatías restrictivas específicas, 566
V. Resumen, 572

Capítulo 21
Análisis crítico de los programas de ejercicio 575

I. Diseño de un programa de ejercicio: ¿Por qué el ejercicio?, 576
II. Establecimiento de un punto de referencia con el cual medir la mejora, 576
III. Establecimiento de objetivos realistas, 580
IV. Resumen, 586

Glosario 587

Índice de materias 599

Prefacio a la tercera edición en inglés

Durante los últimos cinco años hemos sido testigos de muchos cambios en la asistencia sanitaria. A pesar de que el interés se haya centrado en mejorar la funcionalidad, la necesidad de documentar la eficacia del tratamiento en lo que se refiere a la respuesta funcional ha tenido un profundo impacto sobre la forma en que los terapeutas toman decisiones sobre las intervenciones terapéuticas. Hemos tratado de reflejar dichas tendencias en esta edición de E*jercicio terapéutico*, pero manteniendo la intención y presentación originales del libro, que no eran otras que fundar las bases conceptuales y técnicas sobre las cuales erigir los planes individuales de ejercicio. También hemos actualizado la información de las investigaciones modernas sobre ejercicio y rehabilitación postoperatorios de muchas afecciones del sistema locomotor, y se ha subrayado la importancia de los ejercicios ideados para mejorar la estabilidad en las actividades funcionales. Se han añadido dibujos sobre los ejercicios de estabilización y en cadena cinética cerrada para visualizar la aplicación de las técnicas. Las principales áreas en las que se han introducido cambios en esta tercera edición son las siguientes:

• Inclusión en el capítulo introductorio de una diferenciación de los conceptos de insuficiencia, discapacidad y minusvalía, y un mayor énfasis en la importancia de la ponderación de los resultados funcionales reflejados en el perfil para la evaluación y valoración previas.

• Desplazamiento del capítulo sobre ejercicio aeróbico (capítulo 4) de la sección especial a la primera sección para subrayar la importancia que tienen la preparación y resistencia físicas aeróbicas en el entrenamiento para la mejora general de la capacidad funcional.

• Desarrollo de información general sobre síndromes traumáticos repetitivos, y aumento de la información sobre síndromes corrientes en los capítulos respectivos dedicados a las extremidades y la columna vertebral.

• Expansión de los conceptos y el material sobre ejercicios relacionados funcionalmente, como los ejercicios pliométricos, en cadena cinética cerrada y de estabilización, al tiempo que se conserva la necesidad de la preparación y reeducación selectivas de los músculos mediante ejercicios en cadena cinética abierta seguros y apropiados.

• Reorganización de los ejercicios dedicados a las extremidades de modo que, después de una sección breve en la que se procede a la revisión de la cinesiología, las secciones siguientes presentan primero una exposición sobre la afección, seguida de un plan de tratamiento conservador, al cual le sucede de inmediato una intervención quirúrgica y el plan del tratamiento postoperatorio de la misma afección. La sección final de cada capítulo describe y ejemplifica con ejercicios y progresiones que pueden emplearse para cubrir los objetivos de los planes de tratamiento de cada región articular. Creemos que esta organización ofrecerá mayor continuidad al material.

• Reorganización de los capítulos dedicados a la columna vertebral de modo que, después de la revisión de la cinesiología, el tratamiento de las afecciones agudas precede al tratamiento de los problemas posturales y subagudos. Los principios de la mejora de la estabiliza-

ción vertebral se integran en los ejercicios tradicionales para que el lector pueda reconocer el propósito y valor de cada tipo de ejercicio a la hora de diseñar los programas para el tratamiento y la rehabilitación funcional. Quienes estén familiarizados con la primera o la segunda edición de este libro se darán cuenta de la exclusión del capítulo dedicado a la escoliosis. El material pertinente sobre esta afección se ha incluido en el capítulo 15 dedicado al tratamiento de los problemas vertebrales.

• Revisión y expansión del capítulo 17 "Principios del ejercicio para pacientes obstétricas" con el fin de incluir las tendencias sobre el ejercicio aeróbico prenatal que respaldan investigaciones recientes así como el informe del American College of Obstetricians and Gynecologists.

• Actualización de la información de todos los capítulos para reflejar el estado de la investigación reciente.

Sigue siendo nuestra intención ofrecer a estudiantes y médicos las bases para crear programas imaginativos y adecuados de ejercicio terapéutico, y esperamos que la información actualizada y la reorganización del contenido de esta tercera edición sigan sirviendo a este propósito.

Prefacio a la primera edición en inglés

El ejercicio terapéutico es una de las herramientas clave que los fisioterapeutas tienen a su alcance para restablecer y mejorar el bienestar cardiopulmonar o musculoesquelético de los pacientes. Los terapeutas precisan conocimientos y destrezas que les sirvan para el tratamiento de la mayoría de los problemas dentro de su jurisdicción. Después se pueden apoyar en los conocimientos básicos y adentrarse en áreas especiales según dicten los intereses y pacientes. Este libro se ha concebido para sentar las bases de unos principios y técnicas de ejercicios adecuados que se basan en los principios actuales para su empleo como herramienta útil de estudiantes en aulas y laboratorios. También sirve como libro de consulta por todos los terapeutas y otros profesionales que recurran al ejercicio en el ámbito clínico. Este libro trata todos los métodos básicos de ejercicio para afecciones articulares, musculares, cardiopulmonares y partes blandas, aunque no aborda el tema de las técnicas de facilitación neuromuscular, dado que hay muchos y excelentes manuales que tratan específicamente los problemas y métodos de tratamiento de pacientes con afecciones neurológicas. También se ha excluido cierto número de técnicas avanzadas de terapia musculoesquelética, como la movilización y manipulación de la columna vertebral, así como la manipulación de las extremidades.

Con este libro se brinda al lector la oportunidad de elegir las técnicas de ejercicio de acuerdo con los problemas que presenta el paciente y los objetivos del tratamiento, y no con el diagnóstico. Este libro no es un recetario de ejercicios y protocolos para cada afección, dado que creemos que aprender el *cómo*, pero no el *porqué* ni el *cuándo* aplicar las técnicas de ejercicios no sirve a los intereses de los pacientes. La obra se divide en tres secciones principales que sientan las bases de los fundamentos del *cómo*, así como de las razones del *cuándo* y el *porqué* del ejercicio terapéutico.

En la primera parte, el capítulo inicial comienza reuniendo información sobre un método básico para la evaluación y desarrollo de un programa mediante un método simplificado para la resolución de problemas, y se resumen los objetivos típicos de la intervención con ejercicio terapéutico. Los cuatro capítulos restantes de la primera parte describen las razones y técnicas del ejercicio terapéutico, como la amplitud del movimiento, los procedimientos de fortalecimiento, el estiramiento de los tejidos blandos, las técnicas de relajación y las técnicas de movilización articular periférica.

La segunda parte presenta información sobre cuándo aplicar las técnicas de ejercicio terapéutico. La sección se inicia con el capítulo 6, donde la información comprende las lesiones de las partes blandas, el proceso de reparación y los típicos problemas clínicos. Los objetivos del tratamiento y el plan general de atención médica, basados en los problemas clínicos, se emplean para resumir cada estadio de la curación así como las afecciones de la artritis reumatoide, la artrosis, el tratamiento posfractura y las intervenciones quirúrgicas.

Los capítulos restantes de la segunda parte están pensados para el cumplimiento de tres propósitos. El primer propósito es la revisión de la anatomía, la mecánica articular y la función muscular de las regiones corporales tratadas. Este material se ha incluido para que el lector

repase los hechos importantes necesarios para diseñar ejercicios que restablezcan las relaciones biomecánicas y anatómicas normales. El segundo propósito es presentar los métodos de tratamiento para el cuidado de las articulaciones, tejidos blandos y problemas vasculares en la región del cuerpo que se esté tratando. La presentación no es completa pero abarca suficientes problemas como para sentar las bases del tratamiento. La información no aparece en forma de protocolo, sino como pautas de lo que hay que tener en cuenta en el tratamiento. El estado y respuesta del paciente a la evaluación deben ser factores decisivos en la elección de las técnicas. Dentro de cada capítulo se describen técnicas adicionales de ejercicio exclusivas para cada región. El tercer propósito es incluir información sobre el tratamiento con ejercicio terapéutico de los procedimientos quirúrgicos normales. Para la información formativa se expone una revisión breve de una serie de procedimientos quirúrgicos. Se ofrece una bibliografía amplia sobre descripciones detalladas de los procedimientos quirúrgicos para quienes quieran profundizar en su estudio. Se hace hincapié en el empleo del ejercicio terapéutico para el tratamiento postoperatorio subrayando las pautas, precauciones y progresión del plan de asistencia.

La tercera parte comprende los principios y técnicas del ejercicio terapéutico en las áreas especiales de la fisioterapia respiratoria y el ejercicio aeróbico. El capítulo de conclusión practica un análisis de los programas de forma física.

Creemos en el método integrado utilizado en este libro, que se decanta por la identificación de los problemas de los pacientes mediante una evaluación experta y que establece unas metas realistas basadas en los problemas para luego decidir un plan de asistencia que cubra los objetivos y haga menos hincapié en los tratamientos de recetario. Este formato plantea a los terapeutas el establecimiento de programas de ejercicio creativos que cubran mejor las necesidades de cada paciente. El método va más allá del quehacer técnico y convierte al terapeuta en un elemento pensante con un papel activo en la asistencia sanitaria.

Parte

I

Conceptos y técnicas generales

Capítulo

1

Introducción al ejercicio terapéutico

El objetivo final de cualquier programa de ejercicio terapéutico es conseguir movimientos y funcionalidad asintomáticos. Para administrar con eficacia ejercicio terapéutico a los pacientes, los terapeutas deben conocer los principios y efectos básicos del ejercicio sobre los sistemas locomotor, neuromuscular, cardiovascular y respiratorio. Además, los terapeutas deben poder realizar una evaluación funcional del paciente y conocer las interrelaciones de la anatomía y la cinesiología de la parte, así como la comprensión del estado de la lesión, de la enfermedad o del procedimiento quirúrgico y su índice potencial de recuperación, las complicaciones, las precauciones y las contraindicaciones. El contenido de este libro se presenta dando por supuesto que el lector tiene conocimientos de anatomía, fisiología, cinesiología médica y procedimientos de evaluación (incluida la evaluación de las posturas, mediciones goniométricas, métodos manuales y mecánicos de la prueba muscular, procedimientos para una evaluación sistemática del sistema locomotor, y la prueba del resultado funcional), y que el lector posee información básica sobre la patología de las enfermedades médicas del sistema locomotor, cardíacas y pulmonares.

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, el lector podrá:

1. Presentar un método sistemático de evaluación del paciente basado en el pensamiento crítico para el proceso de toma de decisiones en la identificación de deficiencias, limitaciones funcionales y discapacidades.

2. Identificar la secuencia del desarrollo del programa basado en objetivos definidos operacionalmente, en el resultado funcional deseado y en el plan de asistencia para cubrir los objetivos.

3. Describir los objetivos básicos del ejercicio terapéutico y definir la terminología afín.

I. Método para la evaluación del paciente y el desarrollo del programa

La calidad de la asistencia a los pacientes requiere un proceso destinado a resolver problemas por medio del cual el terapeuta toma decisiones eficaces basadas en los síntomas, signos y limitaciones identificados cuando se evalúa y vuelve a evaluar al paciente. Dicho así, es un arco de retroalimentación (fig. 1-1) compatible con modelos de toma de decisiones clínicas. [25,26,42,65] La evaluación exhaustiva del paciente no sólo evita el peligro de pasar por alto algún factor concurrente importante y permite definir las limitaciones funcionales del paciente, sino que también influye en las decisiones importantes sobre el desarrollo del programa de tratamiento. [12,42] Esta sección hace hincapié en un proceso de evaluación de los problemas ortopédicos y afines. Remitimos al lector a distintas fuentes para un estudio en profundidad de los procedimientos y técnicas de evaluación [3,9-11,34,35,41,46,48] y pa-

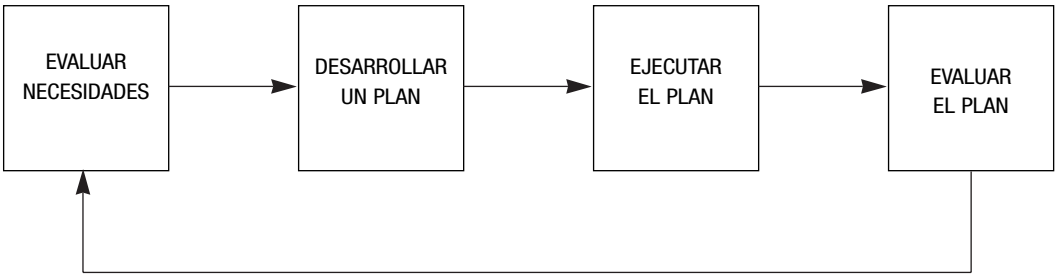


Figura 1.1. Curva de retroalimentación simplificada que muestra un método para resolver problemas en la asistencia al paciente. (De Pierson, Nurnett y Kisner,[49] reproducido con autorización.)

ra la discusión del papel del fisioterapeuta en el diagnóstico [12,24,33,42,51,53,65] y el informe del resultado funcional. [25,26,58]

A. Evaluación de las necesidades

El primer paso consiste en evaluar las necesidades del paciente. Para proporcionar atención de calidad en términos de coste y eficacia en el ámbito de la asistencia sanitaria actual, es crítico medir las necesidades atendiendo a las deficiencias del paciente así como a las limitaciones funcionales y las discapacidades y minusvalías resultantes empleando unas **medidas del resultado** objetivos, que se definan claramente como actividades mensurables.[3,6,25] **Deficiencia** (deterioro) es cualquier pérdida o anomalía de las estructuras o funciones psicológicas, fisiológicas y anatómicas.[30] Limita o cambia la capacidad individual para realizar una tarea o actividad. La **limitación funcional**[24,44] es una limitación generada por una deficiencia que no es discapacitadora aunque interfiere su función normal; la **discapacidad** supone incapacidad para realizar las actividades de la vida diaria (AVD) con normalidad, y la **minusvalía** es la desventaja social debido a una deficiencia o discapacidad que impide o limita a la persona en su trabajo o ámbitos personal o social[30] (estos términos se describen con mayor detalle en la sección sobre evaluación, A.3.)

La exploración y evaluación de los resultados proporcionan las bases para establecer un punto de referencia con el cual medir los resultados de la intervención terapéutica. El siguiente perfil integra métodos para reunir datos e identificar las deficiencias y limitaciones funcionales o discapacidades de pacientes con dificultades locomotoras. La exposición de las minusvalías queda fuera del alcance de este libro de texto.

Hay muchas técnicas de exploración básica y sistemas de evaluación funcional.[3,8,9,10,20,34,35,41,48] En los últimos años, se han hecho intentos por documentar la validez y fiabilidad de muchas de las técnicas y procedimientos de las pruebas.[3] También hay necesidad de validar las pruebas y procedimientos por lo que respecta al resultado funcional. Esta necesidad de validez ha afectado a la forma en que se desarrollan y miden los objetivos y planes de tratamiento. Además de evaluar las necesidades del paciente, también hay que evaluar las necesidades del profesional y/o empleado a medida que se interpretan los resultados de la evaluación.[25] Aunque sigue siendo muy empleada la documentación con formato SOAP[16] (subjective/objective/assessment/plan = subjetivo/objetivo/evaluación/plan), algunas fuentes consideran que se está quedando obsoleto ante el informe del resultado funcional.[58] Es importante el proceso de obtención de información subjetiva y datos objetivos para documentar el nivel funcional básico y los cambios posteriores, con independencia del sistema que se emplee.

1. Información subjetiva (anamnesis)

Hacer preguntas para que el paciente:

a. Describa el momento de aparición de los síntomas o el mecanismo de la lesión.

(1) Determinar si los síntomas son recientes, recurrentes o insidiosos.

(2) Determinar si existen circunstancias que perpetúen el caso.

b. Describa la percepción de los síntomas.

(1) Establecer la localización, tipo y naturaleza del dolor o los síntomas.

(2) Determinar si el dolor y los síntomas se ajustan a un patrón relacionado con las zonas segmentarias de referencia, los patrones de las raíces nerviosas o patrones extrasegmentarios de referencia como la referencia dural, los patrones de dolor miofascial, los patrones de los nervios periféricos o el dolor circulatorio.

c. Describa el comportamiento de los síntomas durante un período de 24 horas al tiempo que realiza las actividades de la vida diaria.

(1) Identificar los movimientos o posturas que causan o alivian los síntomas.

(2) Determinar la gravedad o limitación funcional del problema. El paciente describe las limitaciones funcionales en relación con la vida diaria, el trabajo, la familia y las actividades sociales y recreativas.

(3) Determinar lo irritable que es el problema y la facilidad con que se evocan los síntomas y su duración.

d. Describa cualquier antecedente personal de la afección. Descubra si se ha sometido a tratamiento con anterioridad y los resultados de dicho tratamiento.

e. Describa antecedentes personales como alguna intervención médica o quirúrgica.

f. Describa brevemente su salud general, los medicamentos que toma y los estudios radiológicos o de otro tipo pertinentes que se hayan realizado. Identifique cualquier afección médica que pueda alertar con el fin de adoptar precauciones especiales o ante contraindicaciones para cualquier prueba que se vaya a realizar.

2. Datos objetivos (la evaluación clínica)

Administrar sistemáticamente pruebas que definan la **deficiencia** [la(s) estructura(s) anatómica(s) y el posible estado fisiológico] y las **limitaciones funcionales** del paciente.

a. Inspección

Hacer observaciones sobre el aspecto y las capacidades básicas:

(1) Empleo de ayudas de adaptación y apoyo.

(2) Postura general y postura específica de las partes corporales implicadas como alteraciones del contorno, hinchazón, atrofia, hipertrofia y asimetría.

(3) Aspecto de la piel, como cicatrices y decoloración.

(4) Patrones de deambulación, bipedestación y sedestación, facilidad general de los movimientos, coordinación, equilibrio y capacidad para desvestirse para la evaluación. A partir de estos datos y los resultados de la prueba diagnóstica pueden realizarse pruebas más detalladas para documentar las limitaciones funcionales, discapacidades o minusvalías.

b. Provocación: procedimientos de tensión selectiva

Empleo del principio de la tensión selectiva administrando pruebas específicas de modo sistemático para provocar o recrear los síntomas y determinar así si la lesión está en una estructura inerte (cápsula articular, ligamentos, bolsas, fascias, duramadre y vainas durales en torno a las raíces nerviosas) o una unidad contráctil (músculo con sus tendones e inserciones).[10] Se emplean pruebas adicionales de la integridad articular para verificar problemas de la articulación.[34] A partir de estas pruebas resulta posible identificar las fuerzas o tensiones que reproducen o reducen al mínimo los síntomas del paciente, su fase de curación y, en muchos casos, el tejido o tejidos que causan los síntomas; es decir, identificar las deficiencias. Gracias a esta información debe ser posible identificar una relación entre las tensiones de los tejidos y las pérdidas funcionales del paciente. Reducir al mínimo y controlar estas tensiones sobre los tejidos afectados constituye la base del diseño de un programa apropiado de ejercicio terapéutico.

(1) Amplitud del movimiento (ROM = *range of motion*) activa.

Se pide al paciente que mueva en toda la amplitud del movimiento partes del cuerpo relacionadas con los síntomas. Mediante la forma en que el paciente se mueve y el grado de movimiento, se determina si el paciente es capaz y quiere mover esa parte. Como en las estructuras contráctiles e inertes influye el movimiento activo, no se aíslan los problemas específicos. Se repara en cualquier aspecto anormal en el movimiento, cualquier dolor o cambios en la sensación.

(2) Amplitud del movimiento pasiva.

Los mismos movimientos que el paciente realizó de forma activa se repiten pasivamente. Cuando se llega al final de la amplitud, se aplica presión para percibir la resistencia de los tejidos; la presión recibe el nombre de **sobrepresión** y la sensación recibe el nombre de **percepción final**. Con los músculos relajados, sólo se somete a tensión las estructuras inertes. Repárese en si cualquiera de las pruebas evoca los síntomas del paciente.

(a) Medir la ROM (movilidad) y compararla con la ROM activa. Determinar si la limitación sigue un patrón de restricción típico de esa articulación cuando existen problemas articulares. (Estos patrones se describen en el caso de cada articulación periférica en las secciones respectivas sobre los problemas articulares de los capítulos 8 a 13.)

(b) Describir la percepción final (la sensación que el examinador experimenta al final de la amplitud del movimiento cuando se aplica sobrepresión). Decidir si la sensación es suave (relacionada con la compresión o estiramiento de los tejidos blandos), firme (relacionada con el estiramiento de las cápsulas articulares y ligamentos) o dura (relacionada con un bloqueo óseo) o si no existe la percepción final (vacía), porque el paciente no permite que el movimiento llegue al final de la amplitud posible (relacionado con una afección de dolor agudo por la cual el paciente inhibe el movimiento). Decidir si la percepción final es normal o anormal para esa articulación.

Son tipos de percepción final anormales:

– Elástica (bloqueo intraarticular como una rotura de menisco o cartílago articular).

– Rigidez refleja de los músculos (contracción muscular involuntaria como respuesta a un dolor agudo).

– Espasmos musculares (contracción muscular prolongada como respuesta a cambios metabólicos y circulatorios).

– Espasticidad muscular (aumento del tono y contracción musculares como respuesta al influjo del sistema nervioso central).

– Cualquier percepción final distinta de la normal para esa articulación o en una porción distinta a la normal de la amplitud de la articulación que se somete a prueba.

(c) Determinar el estadio de la patología observando el momento en que se experimenta dolor respecto a la amplitud del movimiento. ¿Se experimenta el dolor o la rigidez refleja de la musculatura antes de la percepción final (agudo), al tiempo que la percepción final (subagudo) o después de la aplicación de la sobrepresión (crónico)?

(d) Determinar la *estabilidad* y *movilidad* de la articulación. Registrarlas con los siguientes grados:

Anquilosado	0
Hipomóvil	
Limitación considerable	1
Ligera limitación	2
Normal	3
Hipermóvil	
Ligero aumento	4
Aumento considerable	5
Inestable	6

(e) Repárese en si existe un *arco doloroso*, es decir, el dolor experimentado con el movimiento activo o pasivo en algún punto de la ROM. De ser así, manifiesta que cierta estructura sensible resulta pinzada durante esa porción de la amplitud del movimiento. A veces las estructuras sensibles o dolorosas resultan pinzadas al final de la amplitud, en cuyo caso no se trata del arco doloroso, pese a lo cual se anotará.

(3) Pruebas de integridad articular (movimiento accesorio).

Se trata de pruebas pasivas, que se emplean para descartar o confirmar lesiones articulares o capsulares antes de pasar a las pruebas para lesiones musculares (contráctiles).[27] Las pruebas consisten en:

(a) Distracción.

Se separan las superficies articulares y se aprecia si el dolor aumenta o disminuye, y la facilidad con la cual se distancian los huesos.

(b) Compresión.

Se aproximan las superficies articulares y se aprecia si el dolor aumenta o disminuye. Si el dolor aumenta, la fuerza compresora de la contracción muscular tal vez también aumente el dolor, en cuyo caso se sabe que la fuente del dolor es alguna estructura dentro de la articulación y no una lesión muscular.

(c) Deslizamiento.

Se desliza una de las superficies articulares sobre la otra y se determina la cualidad y cantidad del movimiento articular (la facilidad con la que los huesos se mueven y si el movimiento articular provoca dolor).

(4) Pruebas resistidas.

Se opone resistencia al movimiento de los músculos relacionados para que se contraigan isométricamente en el punto medio de su amplitud con el fin de determinar si existe dolor o reducción de la fuerza en las unidades contráctiles. Las contracciones isométricas en el punto medio de la amplitud se emplean para un movimiento o tensión mínimos sobre las estructuras no contráctiles de la articulación, Inicialmente, las pruebas se realizan con grupos de músculos; luego, si se aprecia algún problema, se aísla y somete a prueba cada uno de los músculos potencialmente implicados.

(a) Una contracción potente y dolorosa muestra un problema en una unidad contráctil (asumiendo que se hayan descartado problemas articulares). Se palpa toda la unidad musculotendinosa para identificar el punto de la lesión.

(b) Una contracción débil e indolora sugiere un desgarro muscular completo, un músculo en desuso o un problema neurológico. Los desgarros musculares presentarán como antecedente un traumatismo en la región. Los músculos en desuso mostrarán por lo general alguna atrofia y probablemente no se localice en un solo músculo. Los problemas neurológicos probablemente mostrarán un patrón de pérdida sensorial, así como debilidad en los músculos relacionados siguiendo un patrón consistente con una raíz nerviosa, plexo o inervación nerviosa periférica.

(c) Una contracción débil y dolorosa suele sugerir algo serio como una lesión activa, una fractura o inflamación. Se relacionará esto con la información de la anamnesis.

(d) Se documentará la fuerza con una prueba muscular mecánica o manual.

(5) Otros análisis musculares.

(a) Determinar la flexibilidad de los músculos biarticulares o poliarticulares.

(b) Relacionar desequilibrios de la longitud y fuerza entre músculos antagonistas.

(c) Pruebas de fuerza, coordinación y función estabilizadora de los músculos estabilizadores o posturales.

c. Palpación

Palpar, si hay oportunidad, estructuras de posible implicación como fuente de problemas. Por lo general, la mejor forma de practicar la palpación es después de las pruebas de provocación con el fin de no aumentar la irritabilidad de las estructuras antes de la prueba. Consta de:

(1) Piel y tejido subcutáneo; apreciar la temperatura, si hay edemas y la textura.

(2) Músculos, tendones e inserciones; repárese en el tono, la sensibilidad dolorosa al tacto, puntos dolorosos y contracturas.

(3) Vainas tendinosas y bolsas; repárese en el dolor a la presión, la textura y las crepitaciones.

(4) Articulaciones; repárese en posibles derrames, puntos de dolor a la presión, cambios de posición o de forma y áreas asociadas como ligamentos.

(5) Nervios y vasos sanguíneos; repárese en la presencia de neuromas y en el pulso.

d. Pruebas neurológicas

Cualquier indicación de debilidad motora o modificación de la sensación hacen que el examinador opte por pruebas específicas para determinar la afectación de nervios, raíces nerviosas o del sistema nervioso central. Evaluar:

(1) Músculos clave.

Determinar la fuerza y los reflejos de los músculos relacionados con niveles vertebrales específicos y con los patrones de los nervios periféricos.

(2) Capacidad motora.

Identificar cualquier déficit del control, equilibrio o coordinación.

(3) Prueba sensorial.

Identificar cambios en la percepción de la temperatura, tacto ligero, presión profunda, discriminación de dos puntos, estereognosia y pérdidas de la propiocepción y afines respecto a los patrones de los nervios periféricos o la médula espinal, o del control del sistema nervioso central. Si hay alguna deficiencia en el sistema nervioso central, se someterá a prueba la percepción corporal de las extremidades y el tronco, la percepción espacial y la percepción del alineamiento vertical.

(4) Tronco nervioso.

Determinar si hay dolor al aplicar presión o estirar el plexo nervioso.

(5) Integridad del par craneal si estuviera indicado.

(6) Integración y control corticales si estuviera indicado.

Identificar reacciones asociadas anormales, sinergias, sincinesia o reflejos posturales, de enderezamiento o protectores.

e. Pruebas adicionales

(1) Pruebas especiales, exclusivas del tejido específico de cada región, se realizan si es necesario para confirmar o descartar las estructuras en cuestión.

(2) Identificar el estado cardiovascular con mediciones de la capacidad aeróbica o la integridad circulatoria.

(3) Si estuviera indicado, determinar la capacidad respiratoria con auscultación, patrón respiratorio, frecuencia y ritmo respiratorios, capacidad para toser, capacidad vital e índices de flujo, y movilidad torácica.

(4) Tal vez se necesiten pruebas realizadas por médicos u otro personal sanitario para identificar la fuente de los patrones de dolor referido y los trastornos médicos.

NOTA: Hasta este punto, el perfil ha consistido en un método normal para evaluar las lesiones del sistema locomotor para identificar la estructura anatómica implicada y su estadio de inflamación. Además, se harán pruebas para documentar las AVD funcionales o cualquier actividad que restrinja el trabajo, las tareas del hogar o las actividades sociales y recreativas.

f. Pruebas especiales para documentar la limitación funcional y el grado de discapacidad o minusvalía [3,6,41]

Deben realizarse pruebas estandarizadas y de mediciones consistentes basadas en la deficiencia del paciente y las limitaciones descritas. Posibles pruebas:

(1) Observar la deambulación por superficies regulares e irregulares y con cambio de dirección.

(2) Observar los mecanismos corporales y las capacidades relacionadas como encorvar la espalda, ponerse en cuclillas, arrodillarse y flexionarse hacia delante.

(3) Observar cómo el paciente alcanza algo, lo empuja, tira, agarra y levanta del suelo hasta distintos niveles.

(4) Observar cómo lanza una pelota, cómo corre, sube escaleras o se levanta de una silla.

NOTA: Se han creado variedad de pruebas e índices para documentar el estado de AVD, la independencia funcional, el nivel de autoasistencia y el índice de discapacidad. Algunas se han sometido a escrutinio para garantizar su validez y fiabilidad.[3] El terapeuta tiene que tener cuidado y ser responsable; debe emplear pruebas estandarizadas para que la documentación sobre la asistencia al paciente adquiera credibilidad.[59] Queda fuera del alcance de este libro identificar todas las posibles pruebas y sus empleos.

3. Evaluación

Una vez reunidos los datos subjetivos y objetivos sobre los tejidos del paciente y sus capacidades funcionales (discapacidades), la información se integra para determinar la evaluación general del paciente y los problemas que se presentan.

a. Identificar el diagnóstico y las deficiencias.

(1) En el modelo médico, el **diagnóstico** es un término empleado para identificar una enfermedad o patología con signos y síntomas característicos. No todas las limitaciones físicas se producen como resultado de una enfermedad o patología, si bien el término diagnóstico sigue empleándose para identificar limitaciones. El diagnóstico también alude al proceso de hacer juicios sobre la causa o naturaleza del problema de una persona.

(2) Las **deficiencias** limitan o cambian la capacidad individual para realizar una tarea o actividad. La Organización Mundial de la Salud con su Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (CIDDM) ha clasificado las deficiencias como psicológicas, fisiológicas o anatómicas.[30] En algunos casos, las deficiencias se emplean como diagnóstico.

(3) Dentro del campo de la fisioterapia sigue debatiéndose y definiendo el papel del fisioterapeuta en la identificación de deficiencias y en el establecimiento del diagnóstico (o diagnóstico de fisioterapia).[12,24,33,51,53] Los autores de este libro creen que los terapeutas tienen conocimientos para identificar y definir las deficiencias físicas de los sistemas musculoesquelético y neuromuscular, y, por tanto, defendemos el papel de los fisioterapeutas a la hora de diagnosticar limitaciones funcionales y estructurales que afecten a estructuras anatómicas. En la actualidad, no hay un modelo aceptado por todos que abarque todas las posibles interpretaciones y terminologías.[45] Al escribir este libro se entiende que un grupo de trabajo ha

Tabla 1.1. Comparación de la terminología

Terminología[30] de la Clasificación Internacional de Disfunciones, Discapacidades y Minusvalías (CIDDM) de la Organización Mundial de la Salud comparada con el empleo en la literatura sobre fisioterapia[12,24,33,44,45,51,53] y ejemplos de afecciones del aparato locomotor vistas por fisioterapeutas.

CIDDM	Empleo sugerido	Ejemplos del aparato locomotor
Enfermedad Proceso patológico con una característica y una serie identificable de signos y síntomas	***Diagnóstico médico*** Relacionado con patología activa por traumatismo, enfermedad, desequilibrio metabólico, infección	Tendinitis, bursitis, artritis reumatoide, fractura, cirugía, osteoporosis
Deterioro o deficiencia Cualquier pérdida o anomalía de una función o estructura psicológicas, anatómicas o fisiológicas. Refleja una disfunción orgánica	***Categorías diagnósticas*** Categorías de disfunciones primarias identificadas por el examinador dentro de sus conocimientos y prácticas; puede denominarse deterioro	Síndrome por uso excesivo Síndrome por compresión Síndrome postural Artritis/restricción articular
	Deterioros o deficiencias Disfunciones/problemas relacionados e identificados por el examinador y asociados con la categoría diagnóstica o el diagnóstico médico	Dolor en movimiento, en reposo, en movimientos repetitivos, resistidos, en la palpación. Síntomas neurológicos Desequilibrios musculares Debilidad muscular Reducción de la amplitud (muscular/articular) Reducción de la resistencia física Mala estabilidad Mala coordinación de movimientos/destrezas
Discapacidad Cualquier restricción o falta de capacidad para realizar una actividad de forma o en grado considerados normales para esa persona. Las discapacidades son producto de disfunciones y se categorizan como físicas, mentales, sociales y emocionales	***Limitaciones funcionales*** Limitaciones que son el producto de disfunciones y representan la reducción de la capacidad para realizar papeles normales y actividades diarias. Interfieren la función pero no son discapacitadoras. Síntomas con actividades específicas	Estar de pie, caminar Inclinarse, encorvarse Arrodillarse, agacharse Levantar, alcanzar cosas y acarrearlas Conducir, montar en bicicleta Tareas ligeras del hogar Deportes, aficiones Actividad sostenida/repetitiva
	Discapacidad Incapacidad para realizar actividades específicas	Discapacidad
Minusvalía Discapacidad para una persona que limita o impide el cumplimiento de un papel normal para esa persona	***Minusvalía***	Requiere ayuda para las AVD No puede trabajar

propuesto ajustes en la CIDDM para clarificar y abarcar las definiciones y la inclusión en categorías de las deficiencias apreciadas por los profesionales sanitarios que no eran identificables en los documentos originales.[27] Para dotarlo de consistencia, aunque en fase evolutiva, los autores han creado un plan genérico para guiar al lector (tabla 1-1). En este libro, el diagnóstico comprende las categorías diagnósticas médicas y comúnmente aceptadas, que algunas obras denominan deficiencias,[30] disfunciones primarias,[53] o diagnósticos de fisioterapia.[24, 51] El empleo del término deficiencias abarca la lista de problemas, disfunciones relacionadas o deficiencias asociadas con el diagnóstico o las categorías diagnósticas.

b. Identificar las limitaciones funcionales o discapacidades

Identificar específicamente las limitaciones funcionales o discapacidades que se relacionan con las deficiencias y pueden verse afectadas por la intervención del fisioterapeuta.[30]

(1) Por **discapacidad** "se entiende restricción o incapacidad para realizar normalmente una actividad de la vida diaria".[24] La Organización Mundial de la Salud identifica discapacidades físicas, mentales, sociales y emocionales.[30]

(2) Guccione[24] sugiere emplear la categoría **limitaciones funcionales** tal y como las describe Nagi[44] para diferenciar las discapacidades que no son realmente discapacitadoras pero son sintomáticas cuando se realizan actividades específicas. El término limitaciones funcionales tal vez sea más útil que discapacidades en estos casos, porque es más descriptivo y menos impresionante o amenazador para muchos pacientes con lesiones del sistema locomotor (Heerkens y otros[27] proponen diferenciar las discapacidades en destrezas básicas y destrezas complejas, y sugieren emplear el término capacidades en vez de discapacidades cuando se desee establecer una clasificación positiva).

c. Identificar cualquier minusvalía

Una **minusvalía** es una desventaja social producto de una deficiencia o discapacidad, la cual impide o limita el papel normal de la persona en su trabajo, ámbito y mundo sociales.[30] La mayoría de las afecciones tratadas en este libro no comprenden minusvalías.

d. Transferir cuando sea necesario los pacientes a un médico

Identificar deficiencias, limitaciones o discapacidades fuera del ámbito de la fisioterapia y transferir los pacientes a otras especialidades.

B. Desarrollo de un plan

Después de evaluar y valorar las necesidades del paciente, el siguiente paso en el proceso de toma de decisiones es establecer los objetivos y un plan adecuado de tratamiento.

1. Factores que influyen en las decisiones[42]

a. Deficiencias, limitaciones funcionales o discapacidades.

b. El estado psicológico, como la adaptación del paciente al problema, la motivación y la personalidad, así como la capacidad para comprender y aprender.

c. Apoyo socioeconómico y reacciones y expectativas culturales.

d. Asistencia a domicilio o alternativa; el ambiente físico o emocional; la reacción de la familia, la cooperación y las responsabilidades.

e. Los planes y objetivos vocacionales del paciente y el empleado.

f. Consideraciones y elecciones éticas.

2. Establecer objetivos para un resultado funcional esperado

a. Suelen describirse como objetivos a largo plazo o de rehabilitación. Se relacionan con el modo en que el tratamiento influye en las limitaciones funcionales o discapacidades al término del programa terapéutico o de rehabilitación, o al término de una fase de un programa. Se tiene en cuenta si la persona puede o no volver a trabajar y si reanuda o no otras actividades definidas y con qué nivel de participación.

b. Cada uno de los objetivos debería ser mensurable y específico de las situaciones y pruebas, así como expresar el tiempo que se espera que transcurra para alcanzar el objetivo.

3. Identificar los objetivos a corto plazo

1. Con frecuencia estos objetivos son objetivos de conducta mensurables que afectan a las deficiencias documentadas.

b. Suelen reflejar las capacidades o destrezas necesarias para lograr el resultado funcional, como aumentar la amplitud del movimiento, desarrollar estabilidad proximal, aumentar la resistencia física o desarrollar el equilibrio.

c. Progresan en dificultad y/o complejidad a medida que el paciente avanza hacia el resultado funcional descrito.

NOTA: En todo el libro se incluyen listas de objetivos y planes para el tratamiento de asistencia. Se describen en términos generales, no como se describen aquí con resultados mensurables, pruebas y tiempo, dada la na-

turaleza global de la información a la que se refieren. Los terapeutas deben emplear las listas como pautas y desarrollar los objetivos para cada paciente según su estado, el resultado deseado y la necesidad, como se expone en esta sección.

4. Desarrollar un plan de asistencia

a. Determinar los métodos terapéuticos que mejor sirvan para alcanzar los objetivos; considerar los medios de que se dispone según la situación del paciente.

b. Seleccionar técnicas o modalidades terapéuticas que cumplan el plan y logren los objetivos.

c. Determinar los modos de evaluación que se emplearán para documentar el cambio reflejado en los objetivos.

d. Anticipar la duración del tratamiento y planificar el alta; tener en cuenta cualquier servicio alternativo para el tratamiento.

C. Ejecución del plan

1. Una vez establecido el plan de asistencia, se emplean los procedimientos y técnicas que cumplirán el plan y lograrán los objetivos.

2. Implicar al paciente (o cuidador) en el tratamiento de la(s) deficiencia(s) en el programa de ejercicio en casa y en la adaptación o modificación del hogar, trabajo o ámbito recreativo para reducir al mínimo o eliminar los factores perpetuantes que contribuyen al problema(s).

D. Evaluación del plan

Evaluar y revisar con frecuencia la eficacia de los procedimientos y técnicas, y modificar éstos o el plan de tratamiento siempre que esté indicado.

1. Comparar los datos originales con los datos actuales a intervalos frecuentes.

2. Identificar los objetivos que se hayan logrado, los que necesiten modificarse o los nuevos objetivos según los cambios en el paciente o en su estilo de vida.

E. Programa a domicilio

El programa a domicilio debe considerarse como una extensión del plan de tratamiento.

1. Identificación temprana de la casa del paciente o de un lugar alternativo, las reacciones de la familia, las posibilidades sociales y económicas, el equipo necesario y los planes vocacionales con los que sentar unas bases para el cumplimiento anticipado del programa de ejercicio en casa.

2. Si fuera necesario, se identifica quién puede y debe trabajar con el paciente en casa.

a. Introducir a esa persona pronto en el programa para que la transición sea más fácil.

b. Enseñar a esa persona lo que debe hacer; observar su técnica y programar una visita de seguimiento para revisar las técnicas y resolver dudas.

3. Se recomienda una visita al trabajo, la escuela o a casa en cualquier situación con problemas de adaptación o cumplimiento.

4. Motivación y cumplimiento son dos situaciones difíciles de controlar. A continuación ofrecemos unas sugerencias que tal vez influyan en el paciente:

a. Instruir a los pacientes sobre sus **deficiencias** e involucrarlos en la consecución de unas metas realistas para el tratamiento de sus problemas. Esto ayuda a que se apropien del plan de tratamiento y sean conscientes de su participación en la prevención de recaídas o futuras deficiencias. No es realista enseñar el programa a domicilio el día del alta y esperar que lo entiendan y sigan. El programa en casa debe empezar ya durante el primer tratamiento y debe modificarse o progresar a medida que lo hagan los pacientes.

b. Transmitir la importancia del programa con entusiasmo; incluir comunicación abierta y seguimiento.

c. Mostrar al paciente dibujos sencillos e instrucciones escritas claras para los ejercicios, indicando la frecuencia, duración, número de repeticiones, y el método para progresar en los ejercicios. Seamos realistas, que el número de ejercicios sea mínimo para cumplir los objetivos. Evitar rutinas tediosas y largas.

d. Trabajar con el paciente y la familia para que se adapte el programa al horario diario. Tal vez requiera que algunos ejercicios se hagan en un momento del día y otros en otros.

e. Aportar puntos de comprobación para que el paciente pueda apreciar el progreso o darse cuenta de los resultados de mantenimiento.

f. Programar la reevaluación del paciente con intervalos apropiados y revisar el programa de acuerdo con el nuevo nivel de rendimiento. Si es posible, se establecerá una fecha de conclusión.

5. Mantener una copia del programa a domicilio en el informe del paciente.

II. Objetivos del ejercicio terapéutico

Después de una evaluación general del paciente y la identificación de deficiencias (problemas), limitaciones

funcionales discapacidades, y posibles minusvalías, se desarrollan los objetivos del tratamiento y los resultados funcionales, y se establece el plan de asistencia (plan de tratamiento). En el proceso de toma de decisiones clínicas, el terapeuta debe determinar el tipo de ejercicio terapéutico que puede emplearse para conseguir los resultados funcionales predichos.

Los objetivos del ejercicio terapéutico comprenden la prevención de la disfunción así como el desarrollo, mejoría, restablecimiento o mantenimiento de:

–La fuerza.
–Resistencia física aeróbica y capacidad cardiovascular.
–Movilidad y flexibilidad.
–Estabilidad.
–Relajación.
–Coordinación, equilibrio y destrezas funcionales.

Es bien sabido que el cuerpo humano y los sistemas individuales corporales reaccionan, se adaptan y desarrollan como respuesta a las fuerzas y tensiones que soportan. La gravedad es una fuerza constante que afecta a los sistemas neuromusculares, musculoesqueléticos y circulatorio. La ley de Wolff establece que el sistema esquelético se adapta a las fuerzas que soporta. [4] En el cuerpo en desarrollo, las tensiones gravitatorias, sobre todo las que se producen en las posiciones en carga (antigravedad), contribuyen al crecimiento del sistema esquelético.[56] Toda contracción muscular normal también somete a una tensión normal el hueso y afecta a su forma y densidad.[4,56] Los sistemas neuromuscular y cardiovascular también se adaptan a medida que soportan tensiones durante los movimientos de la vida diaria.

La ausencia de tensiones normales sobre los sistemas corporales puede derivar en degeneración, degradación, deformidad o lesión. Por ejemplo, la ausencia de una carga normal, asociada con un reposo prolongado en cama, y la ausencia de tracción muscular normal sobre el hueso, como se ve en la parálisis fláccida, provocará osteoporosis y atrofia muscular.[4] La inactividad prolongada también provoca una reducción de la eficacia de los sistemas respiratorio y circulatorio.[4,62] La presencia de tensiones anormales, como la tracción anormal del músculo vista en la parálisis cerebral espástica, provoca deformidad ósea en el sistema esquelético inmaduro.[56] La tensión repetida e indebida sobre los sistemas muscular o esquelético puede causar dolor y disfunción.[4]

En el ejercicio terapéutico se aplican sobre los sistemas corporales fuerzas y tensiones cuidadosamente graduadas de forma controlada y progresiva, y planificadas apropiadamente para mejorar la función general de las personas y para que afronten las exigencias de la vida diaria.

Para que el paciente haga progresos con el tratamiento hasta obtener el resultado funcional deseado sin daños adicionales en los tejidos, los sistemas corporales implicados deben realizar un progreso mediante un programa graduado de intervención que resuelva las disfunciones al nivel de su pérdida o limitación. Por ejemplo, si la limitación funcional consiste en la incapacidad para levantar los brazos por encima de la cabeza, la exploración y evaluación determinan si las deficiencias son pérdida de amplitud, falta de fuerza, falta de estabilidad proximal, falta de coordinación entre músculos antagonistas o poca resistencia física para realizar movimientos repetitivos. Para mejorar la respuesta funcional, los problemas/deficiencias deben tratarse con ejercicios adecuados hasta el nivel en que las técnicas para reaprender destrezas seguras de extensión de brazos se integren en el programa. Los objetivos a corto plazo reflejarán esta progresión.

Un factor importante que influye en la eficacia de cualquier programa terapéutico es la educación del paciente y la participación activa en un plan sistemático de asistencia. Las mejoras funcionales a largo plazo y la prevención de futuras lesiones se producirán sólo si el paciente entiende los objetivos del plan de ejercicio e incorpora los consejos e instrucciones del terapeuta en todos los aspectos de las rutinas de la vida diaria.

A. Fuerza

Uno de los objetivos principales que se quiere conseguir con el ejercicio terapéutico es el desarrollo, mejoría o mantenimiento de la fuerza. La fuerza es la capacidad de un músculo o grupo de músculos para generar tensión y una fuerza resultante durante un esfuerzo máximo, dinámico o estático, respecto a las exigencias que se le imponen.[2,13,18,28]

Durante el curso del crecimiento y desarrollo normales, niños y adultos desarrollan la fuerza muscular normal y necesaria para las actividades diarias. La fuerza normal puede ser la fuerza media, típica y adecuada de un solo músculo, de una persona o de un grupo de la población general.[35,36] En la prueba muscular manual, lo normal es un estándar que se define como la cantidad o el grado de fuerza de un músculo que permite que se contraiga contra la fuerza de la gravedad y aguante una resistencia máxima.[11,35]

A medida que el músculo se contrae y genera tensión, el músculo ejerce una fuerza. La cantidad de fuerza producida depende de gran variedad de factores biomecánicos, fisiológicos y neuromusculares.

1. Factores que influyen en la fuerza de un músculo normal

a. Tamaño transversal del músculo: cuanto mayor sea el diámetro, mayor la fuerza.[1,2,18,43]

b. Relación entre longitud y tensión de un músculo en el momento de la contracción: los músculos producen la máxima tensión cuando están ligeramente elongados en el momento de la contracción.[19,39]

c. Reclutamiento de unidades motoras: cuanto mayor sea el número y sincronización de las unidades motoras activadas, mayor será la producción de fuerza.[2,13,14,17,39,63]

d. Tipo de contracción muscular: los músculos producen más fuerza cuando se contraen excéntricamente (se elongan) contra una resistencia. Los músculos producen un poco menos de fuerza cuando se contraen isométricamente (aguantan) y menos fuerza aún cuando se contraen concéntricamente (se acortan) contra una carga.[18,39]

e. Distribución de los tipos de fibras: las características de los tipos de fibras contribuyen a cierto número de propiedades contráctiles de los músculos como la fuerza, resistencia, potencia, velocidad y resistencia a la fatiga.[2,52] Las fibras tipos IIA y IIB (contracción rápida) tienen capacidad para generar gran cantidad de tensión, si bien se fatigan con mucha rapidez. Las fibras tipo I (contracción lenta) desarrollan menos tensión y lo hacen con mayor lentitud que las fibras tipo II, aunque son más resistentes a la fatiga.

f. Reservas de energía y riego sanguíneo: los músculos necesitan fuentes suficientes de energía para contraerse, generar tensión y resistir la fatiga.[2,52] El tipo predominante de fibras en los músculos y la suficiencia del riego sanguíneo, que transporta oxígeno y nutrientes a los músculos, afectan a la capacidad para producir tensión de los músculos y para resistir la fatiga.

g. Velocidad de contracción: se generan fuerzas rotatorias mayores con velocidades menores, probablemente por la mayor oportunidad de reclutamiento.[7,18,36,39]

h. Motivación del paciente: el paciente puede tener ganas de realizar un esfuerzo máximo para generar fuerza máxima.[18]

2. Cambios en el sistema neuromuscular que provocan aumento de la fuerza

a. Hipertrofia*

La capacidad de un músculo para generar fuerza está directamente relacionada con el área transversal fisiológica de las fibras musculares. El diámetro de una fibra muscular está relacionado con el volumen muscular. Con ejercicios pensados específicamente para desarrollar la fuerza, puede aumentar el tamaño de las fibras de los músculos esqueléticos individuales. A esto se le llama **hipertrofia**. Los factores que contribuyen a la hipertrofia son complejos: (1) aumento de la cantidad de proteínas en las fibras musculares; (2) aumento de la densidad del lecho capilar, y (3) cambios bioquímicos de las fibras musculares. Cuando aumenta la fuerza de un músculo, se ha comprobado que las fibras musculares tipo II aumentan de tamaño y son la fuente primaria de hipertrofia.[2,52]

Aunque sólo hay pruebas cuestionables, se ha sugerido que la fuerza del músculo también puede aumentar con ejercicios que causen **hiperplasia**, es decir, aumento del *número* de fibras musculares. Este aumento puede estar causado por la multiplicación de las fibras longitudinales.[2,15,22,29] La multiplicación de las fibras se ha observado en animales de laboratorio sometidos a un fuerte ejercicio resistido durante un período de tiempo. Estos hallazgos han sido difíciles de replicar, y este fenómeno no se ha observado todavía en seres humanos. La multiplicación observada de fibras tal vez sea más el resultado de cómo estaba preparado el tejido para el análisis que de cambios biológicos de las fibras musculares.[52]

b. Reclutamiento**

Otro factor importante que afecta a la capacidad de los músculos para aumentar la fuerza es el reclutamiento de un número cada vez mayor de unidades motoras durante el ejercicio. Cuanto mayor sea el número de unidades motoras activadas, mayor será la producción de fuerza de un músculo. En las fases iniciales de un programa de entrenamiento de la fuerza, los aumentos iniciales de la fuerza se deben en gran medida al aprendizaje motor que provoca adaptaciones neuronales como un mayor reclutamiento y sincronización de las unidades motoras. Se ha demostrado que la fuerza puede aumentar sin hipertrofia muscular.[7,23,52] El aumento rápido de la fuerza en las fases iniciales de los programas de ejercicio resistido es probablemente más resultado del reclutamiento que de la **hipertrofia**.[7,54]

3. Cambios en la fuerza de los tejidos no contráctiles [60]

En un programa de ejercicio terapéutico de aplicación progresiva también puede mejorar la fuerza de los tejidos no contráctiles como huesos, tendones y ligamentos. A medida que aumenta la fuerza de los músculos para adaptarse a las crecientes demandas que soportan, parece producirse un incremento de la fuerza de tendones y ligamentos en la unión musculotendinosa y en la interfaz de hueso-ligamento. El tejido esquelético también se torna más fuerte y se adapta a las crecientes de-

* Refs. 2, 7, 15, 17, 18, 21, 29, 40, 43, 63.

** Refs. 2, 7, 13, 14, 18, 28, 43, 52, 54.

mandas que soporta como resultado de un programa de ejercicio pensado para aumentar la fuerza.

4. Pautas para desarrollar la fuerza

a. El principio de la sobrecarga

Para aumentar la fuerza, debe emplearse durante el ejercicio una carga que supere la capacidad metabólica del músculo. Esto genera hipertrofia y reclutamiento y, por tanto, un aumento de la fuerza del músculo.[28,50]

b. La capacidad de los músculos para producir mayor tensión puede lograrse sobre todo con ejercicio de gran intensidad (ejercicio realizado con cargas pesadas) con un número relativamente bajo de repeticiones. En ambos casos, los músculos deben ejercitarse hasta el punto de fatiga para que se produzcan aumentos adaptativos de la fuerza.[18]

c. Las variaciones en el tipo y estructura de programas de ejercicio, pensados para aumentar la fuerza, se tratarán en el capítulo 3.

B. Resistencia aeróbica y capacidad cardiovascular

La resistencia muscular o la capacidad aeróbica total del cuerpo también mejoran o se mantienen con ejercicio terapéutico. La capacidad aeróbica es necesaria para realizar tareas motoras repetidas en la vida diaria y para mantener un nivel continuo de actividad funcional, como caminar o subir escaleras. Ambos tipos de capacidad aeróbica aluden al trabajo realizado durante un período prolongado.

1. Tipos de resistencia física

Aunque estén interrelacionadas, la resistencia física de un solo músculo o un grupo de músculos y la resistencia total del cuerpo, sobre todo en su relación con los sistemas cardiovascular y pulmonar, se definirán por separado.

a. Resistencia muscular

Capacidad de un músculo para contraerse repetidamente o generar tensión, mantener dicha tensión y resistir la fatiga durante un período prolongado de tiempo. A medida que aumenta la resistencia física, el músculo podrá realizar mayor número de contracciones o aguantar una carga durante un período largo de tiempo.[7,13,18]

b. Resistencia física general (total) del cuerpo

Capacidad de una persona para mantener un ejercicio de baja intensidad, como caminar, trotar o escalar durante un período prolongado.[13,18,31] El ejercicio de fondo o resistencia, también llamado ejercicio aeróbico o puesta en forma, se realiza para mejorar la capacidad cardiovascular o pulmonar de una persona.[7,18,31]

2. Cambios en los sistemas muscular, cardiovascular y pulmonar que aumentan la resistencia física

a. Cambios inmediatos durante el ejercicio[18]

(1) Aumento del riego sanguíneo a los músculos por el aumento de las demandas de oxígeno.

(2) Aumento de la frecuencia cardíaca.

(3) Aumento de la tensión arterial con un ejercicio intenso. Esto se debe al aumento del volumen sistólico, el aumento del gasto cardíaco, el aumento de la frecuencia cardíaca y el aumento de la resistencia periférica al riego sanguíneo.

(4) Aumento de la demanda y consumo de oxígeno.

(5) Aumento de la frecuencia y profundidad de la respiración; los músculos secundarios de la respiración se contraen para ayudar al proceso respiratorio.

b. Cambios adaptativos (a largo plazo)[2,7,18]

(1) Cambios musculares

La vascularización de los músculos o la densidad de su lecho capilar aumentan. Cuando un músculo se contrae con poca intensidad durante muchas repeticiones hasta el punto de fatiga, la actividad aeróbica se produce en el músculo para aportar energía para la contracción muscular. El oxígeno es necesario para que se produzca este proceso. Se dispone de mayor cantidad de oxígeno para los músculos a medida que el lecho capilar se vuelve más denso y aumenta el riego sanguíneo a los músculos. Los cambios adaptativos en las fibras musculares tipo I y tipo II se asocian con aumentos de la resistencia muscular.

(2) Cambios cardíacos y vasculares[7,18,31]

(a) Aumentan el gasto cardíaco y el volumen sistólico. Esto provoca un aumento de la eficiencia de la capacidad de trabajo del corazón.

(b) Decrece la frecuencia cardíaca en reposo. Por supuesto, durante el ejercicio aumenta la frecuencia cardíaca, pero, a medida que aumenta la resistencia física, la frecuencia cardíaca vuelve al nivel de reposo con mayor rapidez después del ejercicio.

NOTA: La reserva cardíaca (diferencia entre la capacidad de trabajo y la demanda de trabajo cardíaco) se reduce con la edad y las cardiopatías y neumopatías. Por tanto, la realización y progresión de un programa de preparación física para una persona normal frente a un paciente con enfermedad cardiopulmonar y circulatoria variarán mucho (ver capítulo 4).

3. Pautas para desarrollar resistencia física

a. Resistencia muscular[2,7,13,18]

El ejercicio activo realizado repetidamente contra una carga moderada hasta el punto de fatiga aumentará la resistencia física de los músculos. Se produce un aumento de la resistencia muscular en los programas de ejercicio pensados para aumentar la fuerza.

b. Resistencia general[2,7,13,18]

La capacidad aeróbica de una persona está relacionada con el transporte eficaz de oxígeno y el consumo máximo de oxígeno. Los ejercicios que plantean un reto para el sistema de transporte de oxígeno aumentan la resistencia, la capacidad aeróbica y la capacidad cardiopulmonar general. Los programas de preparación física y los programas de rehabilitación cardíaca están pensados para lograr estas metas. Estos programas a menudo siguen ciertas pautas generales:

(1) El ejercicio suele tener por destino los grupos de músculos grandes, como cuando se camina, corre, nada y monta en bicicleta.

(2) El ejercicio es prolongado y se realiza de 15 a 45 minutos o más.

(3) La frecuencia del ejercicio varía (días alternos, 5 días a la semana, y así sucesivamente), si bien es importante que haya suficiente tiempo de descanso.

(4) Los detalles sobre los ejercicios de preparación física y aeróbicos se encontrarán en el capítulo 4.

C. Movilidad y flexibilidad

Además de la fuerza y la resistencia física, se necesita la movilidad de los tejidos blandos contráctiles y no contráctiles y las articulaciones para el rendimiento de los movimientos funcionales normales. Cuando una persona con un control neuromuscular normal realiza actividades de la vida diaria, los tejidos blandos y articulaciones se elongan y/o acortan continuamente, y se mantiene su movilidad o flexibilidad apropiadas. Si se restringe de cualquier modo el movimiento normal de partes del cuerpo, se producirá un acortamiento adaptativo (tirantez) de los tejidos blandos y articulaciones. Las enfermedades o traumatismos de los tejidos blandos y articulaciones, que provocan dolor, debilidad o inflamación, pueden empeorar la movilidad. Debe prevenirse la tirantez, si es posible, pero, si se produce, los ejercicios de movilidad restablecerán la longitud apropiada de las estructuras implicadas.

1. Movilidad/flexibilidad de los tejidos blandos

Los tejidos blandos son tejidos contráctiles y no contráctiles, es decir, músculos, tejido conjuntivo y piel. De cada uno se hablará por separado.

a. Músculo

Debido a las propiedades contráctiles y elásticas del músculo, éste se acorta cuando se estimula y se relaja después de la contracción, y también puede estirarse pasivamente. Si un músculo está inmóvil durante un período de tiempo, pierde flexibilidad y adopta la posición acortada en que se ha situado. El acortamiento adaptativo del tejido se denomina a menudo **contractura**. [38,62]

Para restablecer la flexibilidad por completo mediante ejercicio terapéutico, hay que tener en cuenta las propiedades neurofisiológicas del músculo, como la función de los husos musculares y los órganos tendinosos de Golgi y el proceso de relajación y las propiedades elásticas pasivas del músculo. Los procedimientos para elongar los músculos acortados pueden ser realizados activa o pasivamente.

b. Tejido conjuntivo[38,62]

El tejido conjuntivo normal se compone primariamente de una red de colágeno y sustancia fundamental. Aunque sea inerte y no tenga propiedades contráctiles, es un tanto flexible y se elongará lentamente con un estiramiento mantenido, y se acortará de modo adaptativo si se inmoviliza.

Un tipo de tejido conjuntivo más denso se encuentra en las cicatrices; se desarrolla cuando el tejido blando lesionado se inmoviliza durante el proceso de curación. Esta forma densa de tejido conjuntivo no cede al estiramiento y no tiene propiedades elásticas.

Debe evitarse la inmovilización prolongada del tejido blando, si es posible, para prevenir la formación de este tejido fibrótico denso y de contracturas irreversibles. Los procedimientos para mantener la movilidad del tejido conjuntivo tienen carácter pasivo.

c. Piel

La movilidad normal de la piel también debe mantenerse para que los movimientos sean normales. La flexibilidad de la piel permite a ésta ceder al estiramiento durante los movimientos activos o pasivos del cuerpo.

La piel se vuelve tirante y limita el movimiento cuando se forma tejido cicatrizal después de quemaduras, incisiones o desgarros graves. Las cicatrices no ceden con facilidad al estiramiento. La movilización temprana, cuando es posible, reduce al mínimo la tirantez de la cicatrización.

2. Movilidad articular[34]

Para que se produzca cualquier movimiento normal, se

necesita una cinemática articular correcta. Se necesita laxitud capsular suficiente para que se produzca un deslizamiento o rodamiento normales entre las superficies óseas de la articulación.

Cualquier restricción de la cápsula o una relación defectuosa entre las superficies articulares interferirá con el movimiento normal. La movilidad normal se restablece con técnicas de movilización articular generales o específicas.

3. Tipos de ejercicios de movilidad

a. Estiramiento pasivo

Estiramiento manual, mecánico o posicional de los tejidos blandos, en el que la fuerza se aplica en dirección contraria a la dirección del acortamiento.

b. Inhibición activa

Inhibición refleja y elongación subsiguiente de los músculos, usando los principios neurológicos para reducir la tensión y elongar los elementos contráctiles de los músculos.[47,61,64]

c. Ejercicio de flexibilidad

Término general empleado para describir ejercicios realizados por una persona con el fin de elongar activa o pasivamente los tejidos blandos sin la ayuda de un terapeuta.

d. Movilización articular

Tracción pasiva y/o movimientos deslizantes en las superficies articulares que mantengan o restablezcan el juego articular que normalmente permite la cápsula, de modo que actúe la mecánica normal de deslizamiento y rodamiento cuando la persona se mueva.

4. Pautas para desarrollar movilidad

Los procedimientos, técnicas y precauciones específicos para el estiramiento y la movilización articular se expondrán en los capítulos 5 y 6.

D. Estabilidad

1. Exposición general[47,50]

La estabilidad comprende la coordinación sinergista del sistema neuromuscular para proporcionar una base estable a los movimientos o actividades funcionales superpuestos. La estabilidad suele ser necesaria en las estructuras más proximales, como el tronco, las caderas y la cintura escapular, para una colocación eficaz y el movimiento de brazos y manos o piernas y pies. La estabilidad comprende una movilidad adecuada para la colocación correcta; fuerza suficiente para mantener una posición, y suficiente resistencia y coordinación para mantener la posición o hacer ajustes mientras la porción distal de la cadena cinemática está realizando la actividad deseada.

Con frecuencia, la disfunción musculoesquelética se acompaña de debilidad en alguna porción de la cadena cinemática, lo que causa insuficiente estabilidad y pone en peligro algunas estructuras por la tensión excesiva.

2. Pautas para desarrollar estabilidad[47,50]

a. Los ejercicios de estabilización son el medio por el cual un paciente aprende a controlar áreas proximales del cuerpo y mantiene una posición estable y bien alineada mientras realiza actividades funcionales.

b. Una persona puede aprender a aislar y desarrollar la fuerza estática y dinámica de los músculos estabilizadores. Las actividades en carga y cadena cinemática cerrada que emplean cargas compresivas graduadas estimulan la cocontracción de los grupos de músculos antagonistas. El término **estabilización rítmica** suele emplearse para describir ejercicios que se crean con el fin de desarrollar estabilidad en las articulaciones de los músculos proximales. Los movimientos en un solo plano y controlados de todo el segmento, con énfasis en los músculos estabilizadores proximales, se superponen.

c. A medida que mejora el control de los movimientos en un solo plano, los ejercicios de estabilización progresan realizando movimientos diagonales controlados al tiempo que se mantiene la estabilidad proximal.

d. La resistencia de los músculos estabilizadores debe desarrollarse con tensiones repetitivas controladas.

e. Los componentes de las actividades funcionales y finalmente todas las actividades funcionales se practican empleando una estabilización proximal apropiada.

f. En los capítulos 3 y 15 aparece más información sobre los ejercicios de estabilización.

E. Relajación

La relajación se refiere a un esfuerzo consciente para aliviar la tensión de los músculos.[37] Mediante el ejercicio terapéutico una persona puede volverse consciente de la tensión muscular prolongada y aprender a controlarla o inhibirla.

La tensión muscular prolongada puede causar dolor, lo cual genera espasmos musculares, que a su vez provocan más dolor. Las cefaleas por tensión y las mialgias en la región de la columna cervical se asocian a menudo con una tensión muscular prolongada.[37] Los pacientes con neumopatías crónicas graves a menudo experimentan tensión en los músculos de la porción superior del tronco, lo cual reduce su capacidad para respirar hondo y con eficacia.[37] El dolor asociado con el parto puede au-

mentar por el incremento de la tensión de los músculos y por la incapacidad de la parturienta para relajarse. Todos estos problemas clínicos se reducen con ejercicios de relajación.

1. Base terapéutica de los ejercicios de relajación[19,32,37,57]

a. Después de una contracción activa del músculo esquelético, se produce una relajación refleja. Cuanto mayor sea la contracción, mayor será la relajación posterior de ese músculo. Además, mientras un músculo se contrae, su músculo antagonista correspondiente se inhibe (ley de la inervación recíproca de Sherrington).

b. El pensamiento consciente puede afectar la tensión de un músculo. Se ha demostrado con biorretroalimentación (*biofeedback*) y meditación transcendental. El ejercicio para favorecer la relajación se basa en el empleo terapéutico de estos procesos reflexivos y conscientes, empleados por separado o en combinación.

2. Pautas para favorecer la relajación [32,37,57]

a. El paciente se coloca en una posición cómoda, con todas las partes del cuerpo bien apoyadas. Se enseña al paciente a contraer y relajar progresivamente la musculatura.

b. Este proceso se acompaña con frecuencia de ejercicios de respiración profunda para favorecer aún más la relajación. En los capítulos 5 y 15 se exponen los procedimientos específicos.

F. Coordinación, equilibrio y destrezas funcionales[5,37,47,61,64]

1. Definiciones e interrelaciones

Coordinación, equilibrio y adquisición de destrezas funcionales están interrelacionados y son aspectos complejos del control motor. La **coordinación** responde de la capacidad para emplear los músculos correctos en el momento preciso con la secuencia e intensidad adecuadas.[5,47,61,64] Se necesita una organización extensa del sistema nervioso central (SNC) para iniciar, guiar y graduar los patrones de movimiento. La coordinación es la base de todo movimiento armónico y eficiente que pueda producirse a nivel voluntario o involuntario (automático). El **equilibrio** comprende la capacidad para mantener el centro de gravedad sobre la base de apoyo, por lo general en posición erguida.[47,61] El equilibrio es un fenómeno dinámico que comprende una combinación de estabilidad y movilidad.[47] El equilibrio es necesario para mantener una postura en el espacio o moverse de forma controlada y coordinada. Finalmente, las **destrezas funcionales** aluden a las variadas destrezas motoras necesarias para funcionar con independencia en todos los aspectos de la vida diaria.

La coordinación, el equilibrio y las destrezas motoras funcionales[5,47,61] dependen y se ven afectadas por los sistemas sensoriales, sobre todo los sistemas somatosensorial y propioceptivo. La coordinación y el equilibrio deben estar presentes si una persona quiere aprender a realizar destrezas funcionales. Si un paciente sufre una lesión musculoesquelética o neuromuscular, y desarrolla deficiencias como pérdida de fuerza, inmovilidad de tejidos blandos o pérdida de resistencia física, entonces la coordinación, el equilibrio y las destrezas funcionales pueden verse afectadas negativamente, lo cual deriva en discapacidades y minusvalías.

2. Principios generales del ejercicio para desarrollar coordinación, equilibrio y destrezas motoras funcionales[5,47,61,64]

La adquisición de destrezas motoras funcionales depende de una base de control motor normal y de la capacidad para aprender tareas motoras funcionales. Para progresar o que un paciente recupere un nivel máximo de actividad funcional, el ejercicio terapéutico se acompaña de la aplicación de los principios del aprendizaje motor. El entrenamiento de la coordinación, el equilibrio y la agilidad, así como las actividades preparatorias de movilidad, estabilización y fortalecimiento, se recalcan para ayudar al paciente a volver a las actividades funcionales deseadas que identifican el paciente, la familia o el terapeuta.

a. El aprendizaje o reaprendizaje de tareas motoras funcionales implica la repetición constante de actividades motoras sencillas a más complejas, el empleo de claves sensoriales (táctiles, visuales o propioceptivas) con el fin de mejorar el rendimiento motor, y la eliminación de las claves sensoriales para mejorar la resolución de problemas y el aprendizaje motor.

b. Los movimientos pueden practicarse inicialmente en planos de movimiento anatómicos sencillos para luego realizarlos con movimientos combinados o diagonales.

c. A menudo se hace hincapié en la estabilidad proximal antes que en la movilidad distal.

d. Se practican actividades funcionales simuladas y, finalmente, específicas, en un principio sencillas y luego más complejas.

e. A medida que mejora la calidad del movimiento, también debería hacerlo la velocidad y sincronización de movimientos. Se practicarán actividades simuladas antes de volver a las actividades funcionales óptimas.

NOTA: Los ejercicios aislados para desarrollar la fuerza o resistencia física deben complementar o ser parte integral de las tareas funcionales deseadas.

III. Resumen

En este capítulo se ha presentado el perfil sucinto de un método con el que desarrollar un programa para pacientes mediante un proceso simplificado que resuelva problemas como base para la toma de decisiones clínicas y para integrarlo en el proceso de evaluación y valoración. Se recomienda al lector que se forme antes en las técnicas de evaluación para utilizar este libro y tratar de elegir y administrar técnicas de ejercicio a los pacientes.

También se han expuesto los objetivos generales que pueden conseguirse con amplias miras sobre el ejercicio terapéutico. Cada uno de estos objetivos se ha tratado por extenso y se han explicado con mucho más detalle en los siguientes capítulos de este libro.

Bibliografía

1. Allman FL: "Exercises in sports medicine". En Basmajian JV (ed) *Therapeutic Exercise*, ed 3. Williams & Wilkins Baltimore, 1978.
2. Bandy WD, Lovelace-Chandler, V, y MeKitrick-Bandy B «Adaptation of skeletal muscle to resistance training». *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 12:248-255, 1990.
3. Basmajian, J (ed) *Physical Rehabilitation Outcome Measures*. Canadian Physiotherapy Association in Cooperation with Health and Welfare Canada and Canada Communications Group, Toronto, 1994.
4. Browse, NL: *The Physiology and Pathology of Bed Rest*. Charles C Thomas, Springfield, IL, 1965.
5. Carr, JH y otros: *Movement and Science: Foundations for Physical Therapy in Rehabilitation*. Aspen Publishers Rockville, MD 1987.
6. Charnes, AL: "Outcomes measurement, intervention versus outcomes". En Cirullo, JA (ed): *Orthopaedic Physical Therapy Clinics of North America*, Vol. 3. WB Saunders, Filadelfia, 1994, p 147.
7. Ciccone, CD, y Alexander, J: "Physiology and therapeutics of exercise". En Goodgold, J (ed): *Rehabilitation Medicine*, CV Mosby. St Louis, 1988.
8. Clarkson, HM, y Gilewich, GB: *Musculoskeletal Assessment: Joint Range of Motion and Manual Muscle Strength*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1989.
9. Corrigan B, y Maitland, GD: *Practical Orthopaedic Medicine*, Butterworth, Boston, 1983.
10. Cyriax J: *Textbook of Orthopaedic Medicine*. Vol 1. "Diagnosis of Soft Tissue Lesions". ed 8. Baltimore and Tindall, Londres, 1982.
11. Daniels, L, y Worthingham, C: *Muscle Testing: Techniques of Manual Examination*, ed 5. WB Saunders Filadelfia, 1986.
12. Dekker, J y otros. "Diagnosis and treatment in physical therapy: An investigation of their relationship". *Phys Ther* 73:568, 1993.
13. Delateur, BJ "Therapeutic exercise to develop strength and endurance". En: Kottke, FJ, Stillwell, GK, y Lehmann JF (eds) *Krusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation*, ed 3. WB Saunders, Filadelfia, 1982.
14. Delorme, TL, y Watson. AL: *Progressive Resistance Exercise*. Appelton-Century, Nueva York. 1951.
15. Edgerton, V: "Morphology and histochemistry of the soleus muscle from normal and exercised rats". *American Journal of Anatomy* 127:81, 1970.
16. Feitelberg, S: *The Problem Oriented Records System in Physical Therapy*. University of Vermont, Burlington. 1975.
17. Fleck, SJ. y Kraemer, WJ: "Resistance training: Physiological response and adaptations (Part 2 of 4)". *The Physician and Sportsmedicine* 16:108-124, 1988.
18. Fox, E, y Matthews. D: *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*, ed 3. Saunders College Publishing, Filadelfia, 1981.
19. Glowitzke, BA, y Milner, M: *Understanding the Scientific Basis of Human Movement*, ed 2. Williams & Wilkins, Baltimore, 1980.
20. Goldstein, TS: *Functional Rehabilitation in Orthopaedics*. Aspen Publishers. Gaithersburg, MD, 1995.
21. Gollnick, PD, y otros: "Muscular enlargement and number of fibers in skeletal muscle of rats". *J Appl Physiol* 50:936-943, 1981.
22. Gonyea, WJ, Ericson, GC, y Bonde-Petersen, F: "Skeletal muscle fiber splitting induced by weightlifting exercise in cats", *Acta Physiol Scand* 99:105, 1977.
23. Gordon, EE, Kowalski, K, y Fritts, M: "Protein changes in quadriceps muscle of rats with repetitive exercises". *Arch Phys Med Rehabil* 48:296, 1967.
24. Guccione, A: "Physical therapy diagnosis and the relationship between impairments and function". *Phys Ther* 71:449, 1991.
25. Harris, BA: Building documentation using a clinical decision-making model. En Stewart, D, and Abeln, S: *Documenting Functional Outcomes in Physical Therapy*, Mosby-Yearbook, St Louis, 1993.
26. Harris, BA, y Dyrek, DA: "A model of orthopaedic dysfunction for clinical decision making in physical therapy practice". *Phys Ther* 69:548, 1989.
27. Heerkens, YF, y otros: "Impairments and disabilities – the difference: Proposal for adjustments of the international classification of impairments, disabilities and handicaps". *Phys Ther* 74:430. 1994.

28. Hellebrandt, RA, y Houtz, SJ: "Mechanisms of muscle training in man: Experimental demonstration of the overload principle". *Phys Ther Rev* 36:371. 1956.
29. Ho, K. y otros: "Muscle fiber splitting with weightlifting exercise". *Med Sci Sports Exerc* 9:65, 1977.
30. International Classification of Impairments, Disabilities and Handicaps: A *Manual of Classification Relating to the Consequences of Disease*. World Health Organization, Geneva, 1980.
31. Irwin, S, and Tecklin, JS: *Cardiopulmonary Physical Therapy* CV Mosby, St Louis, 1985.
32. Jacobson E: *Progressive Relaxation*. University of Chicago Press, Chicago, 1938.
33. Jette, AM: "Diagnosis and classification by physical therapists: A special communication". *Phys Ther* 69:967, 1989.
34. Kaltenborn F: *Manual Mobilization of the Extremity Joints: Basic Examination and Treatment Techniques*, ed 4. Odas Norlis Bokhandel, Oslo, Noruega, 1989.
35. Kendall, FP, y otros: *Muscles: Testing and Function*, ed 4. Williams & Wilkins, Baltimore, 1993.
36. Knutgren, HG: *Neuromuscular Mechanisms for Therapeutic and Conditioning Exercise*, University Park Press, Baltimore, 1976.
37. Kottke, FJ: "Therapeutic exercise to develop neuromuscular coordination". En Kottke, FJ, Stillwell, GK, y Lehmann, JF (eds): *Krusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation*, ed 3. WB Saunders, Filadelfia, 1982.
38. Kottke, FJ: "Therapeutic exercise to maintain mobility". En Kottke, FJ, Stillwell, GK, y Lebmann, JF (eds): *Krusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation*, ed 3. WB Saunders, Filadelfia, 1982.
39. Lehmkuhl, LD, y Smith, LK: *Brunnstrom's Clinical Kinesiology*, ed 4. FA Davis Company, Filadelfia, 1983.
40. MacDougall, JD, Sale, DG, Alway, SE, y otros: "Muscle fiber number in biceps brachii in body builders and control subjects". *J Appl Physiol* 57:1399-1403, 1984.
41. Magee, D: *Orthopedic Physical Assessment*, ed 2. WB Saunders, Filadelfia, 1992.
42. Magistro, CM: "Clinical decision making in physical therapy: A practitioner's perspective". *Phys Ther* 69:525, 1989.
43. Moritani, T, y DeVries, HK: "Neural factors vs. hypertrophy in the time course of muscle strength gain". *Am J Phys Med Rehabil* 58:115, 1979.
44. Nagi, SZ: *Disability and Rehabilitation*. The Ohio State University Press, Columbus, 1969.
45. Nagi, SZ: "Disability concepts revisited: implications for prevention". En Pope, AM, y Tarlov, AR (eds): *Disability in America*. National Academy Press, Washington, DC, 1991.
46. Norkin, CC, y White, DJ: *Measurement of Joint Motion: A Guide to Goniometry*. FA Davis, Filadelfia, 1985.
47. O'Sullivan, S: "Motor control assessment". En O'Sullivan, S, y Schmitz, TJ (eds): *Physical Rehabilitation: Assessment and Treatment*, ed 3. FA Davis, Filadelfia, 1994.
48. Palmer, ML, y Epler, M: *Clinical Assessment Procedures in Physical Therapy*. JB Lippincott, Filadelfia, 1990.
49. Pierson, F, Burnett, C, y Kisner, C: A *Problem Solving Process*. The Ohio State University, Division of Physical Therapy, Columbus, 1986.
50. Prentice, WE: *Rehabilitation Techniques in Sports Medicine*. Times Mirror/Mosby, St Louis, 1990.
51. Rose, SJ: "Physical therapy diagnosis: Role and function". *Phys Ther* 69:535, 1989.
52. Rose, SJ, y Rothstein, JM: "Muscle mutability, part I: General concepts and adaptations to altered patterns of use". *Phys Ther* 62:1773, 1982.
53. Sahrmann, SA: "Diagnosis by the physical therapist: A prerequisite for treatment". *Phys Ther* 68:1703, 1988.
54. Sanders, MT: "Weight training and conditioning". En Sanders, B (ed): *Sports Physical Therapy*. Appleton & Lange, Norwalk, CT, 1990.
55. Schmitz, TJ: "Coordination assessment". En O'Sullivan, S, y Schmitz, TJ (eds): *Physical Rehabilitation*, ed 3. PA Davis, Filadelfia, 1994.
56. Sharrard, WJW: "The hip in cerebral palsy". En Samilson, RL (ed): *Orthopaedic Aspects of Cerebral Palsy*. JB Lippincoit, Filadelfia, 1975.
57. Sinclair, JD: "Exercise in pulmonary disease". En Basmajian, JV (ed): *Therapeutic Exercise*, ed 3. Williams & Wilkins, Baltimore, 1978.
58. Swanson, G: "Functional outcome report: The next generation in physical therapy reporting". En Stewart, D, y Abeln, S: *Documenting Functional Outcomes in Physical Therapy*, Mosby-Yearbook, St Louis, 1993.
59. Task Force on Standards for Measurement in Physical Therapy. "Standards for tests and measurements in physical therapy practice". *Phys Ther* 71:589, 1991.
60. Tippett, SR: "Closed chain exercise". *Orthopedic Physical Therapy Clinics of North America* 1:253-267, 1992.
61. Umphried, DA (ed): *Neurological Rehabilitation*. CV Mosby, St Louis, 1985.
62. Vallbona, C: Bodily responses to immobilization. En Kottke, FJ, Stillwell, GK, y Lehmann, JF (eds): *Krusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation*. WB Saunders, Filadelfia, 1982.
63. Vogel, JA: "Introduction to the symposium: Physiological responses and adaptations to resistance exercise". *Med Sci Sports Exerc* (Suppl) 20:131-134, 1988.
64. Voss, DE, Ionta, MK, y Myers, BJ: *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*, ed 3. Harper & Row, Filadelfia, 1985.
65. Wolf, SL: *Clinical Decision Making in Physical Therapy*. FA Davis, Filadelfia, 1985.

Capítulo

2

Amplitud del movimiento (movilidad)

El movimiento de un segmento corporal se produce cuando los músculos o bien fuerzas externas mueven los huesos. Los huesos se mueven unos respecto a otros mediante las articulaciones que los conectan. La estructura de las articulaciones, así como la integridad y flexibilidad de los tejidos blandos que las rodean, afecta al grado de movimiento que se produce entre dos huesos cualesquiera. El máximo movimiento posible se denomina **amplitud del movimiento (ROM = *range of motion*) (movilidad)**. Cuando se mueve un segmento en toda su amplitud, todas las estructuras de la región resultan afectadas: músculos, superficies articulares, cápsulas, ligamentos, fascias, vasos y nervios. Las actividades de la amplitud del movimiento se describen con mayor facilidad haciendo referencia a la movilidad articular y la extensibilidad muscular. Para describir la movilidad articular se emplean términos como flexión, extensión, abducción, aducción y rotación. La amplitud del movimiento articular suele medirse con un goniómetro y se registra en grados.[2,15,16] La extensibilidad muscular se vincula a la excursión funcional de los músculos.

La **excursión funcional** es la distancia que un músculo es capaz de acortarse después de haberse elongado al máximo.[13] En algunos casos, en la excursión funcional o extensibilidad de un músculo influye directamente la articulación que cruza. Por ejemplo, la extensibilidad del músculo braquial está limitada por la amplitud disponible de la articulación del codo. Esto es cierto en el caso de los músculos uniarticulares (músculos con sus inserciones proximales y distales en los huesos dispuestos a ambos lados de una articulación). En el caso de los músculos biarticulares y poliarticulares (músculos que cruzan dos o más articulaciones), su extensibilidad supera los límites de cualquiera de las articulaciones que cruzan. El músculo bíceps braquial es un ejemplo de músculo biarticular que opera en el codo. Si contrae y mueve el codo en flexión y el antebrazo en supinación al tiempo que mueve el hombro en flexión, se acortará hasta un punto conocido como insuficiencia activa, pasado el cual no podrá acortarse más. Éste es un extremo de su extensibilidad. El músculo se elonga por completo si se extiende el codo, se mueve el antebrazo en pronación, al tiempo que extiende el hombro. Cuando se elonga por completo, es una posición conocida como insuficiencia pasiva. Los músculos biarticulares o multiarticulares funcionan normalmente en la porción media de su excursión funcional, donde existen relaciones ideales de tensión y longitud.[13]

Para mantener la amplitud del movimiento normal, los segmentos deben moverse periódicamente en toda su amplitud, sea la amplitud articular o la amplitud muscular. Se reconoce que muchos factores pueden reducir la movilidad, como enfermedades sistémicas, articulares, neurológicas o musculares; lesiones traumáticas o quirúrgicas; o simplemente la inactividad o inmovilización por cualquier motivo. Desde el punto de vista terapéutico, las actividades de la amplitud del movimiento tienen como fin el mantenimiento de la articulación *existente* y la movilidad de los tejidos blandos, lo cual reduce al mínimo los efectos de la formación de contracturas.[3]

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, el lector podrá:

1. Describir la amplitud del movimiento y lo que la afecta.

2. Definir la amplitud del movimiento pasiva, activa y activa-asistida.

3. Identificar indicaciones y objetivos para las actividades de la amplitud del movimiento activa o pasiva.

4. Identificar las limitaciones de las actividades de la amplitud del movimiento activa y pasiva.

5. Identificar contraindicaciones para la amplitud del movimiento.

6. Describir procedimientos para aplicar las técnicas de la amplitud del movimiento.

7. Aplicar técnicas para la amplitud del movimiento articular y muscular empleando los planos anatómicos de movimiento.

8. Aplicar técnicas para la amplitud combinada del movimiento.

9. Aplicar técnicas de la amplitud del movimiento empleando autoasistencia y asistencia mecánica, como son una vara, un pasamanos, poleas, tablas deslizantes y aparatos de suspensión.

10. Describir los beneficios y procedimientos para el empleo del equipo de movimiento pasivo continuado (MPC).

I. Definiciones de los ejercicios de la amplitud del movimiento (movilidad)

A. Cinesiterapia pasiva

Movimiento dentro de los límites de la movilidad articular (ROM) sin restricción de un segmento que se produce por completo por acción de una *fuerza externa*; no hay contracción muscular voluntaria. La fuerza externa puede proceder de la gravedad, de una máquina o de otra persona u otra parte del propio cuerpo de la persona.[5] Movilidad pasiva y estiramiento pasivo no son sinónimos; véanse en el capítulo 5 las definiciones y descripciones de estiramiento pasivo.

B. Cinesiterapia activa

Movimiento dentro de los límites de la movilidad sin restricción de un segmento, que se produce por acción de una contracción activa de los *músculos* que cruzan esa articulación.

C. Cinesiterapia activa-asistida

Un tipo de movilidad activa donde una fuerza externa proporciona ayuda, mecánica o manual, dado que el músculo principal requiere asistencia para completar el movimiento.

II. Indicaciones y objetivos de los ejercicios de movilidad

A. Movilidad pasiva

1. Cuando un paciente no puede o se supone que no puede mover activamente un segmento o segmentos del cuerpo, como en estado de coma, parálisis o reposo completo en cama, o cuando hay una reacción inflamatoria y la movilidad activa es dolorosa, se emplea **movilidad pasiva** controlada para reducir las complicaciones de la inmovilización con el fin de:[5]

a. Mantener la integridad de la articulación y los tejidos blandos.

b. Reducir al mínimo los efectos de la formación de **contracturas.**

c. Mantener la elasticidad mecánica de los músculos.

d. Ayudar a la circulación y la dinámica vascular.

e. Mejorar el movimiento sinovial para la nutrición de los cartílagos y la difusión de materiales en la articulación.

f. Reducir o inhibir el dolor.

g. Ayudar al proceso de curación después de una lesión o cirugía.

h. Ayudar a mantener la conciencia de movimiento del paciente.

2. Cuando un terapeuta evalúa las estructuras inertes (ver capítulo 1), la movilidad pasiva se emplea para determinar las limitaciones del movimiento, determinar la estabilidad articular y determinar la elasticidad de los músculos y otras partes blandas.

3. Cuando un terapeuta está enseñando un programa de ejercicio activo, la movilidad pasiva se emplea para demostrar el movimiento deseado.

4. Cuando un terapeuta está preparando un paciente para los estiramientos, la movilidad pasiva se emplea con frecuencia antes de las técnicas de estiramiento pasivo. Las técnicas para aumentar la amplitud del movimiento cuando el movimiento está restringido se describen en los capítulos 5 y 6.

B. Movilidad activa y activa-asistida

1. Cuando un paciente pueda contraer activamente los músculos y mover un segmento con o sin ayuda, y no haya contraindicaciones, se empleará la **movilidad activa** para:

a. Cumplir los mismos objetivos de la movilidad pasiva con los beneficios añadidos producto de la contracción muscular.

b. Mantener la elasticidad y contractilidad fisiológicas de los músculos participantes.

c. Proporcionar retroalimentación sensorial procedente de los músculos que se contraen.

d. Proporcionar un estímulo para la integridad de los huesos y tejidos articulares.

e. Aumentar la circulación y prevenir la formación de trombos.

f. Desarrollar la coordinación y las destrezas motoras para actividades funcionales.

2. Cuando un paciente presenta una musculatura débil (grado malo a regular en la prueba muscular), se emplea la **movilización activo-asistida** con el fin de ofrecer ayuda suficiente a los músculos de modo cuidadosamente controlado para que puedan funcionar al máximo nivel y fortalecerse de modo progresivo.

3. Cuando un paciente entra en un programa de preparación física aeróbica, se usa la movilización activa-asistida o activa para mejorar las respuestas cardiovascular y respiratoria si se hace con múltiples repeticiones y se controlan los resultados (ver capítulo 4).

C. Consideraciones especiales

1. Cuando se inmoviliza un segmento del cuerpo durante un período de tiempo, se emplea la movilización en regiones por encima y por debajo del segmento inmovilizado con el fin de:

a. Mantener las áreas en un estado todo lo normal que sea posible.

b. Prepararlo para nuevas actividades, como caminar con muletas.

2. Cuando un paciente está encamado, se emplea la movilización para evitar las complicaciones debidas a la reducción de la circulación, la desmineralización ósea y la reducción de la función cardíaca y respiratoria.

III. Limitaciones de la amplitud del movimiento

A. Limitaciones del movimiento pasivo

1. Tal vez sea difícil conseguir una verdadera amplitud del movimiento pasiva cuando el músculo está inervado y el paciente está consciente.

2. El movimiento pasivo *no*:

a. Impedirá la atrofia muscular.

b. Aumentará la fuerza o resistencia física

c. Ayudará a mejorar la circulación en el grado en que lo hace la contracción activa de un músculo voluntario.

B. Limitaciones de la movilidad activa

1. En los músculos fuertes, *no* mantendrá ni aumentará la fuerza (ver capítulo 3).

2. N*o* desarrollará la destreza ni la coordinación excepto en los patrones de movimiento utilizados.

IV. Precauciones y contraindicaciones para los ejercicios de movilidad

A. Aunque la movilización activa y la pasiva están contraindicadas en cualquier circunstancia cuando el movimiento de una porción podría interrumpir el proceso de curación, la inmovilidad completa provoca la formación de adherencias y contracturas, la circulación se enlentece y se prolonga el tiempo de recuperación. A la luz arrojada por la investigación de Salter[21] y otros,[14] se ha demostrado que iniciar pronto la cinesiterapia pasiva y continuada dentro de la amplitud indolora es beneficioso para la curación y temprana recuperación de muchas lesiones articulares y de tejidos blandos (ver sección IX.A). Históricamente, la movilización estaba contraindicada justo después de desgarros agudos, fracturas e intervenciones quirúrgicas, pero, dados los beneficios del movimiento controlado –que se ha demostrado que reducen el dolor y aumentan el ritmo de recuperación–, se recurre al movimiento controlado desde el principio siempre y cuando se vigile la tolerancia del paciente. Es obligatorio que el terapeuta reconozca el valor y el abuso potencial del movimiento y se limite a la amplitud, velocidad y tolerancia del paciente durante la fase aguda de la recuperación.[5] Está contraindicado provocar traumatismos adicionales en la parte lesionada. Son signos de un movimiento excesivo o erróneo el aumento del dolor y de la inflamación (mayor hinchazón, calor y enrojecimiento) (véanse en el capítulo 7 los principios del uso de los distintos tipos de movimiento activo y pasivo terapéutico).

B. Por lo general la movilización activa de las extremidades superiores y la deambulación limitada cerca de la cama se toleran como ejercicios tempranos después de un infarto agudo de miocardio, una operación de derivación aortocoronaria o una angioplastia coronaria transluminal percutánea.[4,7] Es necesario una monitorización cuidadosa de los síntomas, el esfuerzo percibido y la tensión arterial. Si la respuesta del paciente o la enfermedad es potencial-

mente mortal, la movilización pasiva se iniciará con mucho cuidado en las articulaciones principales junto con algo de movilización activa en los tobillos y pies para evitar la estasis venosa y la formación de trombos. Las actividades individualizadas se inician y avanzan gradualmente a medida que aumenta la tolerancia del paciente.[4,7]

C. La movilización no es sinónimo de estiramiento. Véanse en los capítulos 5 y 6 las precauciones y contraindicaciones para las técnicas de estiramientos activos y pasivos.

V. Procedimientos para aplicar las técnicas de la amplitud del movimiento

A. Basándose en la evaluación de las deficiencias y el nivel funcional del paciente, se determinará cuándo se cumplirán los objetivos de las movilizaciones, pasiva, activa-asistida y activa.

B. Se coloca al paciente en una posición cómoda que permita al terapeuta mover el segmento en toda la amplitud disponible. Nos aseguraremos de que el paciente presente una alineación correcta del cuerpo.

C. Se liberará la región de cualquier, ropa, férula y vendaje que restrinja el movimiento. Se cubrirá con tallas si fuera necesario.

D. El terapeuta se coloca de modo que haga un empleo correcto de la mecánica de su cuerpo.

E. Para controlar el movimiento, se sujeta la extremidad por las articulaciones. Si las articulaciones duelen, se modifica la prensión, pero siempre aportando el apoyo necesario para el control.

F. Se sostendrán las áreas de poca integridad estructural como articulaciones hipermóviles, puntos de fractura reciente o segmentos paralizados de una extremidad.

G. Se moverá el segmento en toda su amplitud libre de dolor. No se forzará más allá de la amplitud permitida. Si se fuerza el movimiento, se convertirá en una técnica de estiramiento (véanse en el capítulo 5 los principios y técnicas de los estiramientos).

H. Se realizarán los movimientos con fluidez y rítmicamente, de 5 a 10 repeticiones. El número de repeticiones depende de los objetivos del programa y del estado del paciente y su respuesta al tratamiento.

I. Si el plan de asistencia incluye la utilización de la ROM *pasiva*:

1. La fuerza del movimiento es externa, a cargo del terapeuta o de un aparato mecánico. Cuando sea apropiado, el paciente puede aportar la fuerza enseñándosele a mover esa parte con una extremidad sana.

2. No se aplica ninguna resistencia activa ni ayuda por parte de los músculos del paciente que cruzan la articulación. De ser así, se convierte en un ejercicio activo.

3. El movimiento se lleva a cabo dentro de la amplitud del movimiento libre, es decir, la amplitud posible sin que haya dolor ni el movimiento sea forzado.

J. Si el plan de asistencia consiste en el empleo de la movilización *activa-asistida o activa*:

1. Se mostrará al paciente cuál es el movimiento deseado empleando un movimiento pasivo, luego se le pedirá que ejecute el movimiento. El terapeuta coloca las manos en posición para ayudar o guiar al paciente si fuera necesario.

2. Sólo se presta ayuda cuando se necesite que el movimiento sea armonioso. Cuando haya debilidad, tal vez se requiera ayuda sólo al comienzo o al final de la ROM.

3. La movilización se ejecuta dentro de la amplitud posible del movimiento.

K. Las técnicas de la movilización pueden realizarse en:

1. Los planos anatómicos de la amplitud del movimiento (frontal, sagital, transverso).

2. Amplitud de la elongación muscular (antagonista a la línea de tracción del músculo).

3. Patrones combinados (movimientos combinados que incorporan varios planos de movimiento).

4. Patrones funcionales (movimientos empleados en actividades de la vida diaria).

L. Se monitorizará el estado general del paciente durante y después del procedimiento. Repárese en cualquier cambio de los signos vitales, cualquier cambio del calor y el color del segmento y cualquier cambio de la amplitud del movimiento, el dolor o la calidad del movimiento.

M. Se documentarán las reacciones observables y mensurables al tratamiento.

N. Se modifica o avanza el tratamiento cuando sea necesario.

VI. Técnicas para la movilidad articular y muscular empleando los planos anatómicos de movimiento

Las descripciones siguientes son, en su mayor parte, propias para pacientes tumbados en decúbito supino. Son posibles posiciones alternativas para muchos movimientos y, en el caso de algunos movimientos, necesarias. En aras de la eficacia, se realizarán todos los movimientos posibles en una misma posición, cambiando

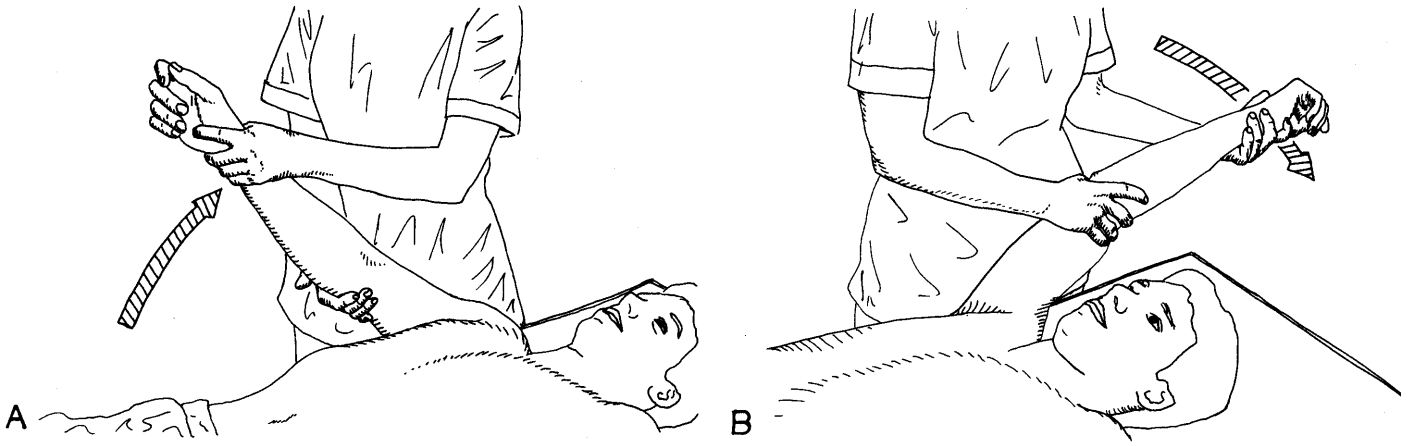


Figura 2.1. Colocación y posiciones de las manos para (A) iniciar y (B) completar la flexión del hombro.

luego la posición del paciente para realizar todos los movimientos apropiados en esa nueva posición, progresando el tratamiento con la mínima alteración de la postura del paciente. Los distintos somatotipos y las limitaciones ambientales pueden precisar variaciones de la colocación sugerida para las manos. El terapeuta debe emplear una buena mecánica corporal mientras aplica estabilización y movimiento sobre el paciente para cumplir los objetivos terapéuticos y evitar lesiones en estructuras debilitadas, que es la consideración primaria.

NOTA: El término "mano superior" alude a la mano del terapeuta más cercana a la cabeza del paciente; "mano inferior" es la que está más cerca del pie del paciente. Las movilizaciones de los antagonistas se agrupan para facilitar la aplicación.

A. Extremidad superior

1. Hombro: flexión y extensión (fig. 2.1 A y B)

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTO DE LAS MANOS

Se sujeta el brazo del paciente por debajo del codo con la mano inferior. Con la mano superior, se cruza por encima y se sujeta la muñeca y la palma de la mano del paciente. Se levanta el brazo en toda su amplitud posible y se vuelve a la posición inicial.

NOTA: Para que el movimiento sea normal, la escápula debe ser libre para girar hacia arriba mientras se flexiona el hombro. Si sólo se quiere que haya movimiento en la articulación glenohumeral, la escápula se estabiliza tal y como se describe en la sección sobre estiramientos (capítulo 5).

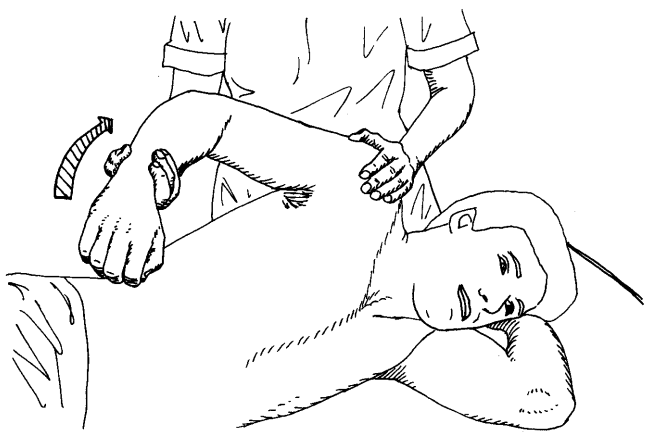


Figura 2.2. Hiperextensión del hombro con el paciente en decúbito lateral.

2. Hombro: extensión (hiperextensión) (fig. 2.2)

POSICIONES ALTERNANTES

Es posible la extensión pasado el punto cero si el hombro del paciente en decúbito supino se halla en el borde de la cama, o si el paciente se coloca en decúbito lateral o prono.

3. Hombro: abducción y aducción (fig. 2.3)

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTO DE LAS MANOS

Se colocan las manos igual que para la flexión, pero el brazo se aleja del costado. El costado puede estar flexionado.

NOTA: Para conseguir abducción completa, debe haber rotación externa del húmero y rotación ascendente de la escápula.

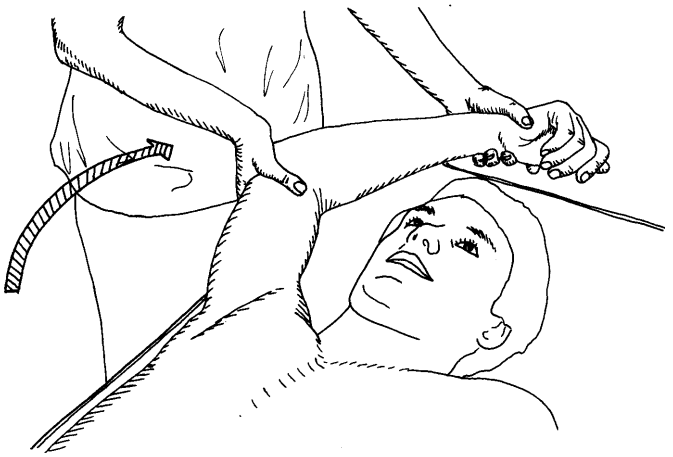


Figura 2.3. Abducción del hombro con el codo flexionado.

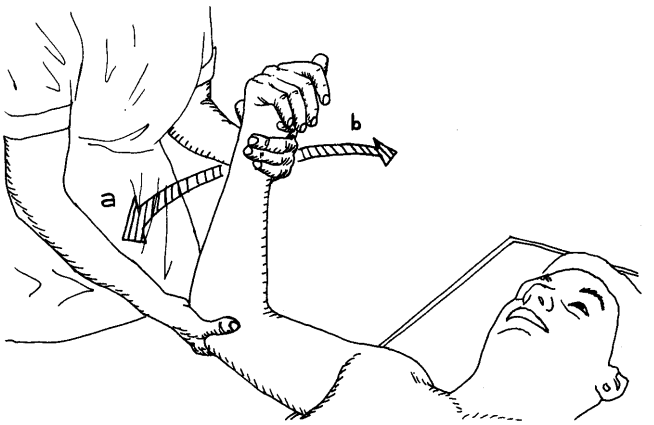


Figura 2.4. Posición para iniciar la rotación (a) interna y (b) externa del hombro.

4. Hombro: rotación interna (medial) y externa (lateral) (fig. 2.4)

POSICIÓN INICIAL DEL BRAZO

Si es posible, el brazo se mueve 90 grados en abducción, el codo se flexiona 90 grados, y el antebrazo se mantiene en una posición neutra. También puede girarse con el brazo del paciente al lado del tórax, si bien no será posible que haya rotación interna total.

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTO DE LAS MANOS

Se coge la mano y la muñeca con el dedo índice entre el pulgar y el índice del paciente. El terapeuta coloca el pulgar y los dedos a ambos lados de la muñeca del paciente para estabilizarla. Con la otra mano estabiliza el codo. Se gira el húmero moviendo el antebrazo como si fuera el radio de una rueda.

5. Hombro: abducción (extensión) y aducción (flexión) horizontales (fig. 2.5 A y B)

POSICIÓN DEL BRAZO

Para conseguir abducción horizontal completa, el hombro debe situarse sobre el borde de la cama. Se empieza con el brazo flexionado o en 90 grados de abducción.

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTO DE LAS MANOS

La colocación de las manos es la misma que para la flexión, si bien el terapeuta gira el cuerpo y mira la cabeza del paciente mientras el brazo del paciente se aleja del costado y cruza el cuerpo.

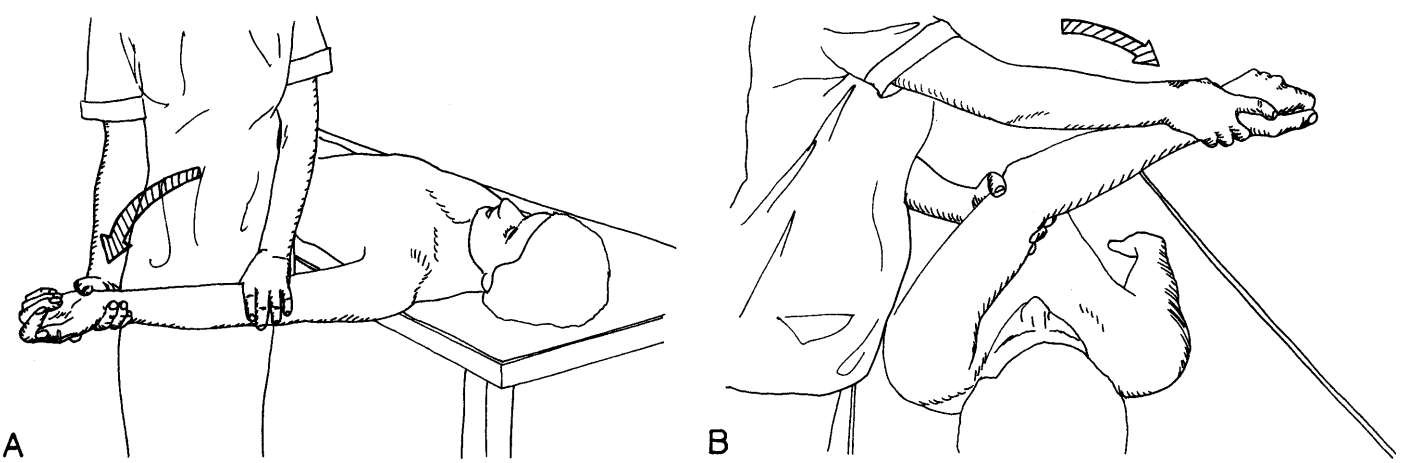


Figura 2.5. (A) Abducción y (B) aducción horizontales del hombro.

6. Escápula: elevación/depresión, protracción/retracción y rotación ascendente/descendente

POSICIONES ALTERNANTES

En decúbito prono, con el brazo del paciente junto al costado (fig. 2.6), o en decúbito lateral, con el paciente mirando al terapeuta y el brazo del paciente sujeto bajo el brazo inferior del terapeuta.

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTO DE LAS MANOS

Se ahueca la mano sobre el acromion y se coloca la otra rodeando el ángulo inferior de la escápula. Para los movimientos de elevación, depresión, protracción y retracción, también se mueve la clavícula cuando los movimientos escapulares se producen desde el acromion. En la rotación se dirigen los movimientos escapulares desde el ángulo inferior.

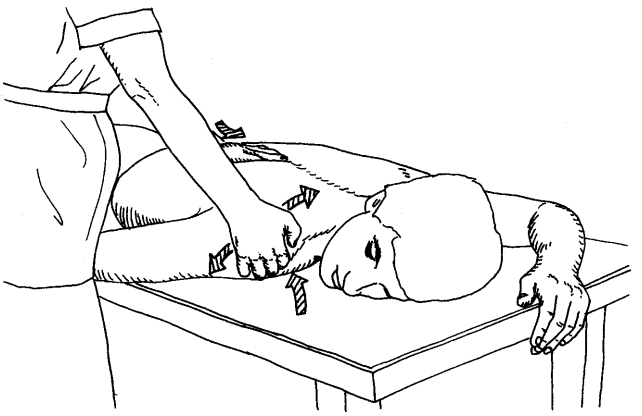


Figura 2.6. Movimientos escapulares con el paciente en decúbito prono.

7. Codo: flexión y extensión (fig. 2.7)

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTO DE LAS MANOS

La colocación de las manos es la misma que para la flexión del hombro, excepto en que el movimiento se produce en el codo al flexionarse y extenderse.

NOTA: Se controla la supinación y pronación del antebrazo con los dedos rodeando la muñeca. La flexión y extensión del codo se realizan con el antebrazo en pronación y supinación. El hombro no debe abducirse cuando se extienda el codo; esto enmascara la verdadera amplitud.

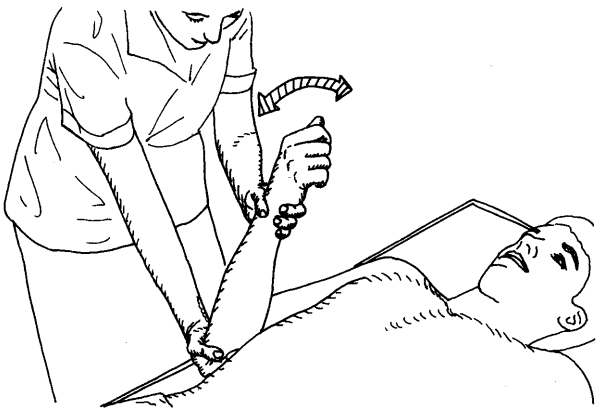


Figura 2.7. Movimientos del codo con el antebrazo en supinación.

8. Elongación de los músculos biarticulares que cruzan el hombro y el codo

a. Músculo bíceps braquial (fig. 2.8).

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito supino, con el hombro sobre el borde de la camilla, para que pueda extenderse más allá de la posición neutra.

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTO DE LAS MANOS

Primero se mueve el antebrazo del paciente en pronación cogiéndolo por la muñeca, y luego se extiende el codo sosteniéndolo por debajo. A continuación se extiende el hombro (hiperextensión) hasta que el paciente sienta malestar en la región anterior del brazo. En este punto se alcanza la elongación disponible completa del músculo bíceps (biarticular).

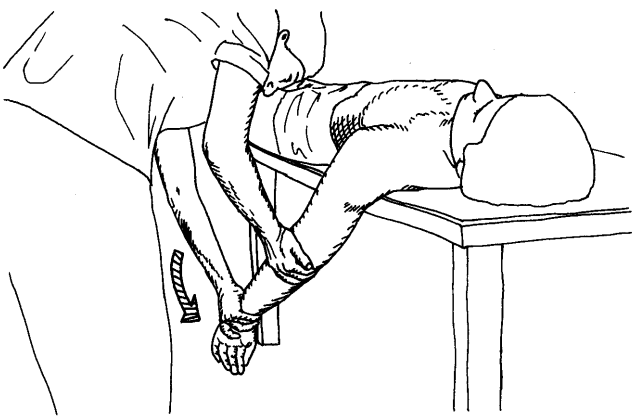


Figura 2.8. Amplitud final del movimiento del músculo bíceps braquial.

b. Cabeza larga del músculo tríceps braquial (fig. 2.9).

POSICIONES ALTERNANTES

Cuando la amplitud de este músculo sea casi normal, el paciente permanecerá sentado o de pie para conseguir la amplitud completa. Cuando la limitación de la elongación del músculo sea acusada, la maniobra puede realizarse en decúbito supino.

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTO DE LAS MANOS

Primero, se flexiona el codo del paciente en toda su extensión con una mano sobre la porción distal del antebrazo; luego se flexiona el hombro elevándolo sobre el húmero con la otra mano debajo del codo. Se alcanza la amplitud completa cuando el paciente experimenta malestar en la región posterior del brazo.

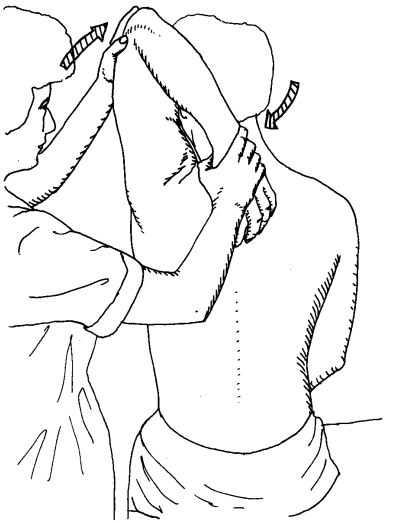


Figura 2.9. Amplitud final del movimiento de la cabeza larga del músculo tríceps braquial.

9. Antebrazo: pronación y supinación (fig. 2.10)

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTO DE LAS MANOS

Se sujeta la muñeca del paciente, sosteniendo la mano con el índice y colocando el pulgar y el resto de los dedos a ambos lados de la porción distal del antebrazo. El movimiento es un rodamiento del radio sobre el cúbito por la porción distal del radio. Se estabiliza el codo con la otra mano.

COLOCACIÓN ALTERNATIVA DE LAS MANOS

Se sujeta la porción distal del antebrazo del paciente entre las palmas de las manos.

NOTA: La pronación y supinación deben realizarse con el codo flexionado y extendido.

***Cuidado*:** No debe someterse la muñeca a tensión girando la mano; se controla el movimiento de pronación y supinación moviendo el radio sobre el cúbito.

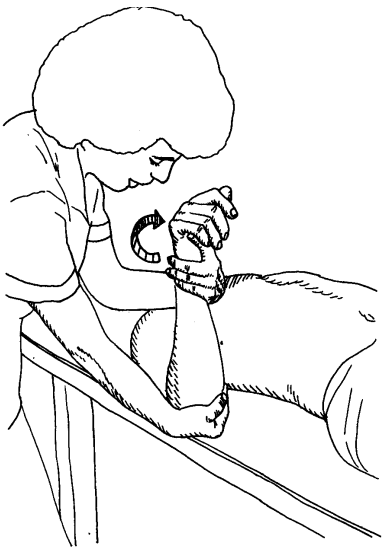


Figura 2.10. Pronación del antebrazo.

10. Muñeca: flexión (flexión palmar) y extensión (dorsiflexión), desviación radial y cubital (fig. 2.11)

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTO DE LAS MANOS

Para todos estos movimientos de la muñeca, se sujeta la mano del paciente justo distal a la articulación y se estabiliza el antebrazo con la otra mano.

NOTA: La elongación de los músculos extrínsecos de los dedos afectará a la amplitud del movimiento de la muñeca si aquéllos se someten a tensión. Para conseguir la amplitud completa de la articulación de la muñeca, hay que dejar que los dedos se muevan con libertad mientras el terapeuta mueve la muñeca.

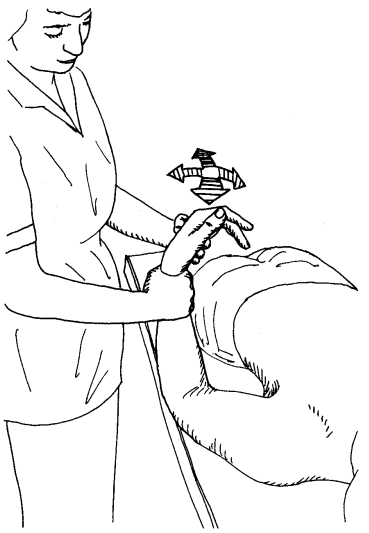


Figura 2.11. Amplitud del movimiento de la muñeca.

11. Mano: convexidad y concavidad del arco de la mano en las articulaciones carpometacarpianas e intermetacarpianas (fig. 2.12)

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTO DE LAS MANOS

El terapeuta mira hacia la mano del paciente; coloca los dedos en la palma de la mano del paciente y los pulgares sobre la cara posterior. Se hacen rodar los metacarpianos para aumentar el arco y luego se aplana.

COLOCACIÓN ALTERNANTE DE LAS MANOS

Se pone una mano sobre la cara posterior de la mano del paciente con los dedos y el pulgar ahuecados y cubriendo los metacarpianos.

NOTA: Son importantes la extensión y abducción del pulgar en la articulación carpometacarpiana para mantener el espacio interdigital y el movimiento funcional de la mano. La movilización aislada de flexión-extensión y abducción-aducción de esta articulación se realiza como se describe en el punto 12.

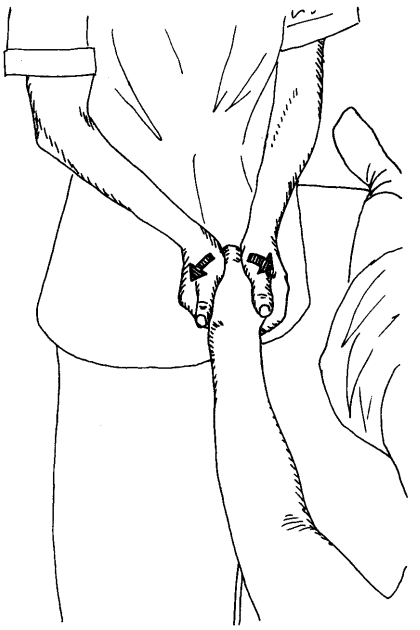


Figura 2.12. Movilización en convexidad y concavidad de la mano.

12. Articulaciones del pulgar y los dedos: flexión y extensión y abducción y aducción (de las articulaciones metacarpofalángicas de los dedos) (fig. 2.13 A y B)

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTO DE LAS MANOS

Cada articulación de la mano del paciente puede moverse por separado estabilizando el hueso proximal con el índice y el pulgar de una mano, y moviendo el hueso distal con el índice y el pulgar de la otra. Dependiendo de la posición del paciente, el antebrazo y la mano se estabilizan sobre la camilla o contra el cuerpo del terapeuta.

MÉTODO ALTERNATIVO

Se pueden mover varias articulaciones simultáneamente si se proporciona la estabilización adecuada. Ejemplo: para mover las articulaciones metacarpofalángicas de los dedos 2 a 5, se estabilizan los metacarpianos con una mano y se mueven todas las falanges proximales con la otra.

NOTA: Para conseguir la máxima amplitud del movimiento articular, no se ejerce tensión sobre los músculos extrínsecos que van a los dedos. La tensión sobre los músculos puede aliviarse alterando la posición de la muñeca a medida que se mueven los dedos.

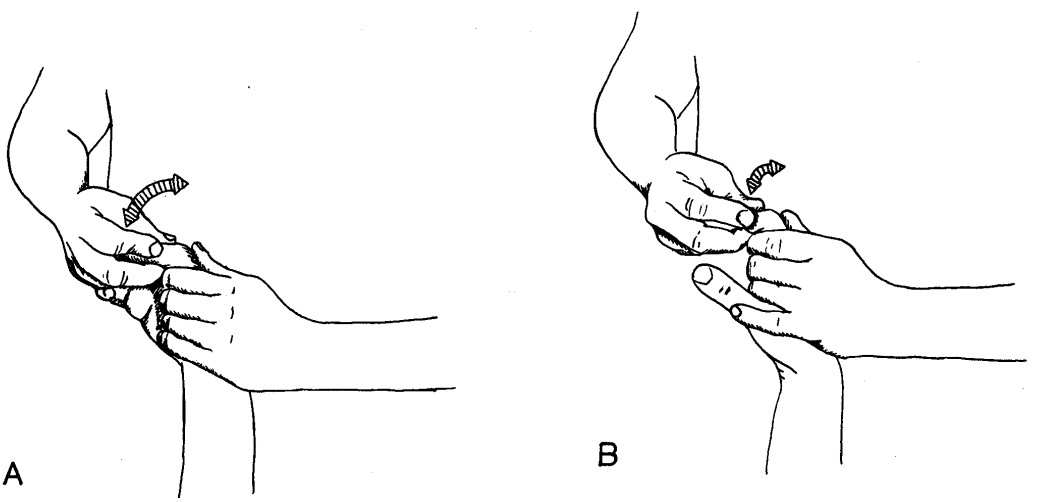


Figura 2.13. Movilización de (A) la articulación metacarpofalángica del pulgar y (B) de la articulación interfalángica de un dedo.

13. Estiramiento de los músculos extrínsecos de la muñeca y la mano

TÉCNICA GENERAL

Los músculos de una articulación se estiran al mismo tiempo, se estabiliza esa articulación y luego se estira el músculo sobre la siguiente articulación hasta que los músculos poliarticulares alcancen la máxima longitud. Para reducir al mínimo la compresión de las pequeñas articulaciones de los dedos, se empieza el movimiento con la articulación más distal.

a. Músculos flexores profundo y superficial de los dedos (fig. 2.-14A)

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTO DE LAS MANOS

Primero se extienden las articulaciones interfalángicas distales, se estabilizan y se extienden las articulaciones interfalángicas proximales. Se sostienen estas articulaciones; luego se extienden las articulaciones metacarpofalángicas.

Se estabilizan todas las articulaciones de los dedos y se empieza a extender la muñeca. Cuando el paciente siente malestar en el antebrazo, es porque los músculos están completamente estirados.

b. Músculos extensores de los dedos (fig. 2.14B)

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTO DE LAS MANOS

Primero se flexionan las articulaciones interfalángicas distales del paciente y se mantienen. A continuación se flexionan las articulaciones interfalángicas proximales y luego las articulaciones metacarpofalángicas. Al tiempo que se estabilizan todas estas articulaciones en posición flexionada, se empieza a flexionar la muñeca hasta que el paciente sienta malestar en el dorso de la mano.

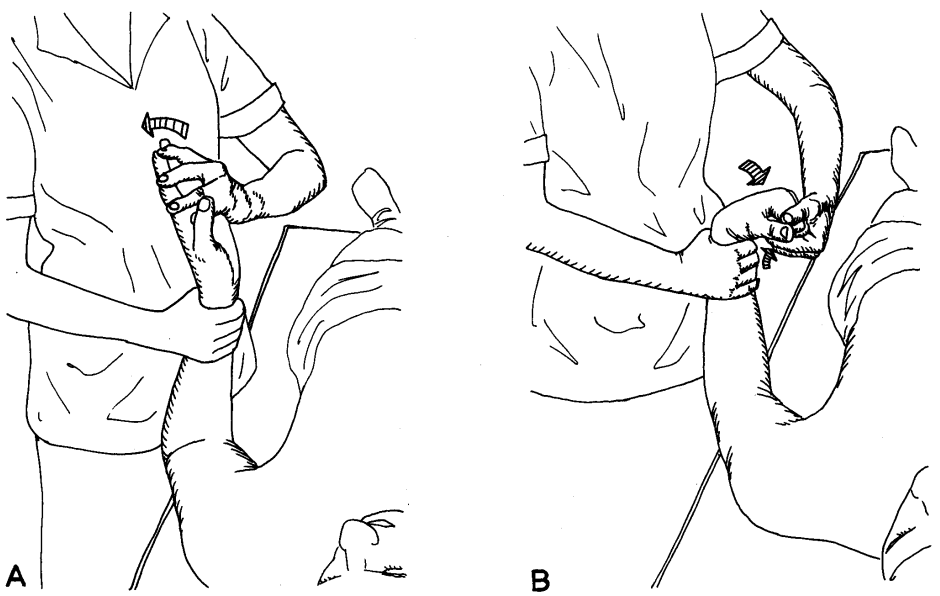


Figura 2.14. Recorrido externo de (A) los músculos flexores y (B) extensores extrínsecos de los dedos.

B. Extremidad inferior

1. Cadera y rodilla: flexión y extensión simultáneas (fig. 2.15 A y B)

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTO DE LAS MANOS

Se sostiene la pierna del paciente con los dedos de la mano superior debajo de la rodilla del paciente y la mano inferior debajo del talón. A medida que la rodilla se flexiona en toda su amplitud, se desplazan los dedos al lado del muslo.

NOTA: Para conseguir la amplitud completa de la flexión de cadera, la rodilla también debe flexionarse para liberar la tensión de los isquiotibiales. Para alcanzar la amplitud completa de la flexión de la rodilla, la cadera debe flexionarse para liberar la tensión del músculo recto femoral (ver punto 3).

2. Cadera: extensión (hiperextensión) (fig. 2-16)

POSICIONES ALTERNATIVAS

El paciente debe estar en decúbito prono o lateral si su movimiento es normal o casi normal.

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTO DE LAS MANOS

Si el paciente está en decúbito prono, se levanta la mano inferior debajo de la rodilla del paciente; se estabiliza la

Figura 2.15. (A) Inicio y (B) conclusión de la flexión combinada de cadera y rodilla.

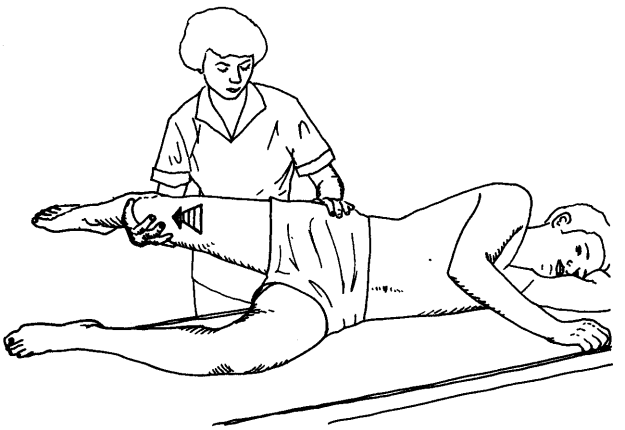


Figura 2.16. Colocación de las manos para completar la amplitud total de la extensión de la cadera con el paciente en decúbito lateral.

Figura 2.17. Movilización con participación del grupo de músculos isquiotibiales.

pelvis con la mano o el brazo superiores. Si el paciente está en decúbito lateral, se desplaza la mano inferior debajo del muslo y se coloca sobre la superficie anterior; se estabiliza la pelvis con la mano superior.

NOTA: Si la rodilla se extiende por completo, el músculo recto femoral se estira, y la amplitud completa de extensión de la cadera queda limitada por la tensión sobre el músculo (ver punto 3, parte b).

3. Estiramiento de los músculos biarticulares que cruzan la cadera y la rodilla

a. Grupo de músculos isquiotibiales (fig. 2.17)

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTO DE LAS MANOS

Se coloca la mano inferior bajo el talón del paciente y la otra sobre la cara anterior de la rodilla del paciente. Se mantiene la rodilla en extensión mientras se flexiona la cadera.

VARIACIÓN

Si los isquiotibiales están tan tensos que limitan la extensión de la rodilla, la amplitud disponible del músculo se consigue extendiendo la rodilla lo que deje el músculo sin mover la cadera.

COLOCACIÓN ALTERNATIVA DE LAS MANOS

Si la rodilla requiere apoyo, se apoyará la pierna del paciente en el brazo inferior con el codo flexionado debajo de la pantorrilla y la mano cruzando la cara anterior de la rodilla del paciente. La otra mano sostiene o estabiliza cuando se requiere.

b. Músculo recto femoral

POSICIÓN Y MOVIMIENTO DEL PACIENTE

En decúbito supino con las rodillas flexionadas sobre el borde de la camilla. Se continúa flexionando la rodilla

del paciente hasta que sienta malestar en la cara anterior del muslo, lo que significa que se ha alcanzado la amplitud completa disponible.

POSICIÓN Y MOVIMIENTO ALTERNATIVOS

En decúbito prono; se flexiona la rodilla del paciente hasta que sienta malestar en la cara anterior del muslo (ver fig. 5.18). Si el paciente tiene mucha flexibilidad, la cadera tal vez tenga que extenderse después de que la rodilla esté completamente flexionada (parecido a las figs. 2.16 y 5.9, excepto porque la rodilla está completamente flexionada antes de extender la cadera).

4. Cadera: abducción y aducción (fig. 2.18)

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTO DE LAS MANOS

Se sostiene la pierna del paciente con la mano superior debajo de la rodilla y la mano inferior debajo del tobillo. Para conseguir la amplitud completa en aducción, la pierna contraria necesita estar en una posición de abducción parcial. Se mantienen la cadera y rodilla del paciente en extensión y neutras respecto a la rotación cuando se realiza la abducción y aducción.

5. Cadera: rotación interna (medial) y externa (lateral)

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTOS DE LAS MANOS CON LA CADERA Y LA RODILLA EXTENDIDAS

Se sujeta con la mano superior la pierna del paciente proximal a la rodilla, y proximal al tobillo con la mano inferior. Se hace rodar el muslo hacia dentro y afuera.

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTOS DE LAS MANOS CON LA CADERA Y LA RODILLA EXTENDIDAS (fig. 2.19)

Se flexionan 90 grados la cadera y la rodilla del paciente; se sostiene la rodilla con la mano superior. Se aguanta el muslo con el brazo inferior, y también la porción proximal de la pantorrilla con la mano inferior. Se gira el fémur moviendo la pierna como un péndulo. Esta colocación de las manos proporciona cierto apoyo a la rodilla, aunque debe hacerse con precaución si la rodilla presenta inestabilidad.

6. Tobillo: dorsiflexión (fig. 2.20)

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTOS DE LAS MANOS

Con la mano superior se estabiliza la pierna en torno a los maléolos. Se coge el talón del paciente con la mano inferior y se coloca el antebrazo a lo largo de la planta del pie. Se mueve el calcáneo en dirección distal con el pulgar y los dedos empujan hacia arriba con el antebrazo.

NOTA: Si la rodilla está flexionada, puede obtenerse la amplitud completa de la articulación tibioastragalina. Si la rodilla está extendida, puede conseguirse el estiramiento del músculo gastrocnemio (biarticular), si bien el gastrocnemio limitará la amplitud completa en dorsiflexión. La dorsiflexión debe realizarse en ambas posiciones de la rodilla para dar amplitud a la articulación y al músculo.

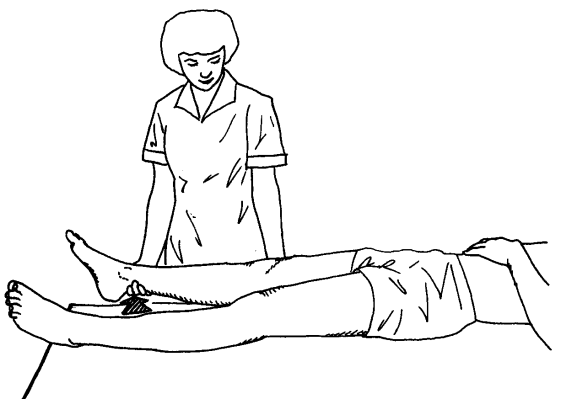


Figura 2.18. Abducción de la cadera, manteniéndola en extensión y neutra a la rotación.

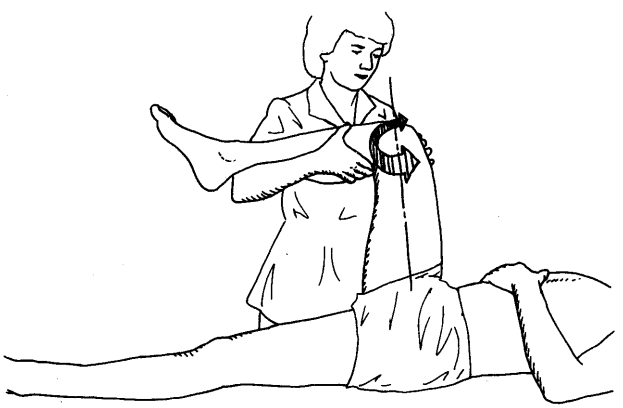


Figura 2.19. Rotación de la cadera en 90 grados de flexión.

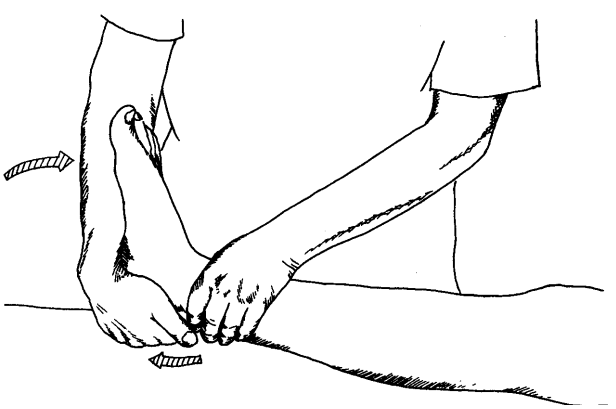


Figura 2.20. Dorsiflexión del tobillo.

7. Tobillo: flexión plantar

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTOS DE LAS MANOS

Se coloca la mano superior en el dorso del pie y se empuja para que adopte flexión plantar; la otra mano sostiene el talón.

NOTA: En el caso de pacientes encamados, el tobillo tiende a asumir una posición de flexión plantar por el peso de las mantas y la tracción de la gravedad, por lo que tal vez no sea necesario practicar este movimiento.

8. Articulación subastragalina: inversión y eversión (fig. 2.21 A y B)

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTOS DE LAS MANOS

Se coloca el pulgar medial y los dedos laterales a la articulación a ambos lados del talón; se gira el talón hacia dentro y afuera.

NOTA: La supinación del antepié puede combinarse con inversión, y la pronación puede combinarse con eversión.

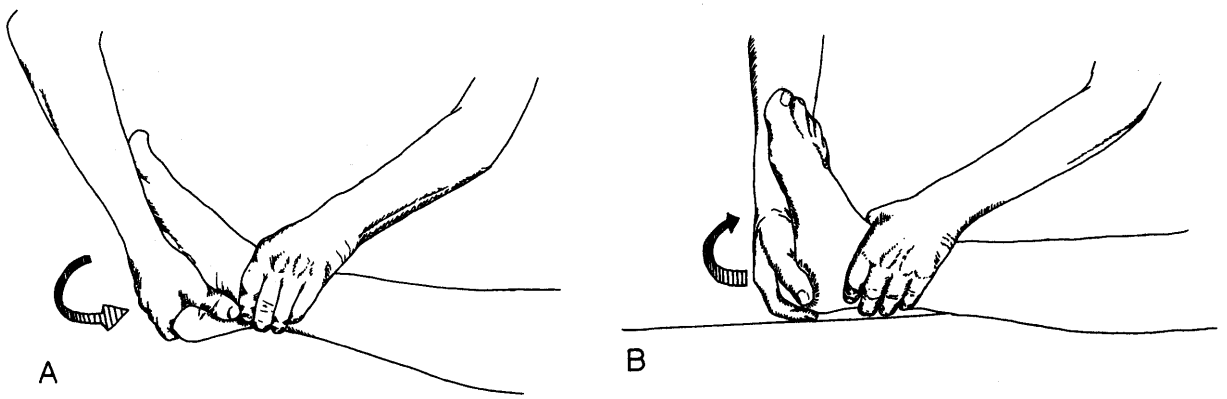


Figura 2.21. Posición final para (A) la inversión y (B) eversión de la articulación subastragalina.

9. Articulación transversa del tarso: supinación y pronación (fig. 2.22)

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTOS DE LAS MANOS

Se estabilizan el astrágalo y el calcáneo del paciente con la mano superior. Con la mano inferior se sujetan los huesos navicular y cuboides. Se eleva y hace descender suavemente el arco plantar.

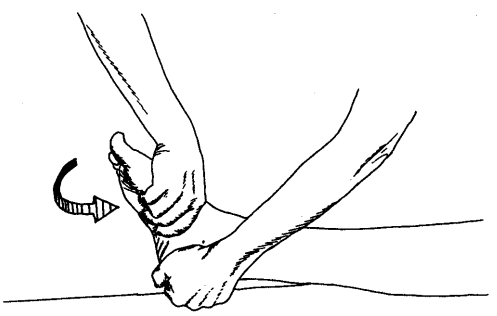


Figura 2.22. Posición final para la supinación de la articulación transversa del tarso.

10. Articulaciones de los dedos del pie: flexión y extensión, y abducción y aducción (articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas) (fig. 2.23)

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTOS DE LAS MANOS

Con una mano se estabiliza el hueso proximal a la articulación que se va a mover, y se mueve el hueso distal con la otra mano. La técnica es la misma que para la movilización de los dedos de la mano.

MÉTODO ALTERNATIVO

Pueden moverse simultáneamente varias articulaciones de los dedos del pie si se tiene cuidado de no oprimir ninguna estructura.

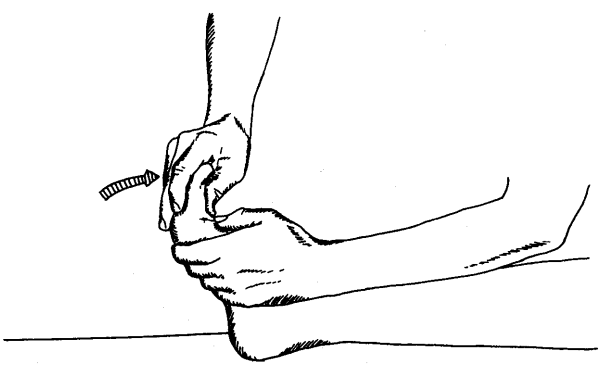


Figura 2.23. Extensión de la articulación metatarsofalángica del dedo gordo.

C. Columna cervical

POSICIÓN DEL TERAPEUTA Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

De pie en el extremo de la camilla, el terapeuta sujeta con firmeza la cabeza del paciente colocando ambas manos debajo de la región occipital (fig. 2.24).

1. Flexión (inclinación hacia delante)

MOVIMIENTO

Se eleva la cabeza como si el paciente estuviera asintiendo.

2. Extensión (inclinación hacia atrás o hiperextensión)

MOVIMIENTO

Se echa la cabeza hacia atrás.

NOTA: Si el paciente está en decúbito supino, la cabeza debe sobresalir del extremo de la camilla. El paciente también puede estar en decúbito prono o sentado.

3. Flexión lateral (inclinación hacia los lados)

MOVIMIENTO

Se mantiene la columna cervical neutra a la flexión y extensión mientras el terapeuta la dirige inclinándola hacia un lado y aproximando la oreja hacia el hombro.

4. Rotación (fig. 2.25)

MOVIMIENTO

Gira la cabeza hacia uno y otro lado.

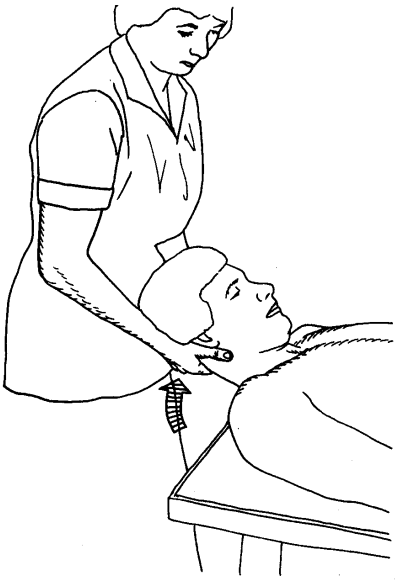


Figura 2.24. Colocación de las manos para movimientos cervicales; en el dibujo se muestra el movimiento de flexión.

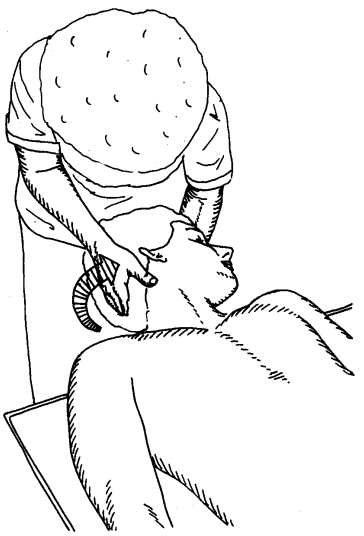


Figura 2.25. Colocación de las manos y amplitud final de la rotación cervical hacia la izquierda.

D. Columna lumbar

1. Flexión (fig. 2.26)

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTOS DE LAS MANOS

Se dirigen las rodillas del paciente hacia el pecho levantando las piernas por debajo de las rodillas (flexión de la cadera y la rodilla). La flexión de la columna se produce cuando se flexionan las caderas en toda su amplitud y la pelvis comienza a rotar en sentido posterior. Puede obtenerse mayor amplitud de flexión levantándolas por debajo del sacro del paciente con la mano inferior.

2. Extensión

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito prono.

Figura 2.26. Se consigue la flexión lumbar flexionando la cadera del paciente hasta que la pelvis rote en sentido posterior.

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTOS DE LAS MANOS

Con las manos debajo de los muslos, se levantan éstos hasta que la pelvis rote en sentido anterior y se extienda la columna lumbar.

3. Rotación (fig. 2.27)

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito supino con las rodillas flexionadas.

COLOCACIÓN Y MOVIMIENTOS DE LAS MANOS

Se empujan lateralmente las rodillas del paciente en una dirección hasta que la pelvis del lado contrario se eleve de la camilla. Se estabiliza el tórax del paciente con la mano superior. Se repite el ejercicio en sentido contrario.

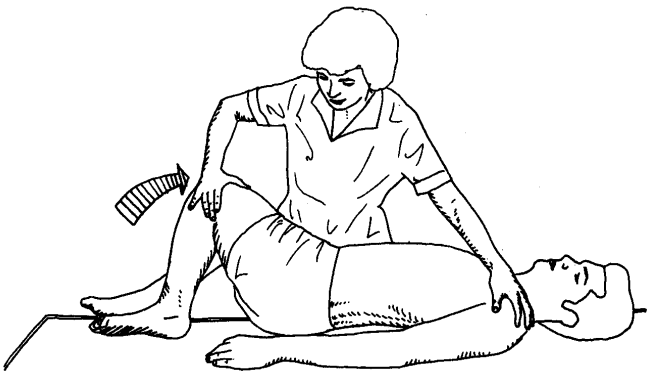


Figura 2.27. La rotación de la columna lumbar se consigue cuando el tórax está estabilizado y la pelvis se levanta todo lo posible de la camilla.

VII. Técnicas para la movilidad empleando los patrones combinados de movimiento

Puede practicarse una movilización eficaz y eficiente combinando varios movimientos articulares que se cruzan en varios planos. Los ejemplos siguientes constituyen partes de patrones parecidos a los patrones de movimiento de la facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP). Al emplear estos patrones de movilidad activa o pasiva, los objetivos y el programa pueden pasar con facilidad a las técnicas de facilitación. Remitimos al lector a la bibliografía[24,25] si quiere una explicación y progresión de las técnicas de FNP. El terapeuta también puede desarrollar otros patrones basándose en el resultado funcional deseado.

A. Extremidad superior

1. El paciente permanece en decúbito supino o posición sedente. Se empieza con el hombro del paciente extendido, en abducción y rotación interna, y el antebrazo en pronación. Mientras se flexiona el hombro del paciente, simultáneamente se mueve en aducción y gira externamente, y se mueve el antebrazo en supinación. Luego se devuelve el brazo a la posición inicial.

2. Se empieza igual que en el punto 1, excepto porque el hombro se desplaza en aducción y no en abducción. Mientras se flexiona el hombro del paciente, se mueve simultáneamente en abducción y rotación externa, y el antebrazo se mueve en supinación. A continuación el brazo vuelve a la posición inicial.

3. Los patrones de los puntos 1 y 2 pueden practicarse con el codo flexionado o extendido, o el codo puede pasar de una posición a otra mientras el hombro recorre toda la amplitud del movimiento.

B. Extremidad inferior

1. El paciente permanece en decúbito supino. Se empieza con la cadera del paciente extendida, en abducción y rotación interna. Al tiempo que se flexiona la cadera del paciente, se mueve simultáneamente en aducción y rotación externa. A continuación, la extremidad inferior vuelve a la posición inicial.

2. Se empieza con la cadera extendida, en aducción y rotación externa. A medida que se flexiona la cadera del paciente, se mueve simultáneamente en abducción y rotación interna. A continuación, la extremidad inferior vuelve a la posición inicial.

3. Los patrones de los puntos 1 y 2 pueden realizarse con la rodilla flexionada o extendida, o bien puede pasar de una posición a otra mientras la cadera recorre toda la amplitud del movimiento.

VIII. Técnicas para la movilidad empleando autoasistencia y asistencia mecánica (movilización autoasistida y movilización pasiva instrumental)

A. Autoasistencia

Cuando existen debilidad o parálisis unilateral, puede enseñarse al paciente a usar la extremidad sana para mover la extremidad afecta en la amplitud del movimiento.[23]

1. Brazo y antebrazo

Se enseña al paciente a cruzar sobre el cuerpo la extremidad normal y asir la extremidad afecta por la muñeca, sosteniendo la mano y la muñeca.

a. Flexión y extensión del hombro

El paciente levanta la extremidad afecta por encima de la cabeza y la devuelve de nuevo junto al costado (fig. 2.28a).

b. Abducción y aducción horizontales del hombro

Se empieza con el brazo en 90 grados de abducción; el paciente cruza la extremidad sobre el pecho y la devuelve junto al costado (fig. 2.28b).

c. Rotación del hombro

Se comienza con el brazo en 90 grados de abducción y el codo flexionado 90 grados; el paciente gira el antebrazo (fig. 2.29).

d. Flexión y extensión del codo

El paciente flexiona el codo hasta que la mano está cerca del hombro y luego baja la mano hacia el lado de la pierna.

e. Pronación y supinación del antebrazo

Empezando con el antebrazo cruzado y apoyado sobre el cuerpo, el paciente gira el radio en torno al cúbito. Debe recalcarse al paciente que no tuerza la mano en la articulación de la muñeca.

2. Muñeca y mano

El pulgar de la extremidad normal del paciente se mueve hacia la mano afecta y los dedos sanos se extienden a lo largo del dorso de la mano.

a. Flexión y extensión de la muñeca, y desviación radial y cubital

El paciente mueve la muñeca en todas direcciones sin aplicar presión sobre los dedos (fig. 2.30).

b. Flexión y extensión de los dedos de la mano

El paciente utiliza el pulgar de la extremidad sana para extender los dedos de la mano afecta y ahueca los dedos sanos sobre el dorso de los dedos afectos para flexionarlos (fig. 2.31).

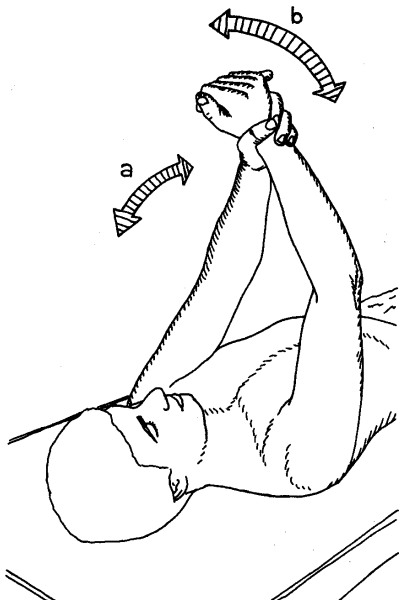


Figura 2.28. El paciente realiza la movilización autoasistida para (*a*) la flexión y extensión del hombro, o (*b*) la abducción y aducción horizontales.

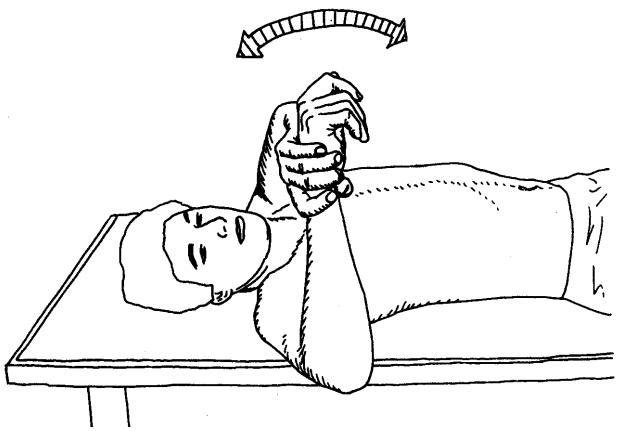


Figura 2.29. Posición de los brazos del paciente para la movilización autoasistida durante la rotación interna y externa del hombro.

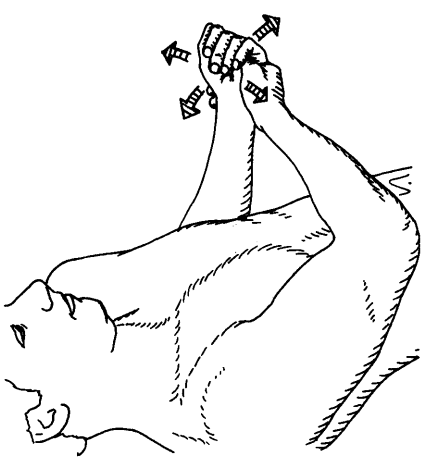


Figura 2.30. El paciente realiza varios movimientos de muñeca autoasistidos.

Figura 2.31. El paciente realiza la flexión y extensión autoasistidas de los dedos de la mano.

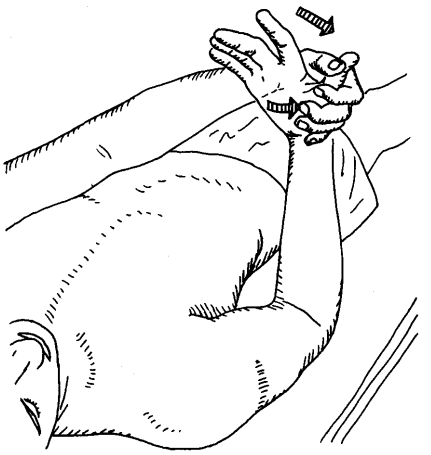


Figura 2.32. El paciente realiza la extensión autoasistida del pulgar.

c. Flexión del pulgar con oposición y extensión con reposición

El paciente ahueca los dedos de la extremidad sana sobre el borde radial de la eminencia tenar del pulgar afecto y coloca el pulgar sano sobre la superficie palmar del pulgar afecto para extenderlo (fig. 2.32). Para flexionar y oponer el pulgar, el paciente ahueca la mano sana sobre la superficie dorsal de la mano afecta y empuja el primer metacarpiano hacia el dedo meñique.

3. Cadera y rodilla

El paciente se halla en decúbito supino y se le enseña a deslizar el pie sano debajo de la rodilla de la extremidad afecta (fig. 2.33).

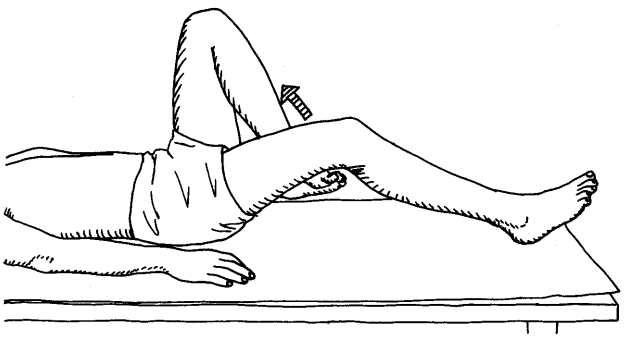


Figura 2.33. Posición del pie del paciente para iniciar la movilización autoasistida de la cadera.

a. Flexión de cadera y rodilla

Se enseña al paciente a iniciar el movimiento elevando la rodilla afecta con el pie sano. A continuación, el paciente puede sujetar la rodilla con la mano sana y acercarla hacia el pecho.

b. Abducción y aducción de la cadera

Se enseña al paciente a deslizar el pie sano rodilla abajo hasta el tobillo de la extremidad afecta para mover la pierna de un lado a otro.

4. Tobillo y dedos del pie

El paciente se sienta con la extremidad afecta cruzada sobre la sana de modo que la porción distal de la pierna descanse sobre la rodilla sana. Con la mano sana se mueve el tobillo afecto para que adopte posiciones de dorsiflexión y flexión plantar, inversión y eversión, y flexión y extensión de los dedos del pie (fig. 2.34).

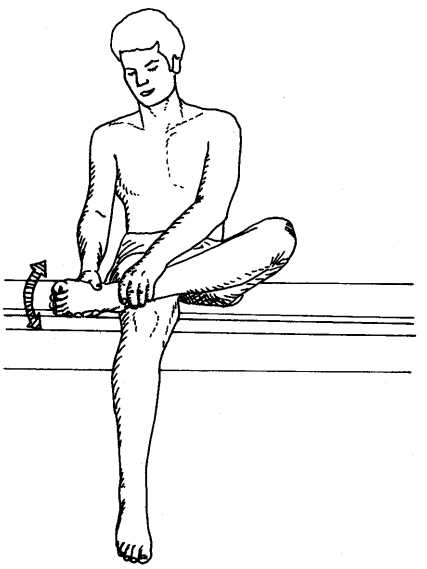


Figura 2.34. Posición del paciente y colocación de las manos para los movimientos autoasistidos del tobillo.

B. Ejercicios con bastón

Cuando el paciente tiene control sobre los músculos voluntarios de una extremidad superior afecta, pero requiere dirección o coordinación para completar la amplitud del movimiento del hombro o el codo, se utiliza un bastón (una vara, barra en T o un objeto parecido) como ayuda.

POSICIÓN DEL PACIENTE

La elección de la postura se basa en el nivel funcional del paciente. La mayoría de las técnicas se realizan en decúbito supino si se necesita protección máxima. Hacerlo sentados o de pie requiere más control.

PROCEDIMIENTO

Inicialmente, se guía al paciente enseñándole el movimiento correcto de cada actividad para asegurarse que no emplea movimientos sustitutivos. El paciente sujeta el bastón con las dos manos; la extremidad sana guía a la extremidad afecta. El paciente puede estar sentado, de pie o en decúbito supino.

1. Flexión del hombro y vuelta a la normalidad (fig. 2.35)

Se sujeta el bastón con las manos y los brazos extendidos. Se eleva el bastón hacia delante y hacia arriba en toda la amplitud disponible, con los codos extendidos todo lo posible. El movimiento escapulohumeral debe ser armonioso; no debe haber elevación escapular ni movimiento del tronco.

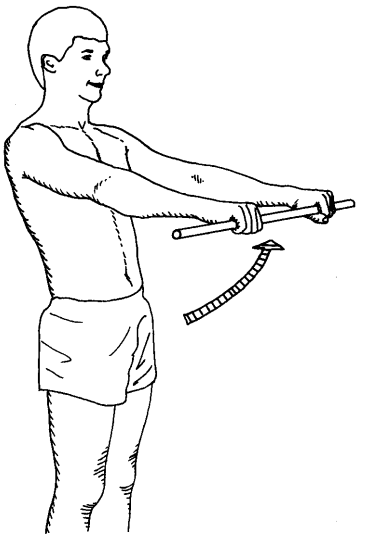


Figura 2.35. El paciente utiliza un bastón para la flexión autoasistida del hombro.

2. Abducción y aducción horizontal de los hombros

Se levanta el bastón 90 grados de flexión (al igual que en la fig. 2.35). Se mantienen los codos extendidos, el paciente mueve el bastón adelante y atrás sobre el pecho en toda la amplitud disponible. No debe haber rotación del tronco.

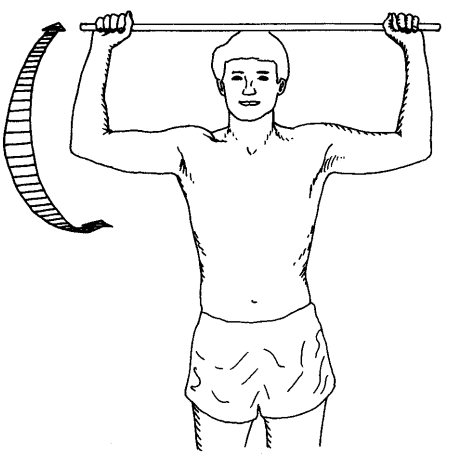


Figura 2.36. El paciente utiliza un bastón para la rotación autoasistida del hombro.

3. Rotación interna y externa de los hombros (fig. 2.36)

Los hombros del paciente se mueven 90 grados en abducción y los codos se flexionan 90 grados. Para la rotación externa, el bastón se dirige hacia la cabeza del paciente; para la rotación interna, el bastón se mueve hacia la línea de la cintura.

POSICIÓN ALTERNATIVA (ver fig. 8.8)

Los brazos del paciente penden a los lados y se flexionan los codos 90 grados. La rotación de los brazos se consigue moviendo el bastón de un lado a otro sobre el tronco mientras se mantienen los codos a los lados. La rotación debe producirse en el húmero; no debe haber flexión ni extensión de los codos.

4. Flexión y extensión de los codos

Los antebrazos del paciente pueden estar en pronación o supinación; las manos sujetan el bastón, con los brazos extendidos. Se enseña al paciente a flexionar y extender los codos.

5. Hiperextensión de los hombros

El paciente puede estar sentado o en decúbito prono. El paciente coloca el bastón detrás de las nalgas, lo sujeta con las manos y extiende los brazos, y luego lo levanta hacia atrás alejándolo del tronco. El paciente debe evitar mover el tronco.

6. Variaciones y combinaciones de movimientos

Por ejemplo, el paciente empieza con el bastón detrás de las nalgas (como en el punto 5) y luego lo sube por detrás de la espalda para mover las escápulas hacia fuera, y conseguir la rotación interna de los hombros y la flexión de los codos.

C. Escalera de dedos

La escalera de dedos es un aparato que puede aportar al paciente un refuerzo objetivo y, por tanto, motivación para conseguir la amplitud del movimiento del hombro.

***Precaución*:** Hay que enseñar al paciente los movimientos correctos para que no los sustituya inclinando lateralmente el tronco, poniéndose de puntillas o encogiéndose de hombros.

1. Flexión de hombros

El paciente permanece de pie mirando la escalera de dedos a un brazo de distancia, y coloca el dedo índice o el corazón en un peldaño de la escalera. El brazo se flexiona subiendo la escalera con los dedos. El paciente se acerca a ésta a medida que vaya elevando el brazo.

2. Abducción de hombros (fig. 2.37)

El paciente permanece de pie y al costado de la escalera, con el hombro afecto mirando la escalera y a un brazo de distancia. El paciente necesita girar externamente el hombro mientras mueve el brazo en abducción.

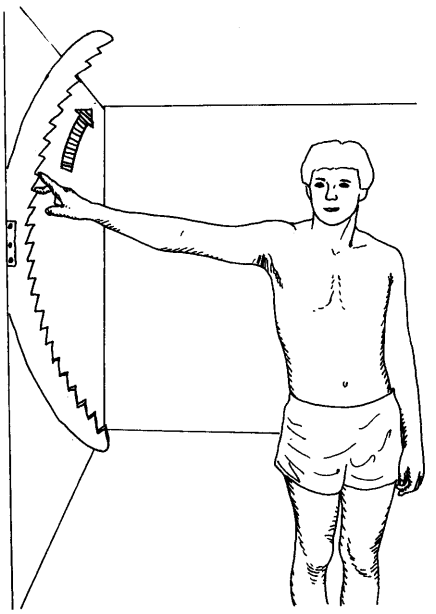


Figura 2.37. Abducción del hombro empleando una escalera de dedos.

D. Poleoterapia

Si se enseña correctamente, la poleoterapia puede utilizarse con eficacia para que la extremidad afecta se mueva en toda la amplitud del movimiento.

UBICACIÓN DE LAS POLEAS

Se sujetan dos poleas de una barra elevada por encima del paciente o sitas en el techo separadas aproximadamente la anchura de los hombros del paciente. Se pasa una cuerda por encima de ambas poleas y se rematan los extremos de la cuerda con dos asas. El paciente puede estar sentado, de pie o en decúbito supino, con los hombros alineados bajo las poleas.

1. Flexión (fig. 2.38 A) y abducción (fig. 2.38 B) del hombro

Se enseña al paciente a sujetar un agarradero con cada mano y, con la mano sana, a tirar de la cuerda y levantar la extremidad afecta bien hacia delante (flexión) bien hacia el costado (abducción). El codo debe mantenerse en extensión si es posible. El paciente no debe encogerse de hombros (elevación escapular) ni inclinar el tronco. Se guiará y enseñará al paciente para que el movimiento sea suave y armonioso.

***Precaución*:** Es fácil realizar incorrectamente las actividades con ayuda de poleas para los hombros, y ello provoca la compresión del húmero contra el acromion. La compresión continuada producirá dolor y deterioro funcional. La selección correcta del paciente y una buena formación evitan este problema. Si el paciente no aprende a usar la polea con técnicas correctas, no se realizarán estos ejercicios. Si aumenta el dolor o se reduce la movilidad, se interrumpirá esta actividad (ver capítulo 8).

2. Rotación interna y externa del hombro (fig. 2.39)

El paciente se sitúa con el brazo en 90 grados de abducción y el codo flexionado 90 grados. El brazo se apoya en

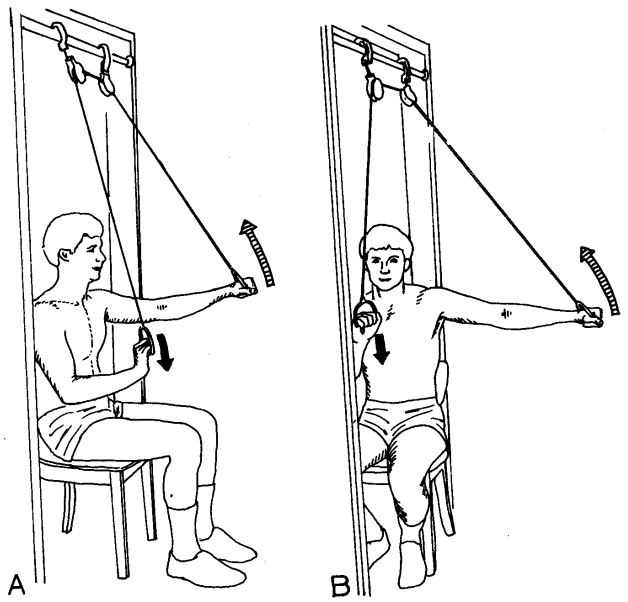


Figura 2.38. (A) Flexión y (B) abducción del hombro empleando poleas altas para ayudar al movimiento.

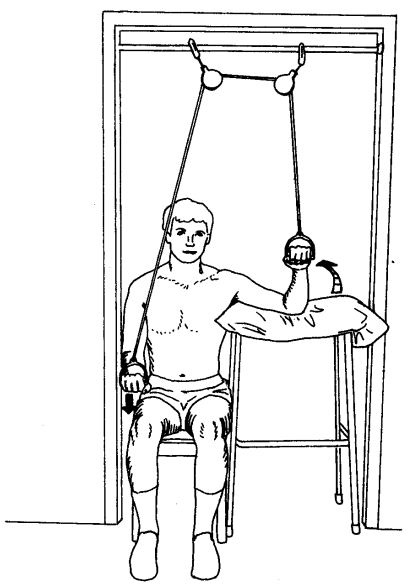


Figura 2.39. Posición para la rotación del hombro con poleas altas que ayudan a realizar el movimiento.

el respaldo de la silla si el paciente está sentado, o en la camilla si está en decúbito supino. A continuación, el paciente eleva el antebrazo con la polea, generando rotación del brazo.

3. Flexión del codo

Con el brazo estabilizado a lo largo del costado del tronco, el paciente eleva el antebrazo y flexiona el codo.

E. Tabla deslizante

Estos aparatos suelen emplearse después de intervenciones quirúrgicas en la cadera para favorecer la movilidad (véase el capítulo 11). Con instrucciones correctas son útiles, aunque el decir al paciente que sólo mueva la pierna suele dar lugar a un movimiento erróneo o a la falta de interés.

PROCEDIMIENTO

Se coloca la tabla debajo de la extremidad afectada. En el caso de que se tuviera, se ceñirá un patín al pie. Si no se cuenta con él, se pondrá talco o una toalla debajo de la extremidad para reducir la fricción de la pierna que se desplaza por la tabla.

1. Abducción y aducción de la cadera

POSICIÓN DEL PACIENTE

El paciente se halla en decúbito supino. El pie debe apuntar hacia arriba para que la cadera esté en posición neutra a la rotación. La pierna no debe rodar hacia fuera mientras el paciente la mueve de un lado a otro.

2. Flexión y extensión de la cadera

POSICIÓN DEL PACIENTE

El paciente se halla en decúbito supino. Desliza el pie arriba y abajo por la tabla, dejando que la rodilla también se flexione y extienda. La cadera no debe girar ni moverse en abducción o aducción.

POSICIÓN ALTERNATIVA

El paciente yace en decúbito lateral, con la cadera afecta en el lado superior. La tabla se sitúa entre las piernas y se apoya en almohadas si es necesario. La tabla deslizante también puede colocarse sobre una plataforma elevada.

***Precaución*:** Si se recurre al decúbito lateral después de cirugía de cadera, la cadera afecta no debe moverse en aducción.

F. Suspensión

Esta técnica se emplea para liberar una parte del cuerpo de la resistencia de la gravedad mientras se mueve. Esa parte se suspende de un cabestrillo atado a una cuerda que permanece fija en un punto apropiado por encima del segmento corporal.[8,9]

1. Dos tipos de suspensión

a. Suspensión vertical

El punto de fijación (anclaje) de la cuerda se halla por encima del centro de gravedad del segmento móvil. Ese segmento puede moverse como un péndulo describiendo un arco (fig. 2.40). Por lo general, la amplitud del movimiento es pequeña, por lo que este tipo de suspensión se usa sobre todo como sostén.

b. Suspensión axial

El punto de fijación de todas las cuerdas que sostienen el segmento se halla en el eje de la articulación que se va a mover (fig. 2.41). El segmento se moverá sobre un plano horizontal, paralelo al suelo. Este tipo de fijación permite el máximo movimiento de la articulación.

2. Beneficios de la suspensión para los ejercicios de la movilidad[9]

a. Se requiere participación activa; por tanto, el paciente aprende a utilizar los músculos adecuados para generar el movimiento deseado.

b. Se favorece la relajación gracias a un sostén seguro y un movimiento rítmico y armónico.

c. Se requiere poco trabajo de los músculos estabilizadores, porque el segmento móvil está en suspensión.

d. Pueden introducirse modificaciones en el sistema para aumentar el grado de resistencia del ejercicio.[8-12]

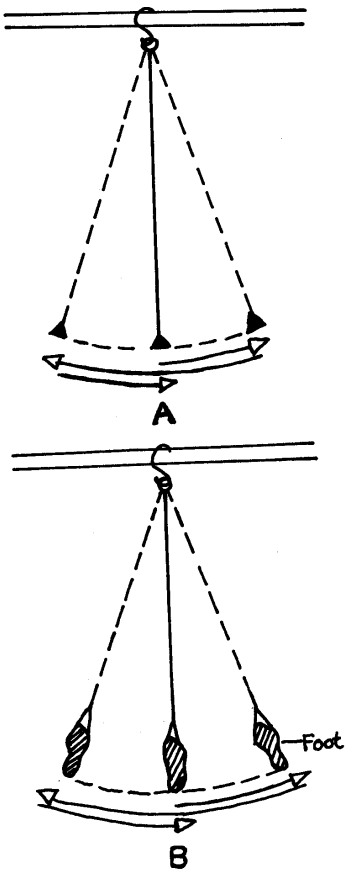


Figura 2.40. Suspensión vertical: (A) El movimiento de un péndulo y la inserción de la cuerda sobre el centro de gravedad de la extremidad hacen que (B) el pie se mueva como un péndulo. (Dibujo de Hollis, [8] pág. 71, reproducido con autorización).

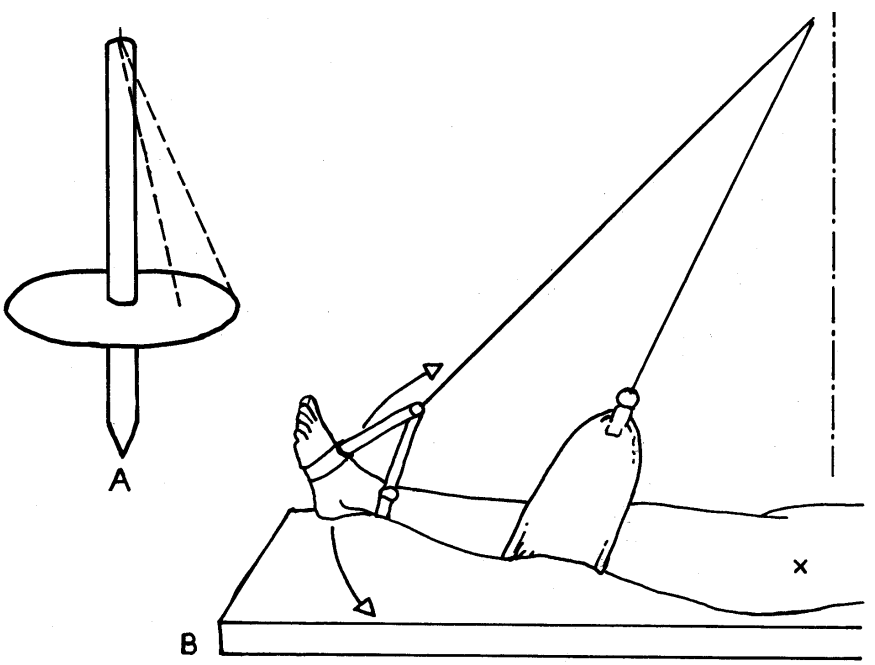


Figura 2.41. Suspensión axial: (A) Con un lápiz que atraviesa un círculo de papel se muestra que el papel se mueve en paralelo al suelo cuando se hace pivotar el lápiz. (B) La inserción de todas las cuerdas por encima de la articulación hace que la extremidad se mueva en paralelo al suelo. (Dibujo de Hollis, [8] pág. 71, reproducido con autorización).

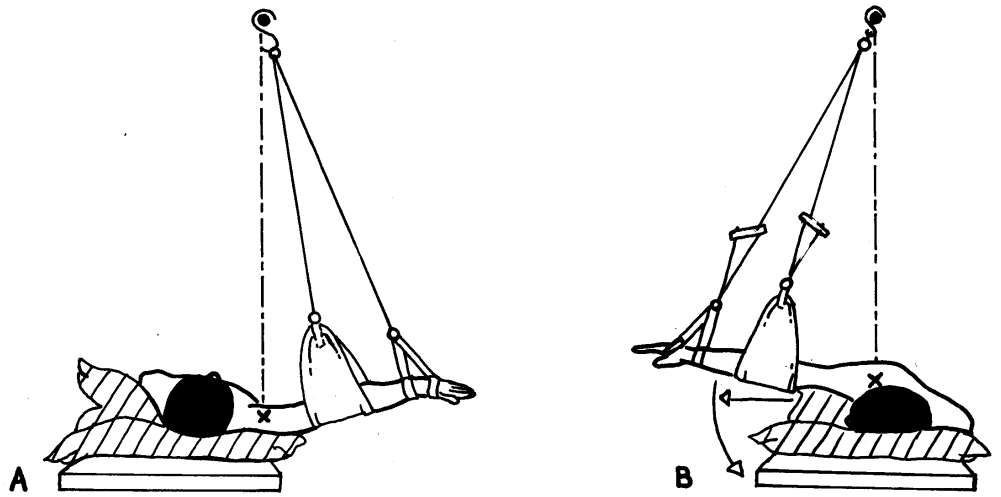


Figura 2.42. Abducción y aducción del hombro con suspensión axial (_____. _____. línea axial) (A) en decúbito supino y (B) en decúbito prono. Esta posición se emplea para la abducción y aducción de la escápula. (Dibujo de Hollis,[8] pág. 76, reproducido con autorización).

e. Después de instruir al paciente, con frecuencia éste puede ejercitarse sin necesidad de que esté el terapeuta.

3. Ejemplos de movilidad activa empleando suspensión del tipo axial

Remitimos al lector a los números 8 a 12 de la bibliografía donde aparecen descripciones exhaustivas de las instalaciones para la poleoterapia.

a. Abducción y aducción del hombro con suspensión axial (fig. 2.42).

b. Flexión y extensión de la cadera con suspensión axial (fig. 2.43).

G. Unidad de ejercicio recíproco

Este aparato puede instalarse para permitir cierto grado de flexión y extensión de la rodilla y cadera de una extremidad inferior afecta empleando la fuerza de una extremidad inferior sana. El aparato es móvil en el sentido de que puede instalarse en la cama del paciente, en la silla de ruedas o en una silla normal. Puede ajustarse la circunferencia de movimiento así como el recorrido de las extremidades inferiores. Una unidad de ejercicio recíproco presenta beneficios adicionales para el ejercicio porque se emplea en la adquisición de patrones recíprocos, en el entrenamiento de resistencia física y para iniciar un programa de fortalecimiento (ver capítulo 3, fig. 3.28).

H. Aplicaciones

La variedad de aplicaciones de los aparatos mecánicos para las movilizaciones asistidas es interminable, estando sólo limitada por la imaginación y los recursos del terapeuta. Siempre que se use equipamiento, las preocupaciones primarias deben ser:

1. Objetivos

¿Cumple el movimiento los objetivos?

2. Mecánica correcta del segmento en movimiento

¿Se proporciona suficiente estabilización y una instrucción adecuada para evitar movimientos sustitutivos?

3. Comodidad y seguridad del paciente

¿Se han eliminado todos los peligros posibles de un equipamiento defectuoso o de una instrucción incorrecta?

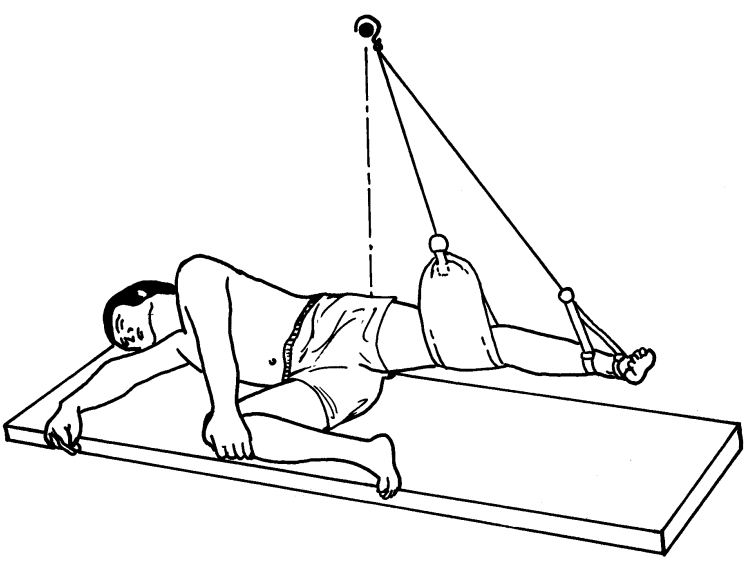


Figura 2.43. Flexión y extensión de la articulación coxofemoral con suspensión axial (_____. _____. línea axial). (Dibujo de Hollis,[8] pág. 75, reproducido con autorización).

IX. Movimiento pasivo continuado (movilización pasiva instrumental)

El movimiento pasivo continuado (MPC), en contraste con el movimiento pasivo intermitente, es un movimiento ininterrumpido que se prolonga durante períodos largos de tiempo.[5] Suele aplicarse con un aparato mecánico que mueve continuamente la articulación deseada dentro de una amplitud del movimiento controlada sin esfuerzo del paciente hasta 24 horas diarias durante 7 o más días sucesivos. El movimiento es pasivo para que el cansancio muscular no interfiera el movimiento. Se utiliza una máquina porque una persona no podría aplicar el movimiento controlado continuamente durante períodos extensos de tiempo. La técnica del tratamiento se basa en la investigación y los protocolos desarrollados por Robert Salter.[21]

A. Beneficios del MPC [5,17-22]

1. El MPC es eficaz porque reduce los efectos negativos de la inmovilización articular en afecciones como artritis, contracturas y fracturas intraarticulares; porque decrece la frecuencia de complicaciones postoperatorias, y porque mejora la tasa de recuperación y la amplitud del movimiento después de muy variados procedimientos quirúrgicos.

2. Se ha demostrado que el MPC:

a. Previene el desarrollo de adherencias y reduce la formación de contracturas.

b. Reduce el dolor postoperatorio.

c. Mejora el estado nutricional de la extremidad al potenciar la circulación gracias a la acción continua de bombeo.

d. Aumenta la lubricación sinovial en la articulación.

e. Reduce el derrame en la articulación y el edema de la herida, con lo cual mejora la curación de la herida.

f. Aumenta el ritmo de curación y regeneración del cartílago intraarticular.

g. Permite una recuperación más rápida de la amplitud del movimiento.

B. Procedimiento[1,6,14,21]

NOTA: Se ha creado variedad de protocolos basándose en la experiencia individual de los cirujanos. La respuesta del paciente, el procedimiento quirúrgico o la enfermedad tal vez requieran modificar la amplitud, el tiempo y la duración de la aplicación del MPC.

1. El aparato puede aplicarse a la extremidad afecta inmediatamente después de la operación mientras el paciente está todavía bajo los efectos de la anestesia o, al menos, en un plazo de 3 días después de la operación si los vendajes impiden una movilización temprana.

2. Se determina la amplitud y posición del arco de movimiento para la articulación. Un arco reducido de 20 a 30 grados tal vez sea el apropiado justo después de la operación. Los grados se reajustan a diario o en un intervalo apropiado para avanzar con la amplitud a medida que el paciente lo tolere.

3. Se determina el ritmo de movimiento; por lo general un ciclo por minuto o cada 2 minutos se tolera bien.

4. El tiempo de trabajo con la máquina de MPC varía según los distintos protocolos; desde 24 horas seguidas hasta 1 hora tres veces al día.[6,14,21] Cuanto más tiempo se aplique al día, más corto será el período de hospitalización, menor será el número de complicaciones postoperatorias y mayor será la amplitud del movimiento en el momento del alta,[6] aunque no se hayan encontrado diferencias significativas en un estudio que comparó 5 horas diarias de MPC con 20 horas diarias.[1]

5. Los tratamientos de fisioterapia suelen iniciarse durante períodos en los que no se trata al paciente con MPC e incluyen ejercicios activos asistidos o con cabestrillo.

6. La duración mínima suele ser 1 semana o cuando se consiga una amplitud del movimiento satisfactoria. Se prosigue con un programa de ejercicio terapéutico consistente en ejercicios activos hasta que el paciente logre unos objetivos funcionales apropiados.

C. Equipamiento (fig. 2.44)

Varias empresas fabrican en la actualidad máquinas de MPC. Están pensadas para ser ajustables, controladas con facilidad, versátiles y portátiles. Algunas funcionan con baterías para que el paciente lleve el aparato consigo hasta 8 horas mientras realiza las actividades diarias. Las baterías se recargan mientras la persona duerme. Se han creado máquinas para casi todas las articulaciones periféricas del cuerpo.

X. Amplitud del movimiento mediante patrones funcionales

Para conseguir el movimiento mediante patrones funcionales, primero se determina qué patrón de movi-

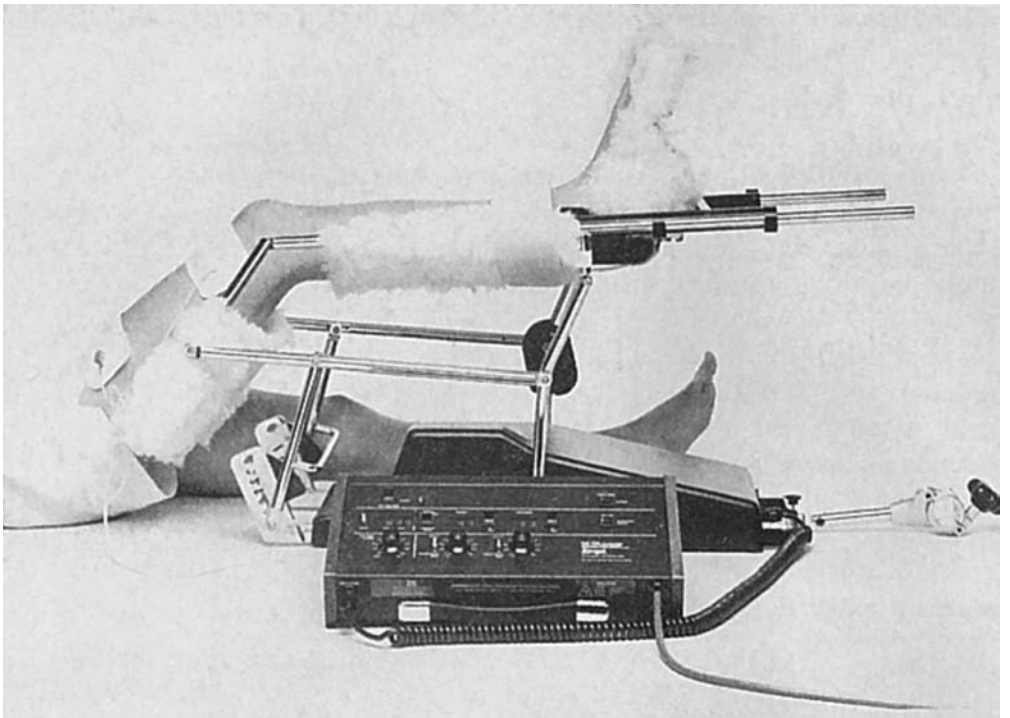


Figura 2.44. Aparato CM-100 Continuous Motion Device. (Por cortesía de Empi Inc., St. Paul, MN.)

miento se desea, luego se mueve la extremidad siguiendo ese patrón mediante asistencia manual, asistencia mecánica si fuera apropiada, o autoasistencia del paciente. El patrón funcional puede ser beneficioso al iniciar el aprendizaje de las actividades de la vida diaria, así como al enseñar actividades funcionales a pacientes con deficiencias visuales.

XI. Resumen

Se han descrito los beneficios, limitaciones, indicaciones, contraindicaciones y técnicas para ejercicios activos y pasivos de la amplitud del movimiento. Las técnicas consisten en movilización manual empleando planos anatómicos y patrones combinados, movilización autoasistida y movilización mecánica asistida.

Bibliografía

1. Basso, DM, y Knapp, L: "Comparison of two continuous passive motion protocols for patients with total knee implants". *Phys Ther* 67:360, 1987.
2. Clarkson, HM, y Gilewich, GB: *Musculoskeletal Assessment: Joint Range of Motion and Manual Muscle Strength*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1989.
3. Donatelli, R, y Owens-Burckhart, H: "Effects of immobilization on the extensibility of periarticular connective tissue". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 3:67, 1981.
4. Fletcher, GF, y otros: *Exercise Standards: A Statement for Health Professionals*. American Heart Association, Dallas, 1991.
5. Frank, C, y otros: "Physiology and therapeutic value of passive Joint motion". *Clin Orthop* 185:113, 1984.
6. Gose, J: "Continuous passive motion in the postoperative treatment of patients with total knee replacement". *Phys Ther* 67:39, 1987.
7. *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, ed 4, American College of Sports Medicine, Lea & Febiger, Filadelfia, 1991.
8. Hollis, M: *Practical Exercise Therapy*. Blackwell Scientific Publications, Londres, 1976.
9. Johnson, MM, y Bonner, CD: "Sling suspension techniques demonstrating the use of a new portable frame. Part I: Introduction, definitions, equipment and advantages". *Phys Ther* 51:524, 1971.

10. Johnson. MM, y Bonner, CD: "Sling suspension techniques demonstrating the use of a new portable frame. Part II: Methods of progression in an exercise program: The upper extremity". *Phys Ther* 51:1092, 1971.

11. Johnson, MM, y Bonner, CD: "Sling suspension techniques demonstrating the use of a new portable frame. Part III: Treatment of motor disabilities: The lower extremity". *Phys Ther* 51:1288, 1971.

12. Johnson, MM, Ehtenkranz, C, y Bonner, CD: "Sling suspension techniques demonstrating the use of a new portable frame. Part IV: Treatment of motor disabilities: Neck and trunk". *Phys Ther* 58:856, 1973.

13. Lehmkuhl, LD, y Smith, L: *Brunnstrom's Clinical Kinesiology*, ed 4. FA Davis, Filadelfia, 1983.

14. McCarthy, MR, y otros: "The clinical use of continuous passive motion in physical therapy". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 15:132, 1992.

15. Norkin, CC, and White, DJ: *Measurement of Joint Motion: A Guide to Goniometry*, ed 2. FA Davis, Filadelfia, 1994.

16. Palmer, ML, and Epler, M: *Clinical Assessment Procedures in Physical Therapy*. JB Lippincott, Filadelfia, 1990.

17. Salter, RB, Simmens, DF, y Malcolm, BW: "The biological effects of continuous passive motion on the healing of full thickness defects in articular cartilage". *J Bone Joint Surg Am* 62:1232, 1980.

18. Salter, RB: "The prevention of arthritis through the preservation of cartilage". *Journal of the Canadian Association of Radiology* 31:5, 1981.

19. Salter; RB, Bell, RS, y Keely, FW: "The protective effect of continuous passive motion on living cartilage in acute septic arthritis". *Clin Orthop* 159:223, 1981.

20. Salter, RB: *Textbook of Disorders and Injuries of the Musculoskeletal System*, ed 2. Williams & Wilkins, Baltimore, 1983.

21. Salter, RB, y otros: "Clinical application of basic research on continuous passive motion for disorders and injuries of synovial joints". *J Orthop Res* 1:325, 1984.

22. Stap, LJ, and Woodfin, PM: "Continuous passive motion in the treatment of knee flexion contractures: A case report". *Phys Ther* 66:1720, 1986.

23. American Heart Association: *Strike Back at Stroke*. Nueva York.

24. Sullivan, PE, Markos, PD: *Clinical Decision Making in Therapeutic Exercise*. Appleton & Lang, Norwalk, 1995.

25. Voss, DE, Ionta, MK, y Myers, BJ: *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*, ed 3. Harper & Row, Filadelfia, 1985.

Capítulo

3

Ejercicio resistido (cinesiterapia activa)

Si se ejerce resistencia sobre un músculo que se contrae, el músculo se adaptará y se volverá más fuerte con el tiempo. Los cambios de adaptación se producen en el músculo mediante el ejercicio terapéutico si las capacidades metabólicas del músculo se someten a sobrecargas progresivas. El músculo, que es un tejido contráctil, se vuelve más fuerte como resultado de la hipertrofia de las fibras musculares y de un aumento del reclutamiento de unidades motoras en el músculo.[3] A medida que aumenta la fuerza de un músculo, mejora la respuesta cardiovascular del músculo, por lo que también aumenta la potencia y resistencia del músculo.

Muchos factores, como enfermedades, desuso e inmovilización, pueden debilitar los músculos.[74,107] El empleo terapéutico de resistencia en un programa de ejercicio, sea aplicada manual o mecánicamente, forma parte integral del plan de asistencia al paciente cuando el objetivo final es mejorar la fuerza, la resistencia física y la función física general.

Cuando se elabore un programa de entrenamiento resistido, el terapeuta siempre debe tener en cuenta el nivel general de forma física del paciente, el tipo de lesión o enfermedad, la fase de recuperación después de la lesión y, lo más importante, los resultados funcionales deseados.

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, el lector podrá:

1. Definir el ejercicio resistido.

2. Describir los objetivos e indicaciones para el ejercicio resistido, y diferenciar la fuerza de la resistencia física y la potencia.

3. Explicar las precauciones y contraindicaciones del ejercicio resistido.

4. Describir y establecer diferencias entre el ejercicio isotónico, isométrico e isocinético, así como entre el ejercicio concéntrico y excéntrico, y el ejercicio en cadena cinemática abierta o cerrada.

5. Explicar los parecidos y diferencias entre el ejercicio resistido manual y mecánicamente.

6. Explicar los principios de la aplicación del ejercicio resistido manualmente.

7. Describir las técnicas apropiadas del ejercicio resistido manualmente que emplean los planos anatómicos de movimiento.

8. Definir el ejercicio resistido mecánicamente.

9. Describir regímenes específicos de ejercicio resistido.

10. Exponer las variables halladas en los programas de ejercicio resistido.

11. Identificar y explicar el empleo de los distintos tipos de equipamiento empleado en el ejercicio resistido.

[3] Refs. 6, 11, 31, 32, 40, 62, 63, 80, 87.

I. Definición del ejercicio resistido

El **ejercicio resistido** es cualquier forma de ejercicio activo donde a la contracción muscular dinámica o estática se le opone una fuerza externa.[6,108] La fuerza externa se aplica manual o mecánicamente.

A. Ejercicio resistido manualmente

El **ejercicio resistido manualmente** es un tipo de ejercicio activo donde la resistencia la ejerce un terapeuta u otro profesional sanitario. Aunque la cantidad de resistencia no pueda medirse cuantitativamente, esta técnica es útil en las fases iniciales de un programa de ejercicio cuando el músculo que debe fortalecerse es débil y sólo puede superar una resistencia leve a moderada. También es útil cuando la amplitud del movimiento articular tiene que controlarse cuidadosamente. La cantidad de resistencia está limitada sólo por la fuerza del terapeuta.

B. Ejercicio resistido mecánicamente

El **ejercicio resistido mecánicamente** es una forma de ejercicio activo donde la resistencia se aplica mediante el empleo de un equipamiento o aparato mecánico. La cantidad de resistencia puede medirse cuantitativamente e ir progresando en el tiempo. A menudo se emplea en las pautas de ejercicios resistidos específicos. También es útil cuando se necesita aplicar mayor resistencia que la que el terapeuta pueda aplicar manualmente.

II. Objetivos e indicaciones del ejercicio resistido

El propósito general del ejercicio resistido es mejorar la función. Los objetivos específicos son los siguientes:

A. Aumento de la fuerza (fuerza máxima)

1. La fuerza física consiste en la producción de fuerza de un músculo que se contrae y está directamente relacionada con la cantidad de tensión que el músculo pueda producir.[6,44,49,80,94]

2. Para aumentar la fuerza de un músculo, debe contrarrestarse la contracción muscular con una carga o resistencia con el fin de que se desarrollen niveles crecientes de tensión por hipertrofia y reclutamiento de las fibras musculares.[73]

3. El entrenamiento de la fuerza se ha definido como un músculo o grupo de músculos que elevan, bajan o controlan cargas pesadas durante un número relativamente bajo de repeticiones.[6,31,87,108] Entrenamiento resistido es otro término que describe este proceso. Se ha demostrado que el entrenamiento de la fuerza provoca hipertrofia selectiva de las fibras musculares tipo II.[6,80]

B. Aumento de la resistencia muscular (fuerza resistencia)

1. La resistencia muscular es la capacidad para realizar un ejercicio repetitivo de baja intensidad durante un período prolongado de tiempo.[11,32,68]

2. La resistencia muscular mejora al realizar ejercicios con una resistencia leve (carga baja) durante muchas repeticiones.[68]

3. Se ha demostrado que, en la mayoría de los programas de ejercicio pensados para aumentar la fuerza, también aumenta la resistencia muscular.[6,31,80]

4. En ciertas situaciones clínicas, tal vez sea más apropiado realizar un programa de ejercicio resistido que aumente más la resistencia muscular de un paciente que su fuerza. Por ejemplo, se ha demostrado que, después de muchas lesiones de rodilla agudas o crónicas, los ejercicios dinámicos con un número elevado de repeticiones y una resistencia suave son más cómodos y crean menos irritación articular que los ejercicios dinámicos realizados con una resistencia fuerte.[64]

5. La resistencia muscular global del cuerpo también puede mejorar con ejercicio prolongado de baja intensidad. Esto se expondrá con detalle en el capítulo 4.

C. Aumento de la potencia (fuerza velocidad)

1. La potencia también es una medida del rendimiento muscular, relacionada con la fuerza y la velocidad, y se define como trabajo por unidad de tiempo[43,63,68,93,109] (fuerza × distancia/tiempo). Fuerza por velocidad es una definición equivalente.[63,72,88,92,94]

2. El ritmo al cual se contrae un músculo y desarrolla fuerza a través de la amplitud del movimiento y la relación entre velocidad y fuerza son factores que afectan la potencia.[7,68,71,93,109]

3. La potencia puede mejorar aumentando el trabajo que realiza un músculo durante un período específico de tiempo o reduciendo la cantidad de tiempo requerido para producir una fuerza dada.[68,84,93,94] Aunque la potencia

se relaciona con la fuerza y la velocidad, la velocidad es la variable que se manipula con mayor frecuencia en los programas de entrenamiento de la potencia. Cuanto mayor sea la intensidad del ejercicio y más corto el tiempo invertido en generar una fuerza, mayor será la potencia muscular.

4. Algunos autores afirman que es inapropiado limitar el empleo del término potencia a una tanda de actividad muscular de gran intensidad. Estos autores[32,94] califican el ejercicio de alta intensidad durante un período corto de tiempo como *potencia anaeróbica* y el ejercicio de baja intensidad realizado durante un período largo como *potencia aeróbica* (los términos "potencia aeróbica" y "resistencia" a menudo se emplean como intercambiables).

a. Esta distinción se hace porque:[32,88,94]

(1) Las fibras musculares tipo II (fásicas de contracción rápida), que generan gran cantidad de tensión durante un período corto de tiempo, se dirigen hacia la actividad metabólica anaeróbica y tienden a fatigarse rápidamente.

(2) Las fibras musculares tipo I (tónicas de contracción lenta) generan un nivel bajo de tensión muscular, pero pueden mantener la contracción durante largo tiempo. Estas fibras se dirigen al metabolismo aeróbico y se fatigan muy lentamente.

b. Los músculos se componen de fibras fásicas y tónicas.

(1) Algunos músculos tienen mayor distribución de fibras tónicas y otros tienen mayor distribución de fibras fásicas.

(2) Esto lleva a la diferenciación y especialización de los músculos. Por ejemplo, se halla una distribución intensa de fibras tónicas de tipo I en los músculos posturales en los que la tensión muscular sostenida de bajo nivel mantiene el cuerpo constantemente erecto ante la fuerza de la gravedad o lo estabiliza ante cargas repetitivas.

(3) Una gran proporción de unidades motoras fásicas tipo II se halla en los músculos que producen una mayor descarga de tensión para que una persona levante todo el peso del cuerpo cuando sube un tramo de escaleras, para impulsar el cuerpo hacia delante con unas muletas o para elevar, empujar o tirar de una carga pesada.

5. Los programas de ejercicio resistido pueden crearse para reclutar selectivamente distintos tipos de fibras en los músculos mediante el control de la intensidad, duración y velocidad del ejercicio.

No hay duda de que la fuerza, la resistencia muscular y la potencia están relacionadas y pueden mejorar con ejercicios resistidos. Es importante que el terapeuta evalúe cada situación clínica y elabore programas de ejercicio que cubran las necesidades específicas de cada paciente.

III. Precauciones y contraindicaciones para el ejercicio resistido

Aunque el empleo del ejercicio resistido sea a menudo la base de los programas de entrenamiento pensados para mejorar las capacidades funcionales del paciente, los terapeutas deben tener en cuenta cierto número de precauciones y contraindicaciones antes de su implementación y mientras se lleva a cabo un programa de ejercicio resistido.

A. Precauciones

1. Precauciones cardiovasculares[25,55]

a. La **maniobra del Valsalva**, un esfuerzo espiratorio contra el segmento faríngeo cerrado de la glotis y las cuerdas vocales, debe evitarse durante el ejercicio resistido. Cuando una persona ejerce un esfuerzo intenso y prolongado, puede producirse ese fenómeno.

b. Descripción de la secuencia:

(1) Inspiración profunda.

(2) Cierre de la glotis y las cuerdas vocales.

(3) Contracción de los músculos abdominales.

(4) Aumento de las presiones intratorácica e intraabdominal que reduce el riego sanguíneo venoso del corazón. La reducción del retorno venoso reduce el gasto cardíaco, lo cual, a su vez, provoca un descenso temporal de la tensión arterial. Esto da lugar a un aumento de la frecuencia cardíaca.

(5) Cuando se *libera* el esfuerzo espiratorio y se produce la espiración, hay un *aumento* pronunciado de la tensión arterial del corazón hasta 200 mmHg o más. Esto se debe a un flujo de sangre venosa rápido en el corazón y provoca una contracción forzada del corazón.

c. Importancia del ejercicio:

(1) La maniobra de Valsalva debe evitarse durante el ejercicio para evitar una tensión anormal sobre el sistema cardiovascular y la pared abdominal.

(2) Pacientes de alto riesgo.

(a) Pacientes con antecedentes de problemas cardiovasculares (accidente vascularcerebral, infarto agudo de miocardio o hipertensión).

(b) Pacientes geriátricos.

(c) Pacientes sometidos a cirugía abdominal o con una hernia en la pared abdominal.

d. Prevención de la maniobra de Valsalva durante el ejercicio:[29,55]

(1) Tomar precauciones para que el paciente no aguante la respiración.

(2) Hacer que el paciente expulse el aire cuando realice un movimiento.

(3) Pedir al paciente que cuente o hable o respire rítmicamente durante el ejercicio.

NOTA: La maniobra de Valsalva se ve habitualmente cuando un paciente realiza un ejercicio isométrico[29] de gran resistencia.[17] El aumento de la tensión arterial inducido por una contracción muscular isométrica es proporcional al porcentaje de fuerza voluntaria máxima que se ejerza.[106] Si un paciente ejerce un esfuerzo máximo durante el ejercicio dinámico a velocidades cada vez mayores, el aumento de la tensión arterial parece ser el mismo a todas las velocidades del movimiento a pesar de que decrezca la producción de fuerza en el músculo.[25] Los pacientes con antecedentes de problemas cardiovasculares deben ser vigilados de cerca y tal vez hayan de evitar por completo ejercicios dinámicos, estáticos, de gran esfuerzo.

2. Fatiga

La fatiga es un fenómeno complejo que afecta al rendimiento funcional y debe tenerse en cuenta en todo programa de ejercicio terapéutico. La fatiga tiene diversas definiciones, que se basan en el tipo de que se hable.

a. **Fatiga muscular local** es la respuesta disminuida de un músculo a un estímulo repetido. Se trata de una respuesta fisiológica normal del músculo y se caracteriza por una reducción de la capacidad del sistema neuromuscular para producir fuerza[26,69] y se asocia con un descenso de la amplitud de los potenciales de las unidades motoras.[69]

(1) La fatiga muscular puede producirse durante contracciones musculares estáticas o dinámicas y siempre que se realice un ejercicio de poca o gran intensidad durante un período de tiempo.

(2) La respuesta disminuida del músculo se debe a una combinación de factores como[32,39,99]:

(a) Trastornos del mecanismo contráctil del músculo en sí por un descenso de las reservas de energía, por falta de oxígeno y por la acumulación de ácido láctico.

(b) Influjos inhibidores (protectores) del sistema nervioso central.

(c) Posiblemente una reducción de la conducción de los impulsos en la unión mioneural, sobre todo en el caso de las fibras de contracción rápida.

(3) La fatiga muscular se caracteriza por un declive del pico de fuerza rotatoria y se asocia con una sensación incómoda en el músculo o incluso con dolor y espasmos. Cuando el músculo está fatigado, su respuesta puede ser menor o se reduce la amplitud del movimiento realizado activo por el músculo.[32,69]

b. La **fatiga muscular general (corporal total)** es la respuesta disminuida de una persona durante una actividad física prolongada como caminar o correr.

(1) La fatiga general con un ejercicio prolongado pero de intensidad relativamente baja se debe probablemente a:[32,39]

(a) Reducción de los niveles de glucosa en la sangre.

(b) Reducción de las reservas de glucógeno en los músculos y el hígado.

(c) Depleción del potasio, sobre todo en pacientes ancianos.

(2) Es una consideración importante en los programas de preparación física y de fondo y se hablará de ellos en el capítulo 4.

c. Fatiga asociada con enfermedades clínicas específicas.

(1) La fatiga puede producirse con mayor rapidez o a intervalos predecibles en ciertas enfermedades asociadas con disfunción neuromuscular o cardiopulmonar.

(a) En la esclerosis múltiple, el paciente suele despertarse descansado y funciona bien al comienzo de la mañana. Hacia el medio día el paciente alcanza un pico de fatiga y se debilita notablemente. Luego, a comienzos de la tarde, la fatiga se reduce y mejora la fuerza.

(b) Los pacientes con cardiopatías, disfunción vascular periférica y neumopatías tienen dificultades que deterioran el sistema de transporte de oxígeno. Estos pacientes se cansan con mayor rapidez y requieren un período más largo de tiempo para recuperarse del ejercicio.

(2) El terapeuta debe ser consciente de los patrones de fatiga que se producen en enfermedades específicas y dirigir el programa de ejercicio en consecuencia.

3. Recuperación del ejercicio

En todo programa de entrenamiento resistido debe haber tiempo suficiente para recuperarse del ejercicio. Después de un ejercicio vigoroso, el cuerpo necesita tiempo para restablecerse y recuperar el estado anterior al ejercicio agotador.[32,96] La recuperación de un ejercicio intenso, donde la capacidad del músculo para producir fuerza vuelve al 90-95% de la capacidad previa al ejercicio, requiere unos 3 a 4 minutos, dándose la recuperación más rápida durante el primer minuto.[96]

a. Cambios que se producen en el músculo durante la recuperación.[32]

(1) Se recuperan las reservas de energía.

(2) El ácido láctico se elimina del músculo esquelético y la sangre en aproximadamente 1 hora postejercicio.

(3) Las reservas de oxígeno se recuperan en los músculos.

(4) El glucógeno es reemplazado a lo largo de varios días.

b. Se ha demostrado que, si se practica un ejercicio ligero durante el período de recuperación, la recuperación del ejercicio se produce con mayor rapidez que con reposo total.[10,32,38]

c. Sólo si un paciente tiene tiempo suficiente para recuperarse del cansancio después de cada sesión de ejercicio, mejorará su rendimiento físico a largo plazo (fuerza, potencia o resistencia física).

4. Sobreentrenamiento

a. Los programas de ejercicio en los que se aplica mucha intensidad o carga o se realiza un entrenamiento agotador repetidamente deben avanzar con cuidado para evitar un problema conocido como sobreentrenamiento.[32, 106]

b. El **sobreentrenamiento** es un fenómeno que en realidad provoca un deterioro temporal o permanente de la fuerza como resultado del ejercicio y puede producirse en personas normales o en pacientes con ciertas enfermedades neuromusculares. Dicho así, no siempre es cierto que un poco de ejercicio sea bueno y que más ejercicio sea mejor.[32,93]

c. La fatiga y el sobreentrenamiento no son sinónimos. Dada la sensación de malestar que acompaña a la fatiga en personas con un sistema neuromuscular intacto, no suele haber sobreentrenamiento ni la debilidad muscular resultante. En ocasiones se produce pérdida de fibras musculares en personas normales que se entrenan vigorosamente, pero que no tienen una ingesta adecuada de alimentos o reservas de grasa para cubrir el aumento del gasto de energía causado por el ejercicio. La energía requerida debe conseguirse mediante la destrucción de proteínas contenidas en los músculos.[106]

d. Se ha observado clínicamente un deterioro progresivo de la fuerza por sobreentrenamiento en pacientes con enfermedad no progresiva de las motoneuronas inferiores que participaron en programas de ejercicio resistido vigoroso.

e. Este fenómeno también se ha producido en animales de laboratorio. Un estudio[45,93] llegó a la conclusión de que, cuando el ejercicio agotador se iniciaba poco después de una lesión nerviosa periférica, se retrasaba la recuperación de la fuerza muscular funcional. Se sugirió que podía deberse a una destrucción excesiva de proteínas en los músculos denervados.

f. El sobreentrenamiento puede evitarse si la intensidad, duración y progresión del ejercicio aumentan lentamente y se vigilan muy de cerca.

g. Una reevaluación cuidadosa y periódica de la fuerza del paciente ayudará al terapeuta a determinar si la fuerza mejora de modo adecuado como resultado del programa de ejercicios resistidos.

5. Movimientos sustitutivos (compensaciones)

a. Si se aplica demasiada resistencia a un músculo que se contrae durante el ejercicio, pueden producirse movimientos sustitutivos.

b. Cuando los músculos están débiles por la fatiga, parálisis o dolor, el paciente tratará de realizar los movimientos deseados que antes realizaban esos músculos débiles por cualquier medio posible.[81] Por ejemplo, si los músculos deltoides y supraspinoso están débiles o la abducción del brazo produce dolor, el paciente puede elevar la escápula (encogerse de hombros) y flexionar lateralmente el tronco hacia el lado contrario. A veces parece que el paciente mueve el brazo en abducción, pero de hecho no es así.

c. Para evitar movimientos sustitutivos en los programas de ejercicio, debe aplicarse una cantidad adecuada de resistencia y conseguirse una estabilización correcta, bien manualmente bien mediante el equipamiento. En este capítulo se exponen más adelante puntos específicos de estabilización durante el ejercicio resistido.

6. Osteoporosis

a. La **osteoporosis** es una afección que se caracteriza por una reducción de la masa ósea mineralizada y se asocia con un desequilibrio entre la reabsorción y la formación de hueso.[12,67,107] Además de la pérdida de masa ósea, se produce un estrechamiento de la diáfisis de los huesos y un ensanchamiento del conducto medular.

b. Los cambios en el hueso asociados con osteoporosis vuelven el hueso incapaz de soportar las tensiones normales y lo hacen muy propenso a sufrir fracturas patológicas. Las **fracturas patológicas** son fracturas del hueso ya debilitado por la enfermedad y son el resultado de tensiones muy pequeñas sobre el sistema esquelético.[12,67] Las fracturas patológicas se producen con mayor frecuencia en las vértebras, caderas, muñecas y costillas.[12,67]

c. Factores que aumentan el riesgo de osteoporosis.

(1) En pacientes con deficiencias neuromusculares o musculoesqueléticas, la osteoporosis puede desarrollarse como resultado de una inmovilización prolongada, el reposo en cama o la incapacidad para apoyar el peso sobre una extremidad.[107]

(a) Pacientes con parálisis fláccida asociada con una lesión de la médula espinal o una enfermedad neuromuscular desarrollan con rapidez una atrofia ósea debido a la falta de tracción sobre el hueso y a la pérdida de soporte de peso.

(b) Pacientes con una larga historia de artropatía inflamatoria desarrollan osteoporosis en los huesos cercanos a las articulaciones afectadas. Esto tal vez se deba a la inmovilización prolongada de las articulaciones y a la reducción de la carga como resultado de la inflamación articular y el dolor, o del tratamiento a largo plazo con esteroides.[107]

(2) Aunque la pérdida ósea se produce con el envejecimiento en hombres y mujeres, es más corriente y grave en las mujeres blancas postmenopáusicas, y parece directamente asociada con la reducción de la secreción de estrógenos.

(3) El estado nutricional, específicamente la falta de una ingesta diaria de calcio, también supone un riesgo de sufrir osteoporosis.

(4) Un estilo de vida sedentario y la falta de ejercicio regular son factores que también se asocian con el riesgo de sufrir osteoporosis.

d. Modificaciones en los programas de ejercicio para pacientes con osteoporosis.

(1) Debe hacerse hincapié en los ejercicios de resistencia o en el entrenamiento de fuerza de baja intensidad. La resistencia debe sumarse al programa de entrenamiento de la fuerza de forma muy gradual.

(2) Las actividades en carga de bajo impacto deben incorporarse al programa de ejercicio, pero deben evitarse los movimientos explosivos de giro.

7. Mialgia inducida por el ejercicio[13,22,28,34,106,113]

a. La **mialgia aguda** suele aparecer durante o justo después de un ejercicio agotador llevado hasta el punto de fatiga.

(1) Esta respuesta se produce cuando un músculo se fatiga durante el ejercicio anaeróbico por la falta de suficiente sangre y oxígeno (isquemia) y por la acumulación temporal de metabolitos como ácido láctico y potasio en los músculos ejercitados.[13,24,106]

(2) El dolor muscular experimentado durante el ejercicio intenso es transitorio y desaparece con rapidez después del ejercicio cuando se restablece un riego sanguíneo y un aporte de oxígeno adecuados a los músculos. Un período adecuado de recuperación activa de ejercicio de baja intensidad puede facilitar este proceso.

b. La **mialgia diferida*** [13,28,34,84,106] después de un ejercicio vigoroso y desacostumbrado o cualquier forma de sobreesfuerzo muscular, los dolores musculares y la rigidez temporal pueden darse entre 12 y 24 horas después de la finalización del ejercicio. La sensación de mialgia diferida se intensifica gradualmente y suele alcanzar un pico de 24 a 48 horas después del ejercicio. La sensación de sensibilidad dolorosa al tacto y rigidez muscular, que puede durar de 5 a 7 días después del ejercicio, probablemente se transmita por las neuronas aferentes amielínicas del grupo IV, las fibras nerviosas asociadas con el dolor muscular difuso. La mialgia puede sentirse por todo el vientre muscular y en la unión miotendinosa.

(1) Aunque se ha estudiado durante muchos años la etiología de la mialgia diferida, la causa fundamental no se ha determinado todavía.

(a) Una de las primeras teorías, la teoría de la acumulación de desechos metabólicos, fue expuesta por investigadores escandinavos que sugirieron que era una acumulación de ácido láctico en el músculo la que causaba mialgia aguda y diferida después del ejercicio. Esta teoría ha sido descartada recientemente[112] y en estudios precedentes.[40,43] Los estudios han demostrado que se requiere sólo 1 hora de reposo después de un ejercicio hasta el agotamiento para eliminar casi todo el ácido láctico del músculo esquelético y la sangre.[33,34]

(b) En 1961 deVries[23] propuso la teoría de los espasmos musculares como causa de la mialgia diferida. Sugirió que un ciclo de retroalimentación del dolor causado por isquemia y la acumulación de productos de desecho metabólicos durante el ejercicio provocaba espasmos musculares, lo cual, a su vez, causaba la sensación de mialgia diferida y un ciclo de espasmos-dolor reflejos continuado que duraba varios días después del ejercicio. La teoría de los espasmos musculares no ha sido respaldada por investigaciones posteriores, lo que demuestra que no se aprecia ningún aumento de la actividad electromiográfica (EMG) y, por tanto, ninguna prueba de espasmos en los músculos con mialgia diferida.[1,2,106]

(c) Aunque los estudios sobre la etiología específica de la mialgia diferida siguen en curso, la investigación parece sugerir que la mialgia diferida está vinculada con cierta forma de microtraumatismo inducido por contracciones de las fibras musculares y/o los tejidos conjuntivos que provocan degeneración y necrosis de estos tejidos. La necrosis, que es evidente durante varios días después del ejercicio, se acompaña de inflamación y edema.[2,28,35,36,106,113]

(2) Con frecuencia se ha descrito que la mialgia diferida es mayor después de un ejercicio excéntrico vigoroso que después de un ejercicio concéntrico.[4,35,37,75,76,107] Se ha sugerido que tal vez se produzca mayor daño en los músculos y el tejido conjuntivo, y, por tanto, mayor mialgia diferida con contracciones más largas que con contracciones más cortas, porque se contraen menos fibras musculares durante el ejercicio excéntrico para controlar una carga de ejercicio y los tejidos conjuntivos absorben parte de la carga.[5,17,23,28,101] También se ha comprobado que puede producirse mayor fuerza rotatoria con contracciones musculares excéntricas máximas que con

* Nota del Revisor: Dolor muscular de aparición tardía (DMAT), "agujeta".

contracciones concéntricas máximas. Los estudios que sugieren que el ejercicio excéntrico se asocia con mayor mialgia diferida que el ejercicio concéntrico tal vez no hayan controlado adecuadamente la intensidad o la duración del ejercicio.[30] Como ha sugerido el autor de un estudio reciente, las diferencias en el grado de mialgia en los primeros estudios que compararon el ejercicio concéntrico y excéntrico pueden haber sido el resultado de diferencias de la intensidad de las contracciones musculares y no del tipo de contracción muscular.[30] En este estudio los investigadores no hallaron diferencias en el grado de mialgia diferida después del ejercicio concéntrico y excéntrico cuando estos ejercicios se realizaron isocinéticamente con los mismos niveles de intensidad (producción de fuerza rotatoria).

(3) Las funciones musculares, sobre todo la fuerza y la flexibilidad, se ven afectadas negativamente durante el tiempo que dura la mialgia diferida.

(a) La flexibilidad y la amplitud del movimiento articular se reducen por la sensibilidad dolorosa al tacto y la rigidez de los músculos afectados.

(b) Tal vez haya también una pérdida temporal de fuerza que coincida con la mialgia y que persista varias semanas después de que haya remitido la sensación de mialgia diferida.[13,41,47,113]

(c) Es cuestionable si estas limitaciones temporales están causadas directamente por la sensación de mialgia diferida o por el daño muscular o del tejido conjuntivo, lo cual produce inflamación, edema, interrupción de la unidad contráctil o inhibición neurológica.

(4) La prevención y/o el tratamiento de la mialgia diferida sólo han tenido un éxito marginal.[106] La prevención de la mialgia diferida al comienzo de un programa de ejercicio después de un período corto o largo de inactividad es muy difícil. Parece ser que el único método eficaz para prevenirla es varios días de ejercicio previo. Los médicos creen que la gravedad del inicio de los síntomas puede mitigarse aumentando *gradualmente* la intensidad y duración del programa de ejercicio, realizando un calentamiento de baja intensidad y ejercicios de recuperación activa, o estirando suavemente los músculos que se vayan a ejercitar antes y después del ejercicio. [22] Aunque estas técnicas se emplean habitualmente, pocas pruebas en la literatura respaldan su eficacia en la prevención de la mialgia diferida. Continuamente se están buscando métodos eficaces de tratamiento de la mialgia diferida.[41,47,113] El ejercicio ligero de gran velocidad parece reducir la sensibilidad dolorosa al tacto de los músculos durante el ejercicio y acelerar el alivio permanente de los síntomas. También se ha demostrado que el empleo de estimulación nerviosa transcutánea eléctrica (TENS = *transcutaneous electrical nerve stimulation*) de pulsos largos y baja frecuencia o de agentes térmicos reduce[20] o no tiene efecto alguno sobre la sensación de mialgia diferida.[20] Las cremas tópicas de salicilatos, que proporcionan un efecto analgésico, también reducen la gravedad de la mialgia diferida y aceleran el alivio de los síntomas.[47]

B. Contraindicaciones

1. Inflamación

Los ejercicios de contrarresistencia dinámica no están indicados cuando un músculo o una articulación están inflamados o hinchados. El empleo de resistencia puede aumentar la hinchazón y causar más daños en los músculos o articulaciones. El ejercicio isométrico de baja intensidad es practicable en presencia de una inflamación si la actividad no aumenta el dolor.

2. Dolor

Si un paciente experimenta dolor muscular o articular grave durante el ejercicio o durante más de 24 horas después del ejercicio, la actividad se eliminará por completo o se reducirá sustancialmente. El terapeuta procederá a una evaluación cuidadosa de la causa del dolor.

IV. Tipos de ejercicio resistido

La contrarresistencia puede aplicarse con contracciones musculares estáticas o dinámicas. Los ejercicios resistidos se realizan de modo dinámico (con contracciones musculares excéntricas o concéntricas), isocinético o estático.[32,36,63,84,92,93] En todos los casos, el objetivo final es mejorar el rendimiento funcional y las capacidades mediante el desarrollo de mayores fuerza, resistencia y potencia musculares. Antes de elegir una forma concreta de ejercicio, el terapeuta debe tener en cuenta los conceptos de especificidad y transferencia del entrenamiento.

A. Especificidad y transferencia del entrenamiento

1. Especificidad del entrenamiento

La **especificidad del entrenamiento** es un supuesto ampliamente aceptado, o incluso un principio, que sugiere que los efectos adaptativos del entrenamiento, como el aumento de la fuerza, la potencia y la resistencia, tienden a ser muy específicos del método de entrenamiento empleado.[32,58,71,84,90,103] Siempre que sea posible, los ejercicios incorporados a un programa de entrenamiento

deben reproducir la función deseada. Por ejemplo, si la actividad funcional deseada requiere más resistencia que fuerza muscular, entonces la intensidad y duración de los ejercicios deberían encaminarse a mejorar la resistencia muscular.[84,90] La especificidad del entrenamiento también debe tenerse en cuenta respecto al modo (tipo) y velocidad del ejercicio, así como a la posición de la extremidad o del paciente durante el ejercicio.[9,71,72] Por ejemplo, si el resultado funcional es subir o bajar escaleras, el ejercicio debe realizarse excéntrica y concéntricamente con un patrón de cadena cinemática cerrada para progresar hasta conseguir la velocidad y el control deseados. Se ha sugerido que la base de la especificidad está relacionada con cambios morfológicos en el músculo así como con el aprendizaje motor y la adaptación neuronal al estímulo del entrenamiento.[9,27,51,105]

2. Transferencia del entrenamiento

También se ha registrado la proyección de los efectos del entrenamiento de una variación de ejercicio a otro. Este fenómeno se denomina **transferencia del entrenamiento, trasvase** o **entrenamiento alternativo**. La transferencia del entrenamiento se produce sobre una base limitada a la velocidad, el tipo o modo de ejercicio, la fuerza de contracción y el patrón de movimiento.* También se ha sugerido que un efecto del entrenamiento alternativo puede producirse de una extremidad ejercitada a la extremidad contralateral no ejercitada en un programa de entrenamiento resistido. [21,50] Un ejemplo de transferencia del entrenamiento es cuando el ejercicio excéntrico mejora también la fuerza concéntrica y viceversa. Se ha demostrado asimismo que un programa de ejercicios pensado para desarrollar la fuerza muscular al menos mejora moderadamente la resistencia muscular. El entrenamiento de la fuerza a una velocidad de ejercicio también mejora la fuerza a velocidades superiores o inferiores de ejercicio. En casi todos los casos los efectos de trasvase son sustancialmente inferiores a los efectos del entrenamiento producto de la especificidad del entrenamiento. Por encima de todo, la mayoría de los estudios respaldan la importancia de crear un programa de ejercicio que replique muy de cerca las actividades funcionales deseadas. Con todas las variables posibles del programa de ejercicio deberían cubrirse los requisitos y demandas del paciente durante actividades funcionales específicas.

B. Ejercicio isotónico (ejercicio dinámico)

El ejercicio isotónico es una forma dinámica de ejercicio que se desarrolla con una carga constante o variable a medida que el músculo se elonga o acorta en toda la amplitud de movimiento disponible.[32,48,58,84,93] La fuerza dinámica, la resistencia muscular, y la potencia pueden desarrollarse con ejercicio isotónico.

1. Resistencia (carga) manual o mecánica

El ejercicio isotónico puede realizarse con una resistencia manual o mecánica, según las necesidades y capacidades del paciente. Los ejercicios resistidos manual y mecánicamente se expondrán a fondo en este capítulo.

2. Resistencia constante frente a variable

a. Tradicionalmente, el ejercicio isotónico se ha practicado empleando una carga constante como pesas libres (carga directa).

b. El término isotónico significa literalmente tensión igual o constante. Sin embargo, cuando un músculo se contrae manualmente con una carga constante (resistencia), la tensión generada en el músculo varía cuando se acorta o elonga durante la amplitud del movimiento disponible. La tensión muscular máxima se desarrolla sólo en un punto de la amplitud del movimiento con un ejercicio isotónico realizado con una carga constante.[16,32,48,84,93] El peso que se levanta o baja no puede ser mayor de lo que el músculo pueda controlar en el punto *más débil* de la amplitud articular.

c. **Ejercicio de resistencia variable**

(1) Cuando el ejercicio isotónico se lleva a cabo empleando equipamiento de resistencia variable, como una máquina de pesas Eagle o Nautilus o con sistemas neumáticos o hidráulicos, el músculo que se contrae es sometido a cantidades variables de resistencia durante el recorrido articular para cargar con mayor eficacia el músculo en puntos múltiples de la amplitud.

(2) Cuando a la contracción isotónica de un músculo se le opone una resistencia manual, el terapeuta puede variar la resistencia para adaptarse a las capacidades de fuerza del músculo en toda la amplitud del movimiento.[63]

3. Ejercicio concéntrico frente a excéntrico[16,17,63,84]

a. El ejercicio isotónico también puede realizarse *concéntrica y/o excéntricamente*. Es decir, la resistencia se aplica sobre un músculo cuando este se acorta o se elonga.

b. La mayoría de los programas de ejercicios isotónicos comprenden una combinación de ejercicio concéntrico y

* Refs. 9, 27, 50, 71, 72, 82, 83, 89, 103.

excéntrico, los cuales tienen un valor evidente dependiendo de la fuerza del paciente y sus necesidades funcionales.

c. Aunque una contracción concéntrica máxima produce menos fuerza que una contracción excéntrica máxima, la mejoría adaptativa de la fuerza después de un programa de ejercicio concéntrico o excéntrico parece ser parecida.

d. Debe reclutarse un mayor número de unidades motoras para controlar la misma carga con una contracción concéntrica en comparación con una contracción excéntrica, lo cual sugiere que el ejercicio concéntrico tiene menor eficacia mecánica que el ejercicio excéntrico.[17,27]

e. Como se ha dicho antes, el entrenamiento isotónico de la fuerza realizado concéntricamente parece mejorar sobre todo la fuerza muscular concéntrica y el entrenamiento excéntrico parece mejorar ante todo la fuerza muscular excéntrica.[3,84,105] Aunque algunos estudios [83] sugieren que un grado limitado de transferencia del entrenamiento provoca mejoras de la fuerza excéntrica cuando se realiza un entrenamiento concéntrico, la mayoría de los estudios afirman que hay poco trasvase de fuerza de un modo de ejercicio a otro.

f. La velocidad a la cual se realiza el ejercicio concéntrico o excéntrico afecta directamente a la capacidad de la unidad neuromuscular para generar fuerza.[3,14,27,52,79] Con velocidades lentas, una contracción excéntrica máxima genera mayor fuerza que una contracción concéntrica máxima, pero, a medida que aumenta la velocidad del ejercicio, las fuerzas de contracción concéntrica decrecen rápidamente y las fuerzas de contracción excéntrica aumentan ligeramente y por lo general se igualan o decrecen. En un programa de fortalecimiento, cuando se levantan o bajan cargas pesadas, los ejercicios isotónicos suelen realizarse a velocidades bajas para controlar con seguridad el momento y reducir al mínimo la posibilidad de lesionarse. En la sección sobre ejercicio isocinético se expondrá información adicional sobre la velocidad del ejercicio y su impacto sobre la función muscular concéntrica y excéntrica.

g. En la sección IV.D de este capítulo aportaremos más información sobre el ejercicio excéntrico en su relación con la aplicación de un entrenamiento isotónico e isocinético.

4. Cadena cinética abierta frente a cadena cinética cerrada

a. Ejercicio en cadena cinética abierta[98]

El ejercicio en cadena cinética abierta comprende el movimiento que se produce en una cadena cinética abierta, donde el segmento distal (el pie o la mano) se mueve con libertad en el espacio. Por ejemplo, el movimiento en cadena cinética abierta se produce cuando el brazo eleva o baja un peso sostenido por la mano. Tradicionalmente, la mayoría de las rutinas de ejercicio resistido mecánica o manualmente se han aplicado empleando el ejercicio en cadena cinemática abierta. El ejercicio en cadena cinética abierta puede realizarse de modo estático o dinámico (concéntrico o excéntrico), y tal vez sea la única opción si el ejercicio en carga está contraindicado. Sin embargo, el ejercicio en cadena cinética abierta no preparará adecuadamente al paciente para actividades funcionales en carga como caminar, subir escaleras o saltar, que comprenden una acción muscular en una cadena cinética cerrada.

Un mismo músculo funciona de modo distinto en condiciones de cadena cinética abierta o cerrada. Por ejemplo, el músculo tibial posterior funciona en una cadena cinética invirtiendo y generando flexión plantar del pie y el tobillo. En la fase ortostática de la marcha, cuando el pie está apoyado en el suelo en una cadena cinética cerrada, el tibial posterior contrae para desacelerar la articulación subastragalina y mueve en supinación el pie al tiempo que gira externamente la pierna. Por tanto, el ejercicio en cadena cinética cerrada siempre debe tenerse en cuenta como parte integral de un programa de rehabilitación.

b. Ejercicio en cadena cinética cerrada[56,98,104]

El ejercicio en cadena cinética cerrada comprende el movimiento que se produce en una cadena cinética cerrada en la que el cuerpo se mueve sobre un segmento distal fijo. Por ejemplo, se produce un movimiento en cadena cinética cerrada en una posición en carga cuando el pie está apoyado en el suelo y la acción muscular eleva o baja el cuerpo como al subir escaleras o al acuclillarse. Las actividades en cadena cinética cerrada se producen en las extremidades superiores cuando una persona realiza flexiones de brazos.

Los ejercicios en cadena cinética cerrada se realizan en posturas funcionales con cierto grado de peso en carga y pueden implicar una acción muscular concéntrica, excéntrica o isométrica. Además de los músculos posturales, los ejercicios en cadena cinética cerrada también someten a carga huesos, articulaciones y tejidos blandos no contráctiles como ligamentos, tendones, y cápsulas articulares. Como las actividades en cadena cinética cerrada se realizan en carga, estimulan ciertos mecanorreceptores de o en torno a las articulaciones con mayor eficacia que los ejercicios en cadena cinética abierta, con lo cual estimulan la cocontracción muscular y añaden estabilidad articular, Además de mejorar la fuerza, potencia y resistencia musculares, las actividades en cadena cinética cerrada mejoran la estabili-

dad, el equilibrio, la coordinación y la agilidad de las posturas funcionales en carga. Obviamente, si el ejercicio en carga está contraindicado, el ejercicio en cadena cinética cerrada no podrá realizarse.

Las actividades en cadena cinética cerrada pueden iniciarse en un programa de rehabilitación en cuanto la carga total o parcial sea permisible. Aunque las actividades en cadena cinética cerrada suelan asociarse con la función de las extremidades inferiores, los ejercicios en cadena cinética cerrada también son importantes para mejorar la función de las extremidades superiores, en especial al desarrollar la estabilidad de los músculos de la cintura escapular. Los medios de contrarresistencia aplicada durante los ejercicios en cadena cinética cerrada con la resistencia manual, la resistencia mecánica o simplemente el peso del cuerpo.

NOTA: En la sección VII.B.7 de este capítulo se hallarán pautas adicionales para la aplicación de los ejercicios en cadena cinética cerrada.

C. Ejercicio isocinético

El **ejercicio isocinético** es una forma de ejercicio dinámico en el que la velocidad de acortamiento o elongación del músculo está controlada por un aparato que limita el ritmo y controla la velocidad de movimiento de una parte del cuerpo.[16,48,70,84] El término *isocinético* se refiere a un movimiento que se produce a velocidad constante (igual). La fuerza muscular empleada normalmente para acelerar una extremidad se conoce como resistencia.[48,49]

1. Como la velocidad del movimiento de la extremidad es constante, variará la resistencia que proporciona la unidad de ejercicio isocinético. Por esta razón, el ejercicio isocinético se denomina a veces **ejercicio de resistencia adaptada.**[16,48,70,71] La contrarresistencia encontrada durante el ejercicio isocinético se acomoda a la capacidad para producir tensión del músculo y carga el músculo según su capacidad en toda la amplitud del movimiento. Si el paciente está bien motivado y se ejercita con un esfuerzo máximo, el músculo se contrae y trabaja al máximo en todos los puntos de la amplitud del movimiento. Tal vez por esto varios investigadores han indicado que los programas de ejercicio isocinético pueden fortalecer los músculos con mayor eficacia que el ejercicio isotónico.[16,48,92,97]

2. Cuando se desarrollaron por primera vez las unidades de ejercicio isocinético, sólo era posible el entrenamiento concéntrico. Los avances de la tecnología han permitido el desarrollo de aparatos isocinéticos excéntricos.[3] Esto permite realizar un entrenamiento isocinético de modo excéntrico o concéntrico dependiendo del resultado funcional deseado.

3. La velocidad de movimiento de la extremidad es el aspecto del ejercicio que se controla durante el ejercicio isocinético. Las velocidades del ejercicio van de una velocidad lenta (15 a 30 grados por segundo) a una velocidad muy rápida (más de 300 a 400 grados por segundo). Cuando se realiza ejercicio isocinético concéntrico, la capacidad para desarrollar tensión del músculo se reduce a medida que aumenta la velocidad del ejercicio. Históricamente, se ha sugerido que, a medida que aumenta la velocidad de contracción muscular excéntrica, también aumenta la capacidad para producir fuerza. Las investigaciones que se han centrado en el ejercicio isocinético excéntrico no respaldan este concepto de modo consistente. En algunos estudios, a medida que aumenta la velocidad de movimiento de las extremidades, la fuerza producida también aumenta, pero sólo hasta cierto punto, y luego alcanza con rapidez una meseta o se reduce. En otros casos, la velocidad del ejercicio excéntrico tuvo poco o ningún efecto sobre la fuerza producida por los músculos que se contraen.

Los efectos del entrenamiento tienden a ser específicos de la velocidad. Es decir, la velocidad a la que se produce el entrenamiento de la fuerza tiende a ser la velocidad a la que se produce el aumento de la fuerza. En este capítulo continuará la exposición sobre el entrenamiento isocinético de velocidad específica.

4. A diferencia del ejercicio isotónico, que suele realizarse a velocidades bajas para controlar la inercia y previene las lesiones articulares o musculares, el ejercicio isocinético puede realizarse con seguridad a velocidades muy rápidas en el momento apropiado dentro de los programas de rehabilitación. Durante el ejercicio isocinético el paciente no necesita controlar la inercia del peso que se mueve con rapidez, el cual, si no se controla, podría provocar daños a los músculos que se contraen.

5. El ejercicio isocinético ha demostrado que es un medio eficaz para aumentar la potencia (fuerza•velocidad) y la fuerza resistencia, además de la fuerza máxima. Las unidades de ejercicio isocinético permiten al paciente ejercitarse con seguridad con un esfuerzo de gran intensidad frente a una cantidad máxima de resistencia a velocidades relativamente rápidas que mejoran posteriormente la potencia muscular. La resistencia muscular también puede aumentar con entrenamiento isocinético realizando contracciones musculares submáximas durante muchas repeticiones a distintas velocidades.

D. Ejercicio excéntrico

1. A medida que se ha ido conociendo mejor el valor del ejercicio excéntrico, se ha hecho más hincapié en el entrenamiento con resistencia excéntrica dentro de programas de rehabilitación integral. Como se ha dicho previamente en este capítulo, el entrenamiento con resistencia excéntrica tal vez se realice empleando ejercicios isotónicos o isocinéticos. El **ejercicio excéntrico** es un tipo de carga muscular dinámica donde se desarrolla tensión muscular y la elongación física del músculo se produce a medida que se aplica sobre el músculo una fuerza externa.[3,17] Las contracciones musculares excéntricas implican un trabajo negativo y se producen en muy variadas actividades funcionales como hacer bajar el cuerpo contra la gravedad, bajar escaleras o el control y la desaceleración del movimiento de las extremidades durante cambios repentinos de dirección o momento. Las contracciones musculares excéntricas también aportan una fuente de amortiguación durante actividades funcionales en cadena cinética cerrada.[3,17,84,89]

2. Algunas características de las contracciones musculares excéntricas en comparación con las contracciones concéntricas ya se han mencionado en una exposición previa del ejercicio isotónico (sección IV.B.3). Además de una contracción excéntrica con mayor capacidad para generar fuerza que una contracción concéntrica, una contracción excéntrica con una carga máxima produce más tensión que una contracción isométrica. Sin embargo, hay pocas pruebas que sugieran que las mejoras adaptativas de la fuerza sean mayores al término de un programa de entrenamiento excéntrico en comparación con un programa de entrenamiento concéntrico o isométrico.[28,32,37,53,54,61,101]

3. Se ha demostrado también que las contracciones musculares excéntricas son más eficaces que las contracciones concéntricas.[3,5,17,89] Es decir, se activa un número inferior de unidades motoras para controlar la misma carga excéntrica o concéntricamente; por tanto, una persona requiere menos esfuerzo para controlar excéntrica que concéntricamente una carga. En las fases iniciales de un programa de rehabilitación, cuando el movimiento articular es permisible pero el músculo está muy débil, las contracciones musculares excéntricas tal vez resulten más fáciles para el paciente que las contracciones concéntricas. Inicialmente, la gravedad puede ser la única fuente de resistencia siempre y cuando el paciente aprenda a controlar el descenso o bajada de la extremidad implicada. Más tarde, podrá añadirse una resistencia mecánica ligera como una mancuerna para mejorar gradualmente la función muscular.

4. En las fases finales de la rehabilitación, el empleo progresivo de ejercicios excéntricos también permite al paciente incorporar grandes cantidades de resistencia al programa de entrenamiento de la fuerza. Como la cantidad máxima de tensión muscular se genera con una contracción excéntrica, las cargas máximas pueden controlarse con ejercicio excéntrico. A medida que el paciente comienza a retomar las actividades funcionales, el ejercicio excéntrico de gran velocidad frente a una resistencia sustancial en forma de **actividades de estiramiento-acortamiento** prepara al paciente para deportes de gran intensidad o actividades de trabajo afín que requieran control muscular excéntrico para la desaceleración o cambios rápidos de dirección durante el movimiento (ver la exposición sobre las actividades de estiramiento-acortamiento en la sección VIII.A.5 de este capítulo).

5. Las contracciones musculares excéntricas consumen menos oxígeno y menos reservas de energía que las contracciones musculares concéntricas con cargas similares.[3,5,17,61] Cuando el fin del entrenamiento sea mejorar la resistencia muscular o la capacidad aeróbica, los músculos mostrarán mayor resistencia a la fatiga y, por tanto, los efectos del entrenamiento mejorarán haciendo hincapié en actividades excéntricas como correr cuesta abajo o ejercicios excéntricos isocinéticos a gran velocidad.

6. Los temas sobre la especificidad del entrenamiento frente a la transferencia del entrenamiento respecto al ejercicio excéntrico siguen siendo objeto de debate.[9,27,83,89,105] Como se dijo previamente, se ha demostrado que el ejercicio isotónico excéntrico es predominantemente específico del modo. Es decir, el entrenamiento excéntrico aumenta sobre todo la fuerza excéntrica y no la fuerza concéntrica o isométrica. La información sobre la especificidad del ejercicio según se aplique al modo y velocidad del entrenamiento isocinético excéntrico es muy limitada. El equipamiento isocinético con una prueba y un modo de entrenamiento excéntricos sólo han estado disponibles durante un período corto de tiempo. Los resultados de unos pocos trabajos que han estudiado la especificidad frente a la transferencia del entrenamiento con respecto al modo o velocidad del ejercicio han dado resultados dispares y no han sido conclusivos.[3]

7. ***Precauciones para el ejercicio excéntrico***

a. Existe el riesgo potencial de una tensión excesiva sobre el sistema cardiovascular (es decir, aumento de la frecuencia cardíaca y la tensión arterial media) debido a una respuesta de presión cuando se realiza el ejercicio excéntrico con un esfuerzo máximo. [3,17] Por tanto, las técnicas de respiración rítmica durante el ejercicio son esenciales. También hay que tener cuidado con personas con hipertensión y antecedentes de enfermedad cardiovascular o con personas ancianas.

b. Se ha informado de que la mialgia diferida (agujetas, DMAT) es más grave y dura más como resultado de un ejercicio excéntrico de esfuerzo máximo que de un ejercicio concéntrico.* Una posible explicación es que se produzcan microtraumatismos mayores en las fibras musculares y el tejido conjuntivo cuando un músculo se elonga ante una resistencia que cuando se acorta. Además, se necesita más resistencia para sobrecargar un músculo que realiza una contracción excéntrica que cuando realiza una contracción concéntrica, lo cual tal vez provoque más daños hísticos. Por tanto, en las fases iniciales de la curación después de una lesión muscular, no deben utilizarse cargas máximas durante la fase excéntrica del ejercicio. Las pesas ligeras, con un nivel submáximo de ejercicio concéntrico, no tensionan los músculos durante la fase excéntrica. Los estudios que han asociado el ejercicio excéntrico con mialgia diferida grave se relacionan con un ejercicio excéntrico de esfuerzo máximo y velocidad lenta. Los ejercicios isocinéticos de gran velocidad realizados excéntricamente tal vez no causen tantos daños en los tejidos blandos como el ejercicio excéntrico de poca velocidad, pero los estudios sobre este tema son todavía escasos.[3,41]

E. Ejercicios isométricos (estáticos)

El **ejercicio isométrico** es una forma estática de ejercicio que se produce cuando un músculo se contrae sin un cambio de la longitud del músculo o sin movimiento articular visible.[16,49,63] Aunque no haga ejercicio físico (fuerza × distancia), el músculo produce mucha fuerza y tensión.[63,70] Si también se producen cambios adaptativos en el músculo, como aumento de la fuerza y resistencia, las contracciones isométricas se mantendrán durante al menos 6 segundos frente a una resistencia. Esto deja tiempo para desarrollar un pico de tensión y para que se inicien cambios metabólicos en el músculo con cada contracción.[32]

Se emplean distintas formas e intensidades de ejercicio isométrico mediante contracciones musculares estáticas para cubrir los distintos objetivos y resultados funcionales en cada fase de la curación del tejido después de una lesión u operación. Las formas de ejercicio son ejercicios de preparación de los músculos, ejercicios de resistencia isométrica y ejercicios de estabilización.

1. Ejercicio de preparación de los músculos

Los **ejercicios de preparación de los músculos** son ejercicios isométricos de baja intensidad realizados con poca o ninguna resistencia. Los ejercicios de preparación se emplean para favorecer la relajación y circulación de los músculos, y para reducir el dolor y los espasmos musculares después de una lesión en los tejidos blandos durante la fase aguda de la curación. La preparación muscular también mantiene la movilidad entre las fibras musculares mientras se curan. Los dos ejemplos corrientes de preparación muscular son los músculos cuádriceps y glúteos. Como la preparación no se realiza con una resistencia apreciable, la fuerza muscular no mejora. Los ejercicios de preparación pueden retardar la atrofia muscular en las fases iniciales de la rehabilitación de un músculo o articulación cuando se necesita inmovilización para proteger las estructuras en curación.[68,84]

2. Ejercicio de resistencia isométrica

Los ejercicios isométricos, resistidos manual o mecánicamente, se emplean para desarrollar la fuerza muscular cuando el movimiento articular es doloroso o poco recomendable después de una lesión.

a. Durante el entrenamiento isométrico, basta con emplear una carga de ejercicio (resistencia) del 60-80 por ciento de la capacidad de un músculo para desarrollar fuerza con el fin de aumentarla.[58,69]

b. La longitud de un músculo en el momento de la contracción afecta directamente a la cantidad de tensión que un músculo puede producir en un punto específico de la amplitud del movimiento.[49,63,66,116] Por tanto, la cantidad de resistencia con la que actúa un músculo varía en los distintos puntos de la amplitud.

c. Como no se produce movimiento articular durante el ejercicio isométrico, la fuerza aumentará sólo en el ángulo articular en que se realiza el ejercicio. Para desarrollar la fuerza en la amplitud del movimiento, debe aplicarse resistencia a las contracciones musculares estáticas cuando la articulación está en distintas posiciones.[32,65]

3. Ejercicios de estabilización (estabilidad activa)

La estabilidad articular o postural puede desarrollarse durante la aplicación de ejercicio isométrico. La **estabilidad** se consigue activando la cocontracción, es decir, la contracción de los músculos antagonistas que rodean las articulaciones proximales.[18] La cocontracción se consigue mediante un ejercicio isométrico en la amplitud media frente a una resistencia y en posiciones de antigravedad.

a. Los **ejercicios de estabilización** suelen realizarse en posturas en carga dentro de una cadena cinética cerrada.

* Refs. 3, 13, 16, 17, 28, 34, 37, 61, 75, 76

b. Se hace hincapié en la musculatura del tronco controlada isométricamente y los músculos proximales de las extremidades. Se mantienen variedad de posiciones frente a una resistencia manual o contra la gravedad con el peso del cuerpo como fuente de resistencia.

c. Los ejercicios de **estabilización rítmica** (descritos en VI.C.4 de este capítulo) y **estabilización dinámica** (descritos en los capítulos 8, 11 y 15) son formas de ejercicio isométrico pensadas para desarrollar la estabilidad articular y ortostática.[78,91,100]

4. *Precauciones con el ejercicio isométrico*

Parecido al ejercicio excéntrico, cuando el ejercicio isométrico se realiza ante una resistencia, se asocia con una respuesta de presión como resultado de la maniobra de Valsalva, lo que causa un aumento rápido de la tensión arterial. La magnitud de la respuesta variará con la edad y los antecedentes del paciente. La respiración rítmica siempre debe realizarse durante el ejercicio isométrico para reducir al mínimo la respuesta de presión. El ejercicio isométrico, sobre todo cuando se realiza con una resistencia sustancial, puede estar contraindicado para pacientes con antecedentes de enfermedad cardiovascular o accidente vascular cerebral.

V. Ejercicio resistido manualmente

A. Definición

El **ejercicio resistido manualmente** es una forma de ejercicio activo en el que la resistencia la aplica el terapeuta a una contracción muscular estática o dinámica.

1. Cuando el movimiento articular sea permisible, la resistencia suele aplicarse en toda la amplitud del movimiento a medida que se acorta el músculo. La resistencia manual puede aplicarse con una contracción de elongación controlada o una contracción estática de un músculo.

2. El ejercicio se realiza en los planos anatómicos de movimiento, según patrones diagonales conocidos como técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP),[100,111] o patrones combinados de movimiento que reproducen las actividades funcionales.

3. Un músculo específico también puede fortalecerse oponiendo resistencia a la acción de ese músculo, como se describe en los procedimientos para la prueba muscular manual.[15,57]

B. Principios de la aplicación de ejercicio resistido manualmente

1. Antes de iniciar el ejercicio

a. Evaluar la amplitud del movimiento y la fuerza del paciente, identificar las limitaciones funcionales. La prueba muscular manual y las pruebas funcionales ayudarán al terapeuta a establecer un nivel básico cualitativo y cuantitativo de fuerza y rendimiento funcional mediante el cual pueda medirse el progreso. También ayudará al terapeuta a determinar la cantidad apropiada y el tipo de resistencia que debe aplicarse en el programa de ejercicio.

b. Explicar al paciente el plan de ejercicios y los procedimientos.

c. Al igual que con los ejercicios de movilidad (véase el capítulo 2), se coloca el paciente en una posición cómoda. El terapeuta se sitúa junto al paciente donde pueda utilizar una mecánica corporal adecuada. El terapeuta se asegura de que la región del cuerpo donde se va a realizar el ejercicio esté libre de ropa restrictiva.

d. Se muestra el movimiento deseado al paciente moviendo pasivamente la extremidad del paciente.

e. Se explica al paciente que debe realizar el ejercicio con un esfuerzo máximo pero indoloro.

f. El terapeuta se asegura de que el paciente no aguante la respiración durante el esfuerzo máximo para evitar la maniobra de Valsalva.[55]

2. Durante el ejercicio resistido manualmente

a. Se tiene en cuenta el punto de aplicación de la resistencia.

La resistencia suele aplicarse en el extremo distal del segmento donde se inserta el músculo que se quiere fortalecer. Ejercer resistencia distal genera una cantidad máxima de fuerza rotatoria externa con una cantidad mínima de esfuerzo por parte del terapeuta. Por ejemplo, para fortalecer la porción anterior del músculo deltoides, se aplica resistencia sobre la porción distal del húmero mientras el paciente flexiona el hombro (fig. 3.1).

(1) El punto de aplicación de la resistencia variará según la fuerza del paciente y del terapeuta, así como la estabilidad del segmento.

(2) La resistencia puede aplicarse sobre una articulación intermedia si esa articulación es estable e indolora, y si hay suficiente fuerza muscular que soporte la articulación.

b. Determinar la dirección de la resistencia.

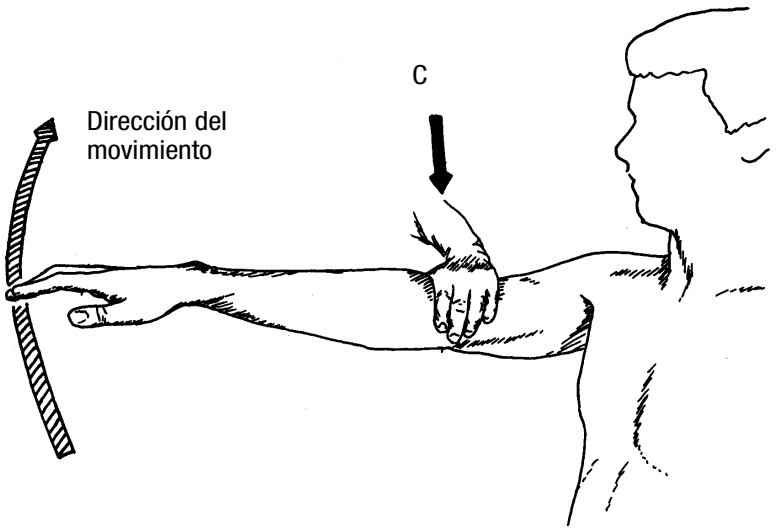


Figura 3.1. Se aplica resistencia (C) en el extremo distal del segmento que se fortalece y en dirección contraria a la dirección del movimiento del brazo.

La resistencia se aplica en la dirección directamente opuesta al movimiento deseado (fig. 3.1).

c. Proporcionar estabilización.

Para evitar movimientos sustitutivos cuando se fortalezca un músculo específico, el terapeuta debe aplicar estabilización o mediante equipamiento como férulas o cinchas. La estabilización de un segmento suele aplicarse en la inserción proximal del músculo que se fortalece. Por ejemplo, en el caso del músculo bíceps braquial, la estabilización debe concentrarse en la porción anterior del hombro mientras se ejerce resistencia ante la flexión del codo (fig. 3.2.).

d. Aplicar una cantidad adecuada de resistencia.

Figura 3.2. Se estabiliza la inserción proximal del músculo que se fortalece. En este dibujo se estabilizan la porción proximal del húmero y la escápula mientras se ejerce resistencia a la flexión del codo.

Inicialmente, el paciente tendrá que practicar el movimiento deseado con una resistencia submáxima para cogerle el "tranquillo". Para aumentar la fuerza, la respuesta óptima del paciente ha de ser un esfuerzo máximo indoloro. En el ejercicio dinámico realizado con resistencia, el movimiento debe ser armónico, sin temblor alguno. La resistencia aplicada debe igualar la capacidad del músculo en todos los puntos de la amplitud del movimiento. La resistencia aumenta y decrece gradualmente para que no se produzcan movimientos incontrolados.

e. Revisar el punto de aplicación de resistencia o reducir la cantidad de resistencia si:

(1) El paciente no consigue completar toda la amplitud del movimiento.

(2) El punto de aplicación de resistencia produce dolor.

(3) Aparecen temblores musculares.

(4) Se producen movimientos sustitutivos.

f. Dar órdenes verbales apropiadas.

(1) Dar al paciente órdenes verbales sencillas que entienda fácilmente y no comprendan terminología o jerga médicas. Por ejemplo, diga al paciente que "doble y desdoble el codo" en vez de "flexione y extienda el codo".

(2) Emplee distintas órdenes verbales para facilitar las contracciones isométricas, concéntricas o excéntricas.

(a) Para oponer resistencia a una contracción isométrica, diga al paciente que "aguante" o "no deje que lo mueva" o "iguale mi resistencia".

(b) Para oponer resistencia a una contracción concéntrica, pida al paciente que "empuje" o "tire".

(c) Para oponer resistencia a una contracción excéntrica,

pida al paciente que "vaya cediendo lentamente cuando yo empuje o tire".

(3) Coordine apropiadamente la sincronización de las órdenes verbales con la aplicación de resistencia manual, sobre todo cuando se oponga resistencia a movimientos recíprocos.

g. Establecer el número de repeticiones.

(1) Por lo general, 8 a 10 repeticiones de un movimiento específico harán que el paciente llegue a un punto de fatiga muscular.

(2) Pueden realizarse repeticiones adicionales después de un período adecuado de descanso para recuperarse del cansancio.

VI. Técnicas de ejercicio resistido manualmente

De acuerdo con el capítulo 2, la mayoría de los ejercicios descritos e ilustrados en esta sección se practican con el paciente en *decúbito supino*. Tal vez sean necesarias variaciones en la posición del terapeuta y la colocación de las manos según el tamaño y la fuerza del terapeuta y el paciente. Cuando es apropiado se describen posiciones alternativas. En todas las ilustraciones la dirección en que se aplica la resistencia (C) se muestra con una flecha de trazo grueso.

Los movimientos contrarios, como flexión/extensión y abducción/aducción, con frecuencia encuentran resistencia alternativa en los programas de ejercicio en los que se quiere desarrollar fuerza y control neuromuscular equilibrado en los músculos agonistas y antagonistas. La resistencia a los patrones de movimiento recíproco también mejora la capacidad de los pacientes para invertir la dirección del movimiento con suavidad y rapidez, la cual es una destreza neuromuscular necesaria en muchas actividades funcionales. La inversión de la dirección requiere control muscular de los músculos principales y de los músculos posturales, y combina contracciones concéntricas y excéntricas para reducir la fuerza rotatoria y conseguir una transición controlada en una dirección contraria al movimiento.

Los ejercicios resistidos manualmente descritos en esta sección son para las extremidades superiores e inferiores y todos ellos se practican en cadena cinética abierta. En los capítulos 8 a 13 se hallarán ejercicios adicionales para aumentar la fuerza, resistencia muscular y control neuromuscular de las extremidades. En estos capítulos aparecen muchos ejemplos e ilustraciones de ejercicios de resistencia concéntrica, ejercicios en cadena cinética cerrada y ejercicios con patrones funcionales de movimiento. En el capítulo 15 se describen e ilustran ejercicios resistidos para las columnas cervical, torácica y lumbar.

A. La extremidad superior

1. Flexión del hombro (fig. 3.3)

a. La resistencia se aplica sobre la cara anterior de la porción distal del brazo o sobre la porción distal del antebrazo si el codo es estable e indoloro.

b. La estabilización de la escápula y el tronco proceden de la camilla de tratamiento.

2. Extensión del hombro

a. La resistencia se aplica sobre la cara posterior de la porción distal del brazo o sobre la porción distal del antebrazo.

b. La camilla proporciona estabilización a la escápula.

3. Hiperextensión del hombro

a. El paciente puede estar en decúbito supino, cerca del borde de la mesa, en decúbito lateral o en decúbito prono para que se produzca la hiperextensión.

b. La resistencia se aplica de la misma forma que con la extensión del hombro.

c. La estabilización se aplica sobre la cara anterior del hombro si el paciente está en decúbito supino. Si el paciente está en decúbito lateral, el tronco y la escápula deben contar con suficiente estabilización. Esto suele hacerse cuando el terapeuta sitúa al paciente cerca del borde de la mesa y lo estabiliza con la porción inferior del tronco. Si el paciente está en decúbito prono, se estabiliza manualmente la escápula.

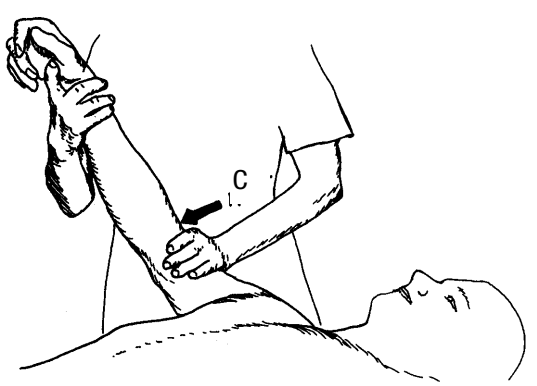


Figura 3.3. Flexión resistida de hombro.

4. Abducción y aducción del hombro

a. Se aplica resistencia sobre la porción distal del brazo con el codo del paciente flexionado 90 grados. Para oponerse a la abducción (fig. 3.4) se ejerce resistencia sobre la cara lateral del brazo; para oponerse a la aducción, se ejerce resistencia sobre la cara medial del brazo.

b. La estabilización (no se muestra en la figura 3.4) se ejerce sobre la cara superior del hombro, si es necesario para impedir que el paciente inicie la abducción elevando la escápula.

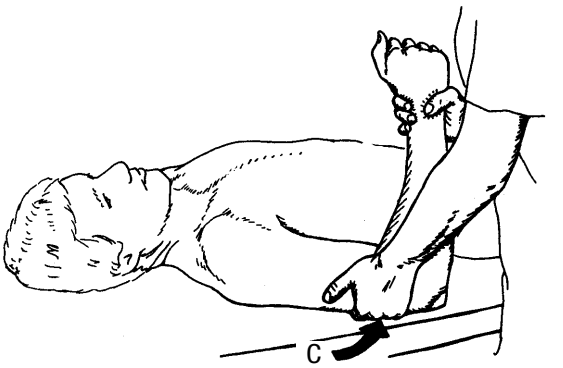


Figura 3.4. Abducción resistida de hombro.

5. Rotación interna y externa del hombro

a. Se flexiona el codo 90 grados y se mueve el hombro 90 grados en abducción.

b. Se opone resistencia sobre la porción distal del antebrazo durante la rotación interna (fig. 3.5) y la rotación externa.

c. La estabilización se aplica a nivel de la clavícula durante la rotación interna. La espalda y la escápula se estabilizan con la mesa durante la rotación externa.

Figura 3.5. Rotación interna resistida del hombro.

6. Abducción y aducción horizontales del hombro

a. Se flexiona el hombro y el codo 90 grados y se sitúa el hombro en rotación neutra.

b. Se ejerce resistencia sobre la porción distal del brazo justo por encima del codo durante la aducción y abducción horizontales.

c. La estabilización se aplica sobre la cara anterior del hombro durante la aducción horizontal. La mesa estabiliza la escápula y el tronco durante la abducción horizontal.

d. Para oponerse a la abducción horizontal de 0 a 45 grados, el paciente debe estar cerca del borde de la mesa en decúbito supino o tumbarse en decúbito lateral o prono.

7. Elevación y depresión de la escápula

a. El paciente se halla en decúbito supino o lateral o en posición sedente.

b. Se aplica resistencia a lo largo de la cara superior de la cintura escapular justo por encima de la clavícula durante la elevación escapular (fig. 3.6 y ver fig. 8.13A).

c. Para oponerse a la depresión escapular, se deja que el paciente trate de inclinarse hacia los pies y coja la mano del terapeuta. Cuando el paciente tenga suficiente fuerza, el ejercicio puede realizarse con una cadena cinética cerrada sentándose el paciente sobre el borde de una

Figura 3.6. Elevación bilateral resistida de los hombros (escápulas).

mesa baja y elevando el peso del cuerpo con las dos manos.

8. Abducción y aducción de la escápula

a. Se aplica resistencia sobre la porción anterior del hombro en la cabeza del húmero para oponerse a la abducción, y sobre la cara posterior del hombro para oponerse a la aducción.

b. También puede aplicarse resistencia directamente sobre la escápula si el paciente se sienta o tumba de lado mirando al terapeuta (véase fig. 8.13B).

c. La estabilización se aplica sobre el tronco para impedir su rotación.

9. Flexión y extensión del codo

a. Para fortalecer los músculos flexores del codo, se aplica resistencia sobre la cara anterior de la porción distal del antebrazo (fig. 3.7). El antebrazo puede colocarse en supinación, pronación y neutro para oponer resistencia a los músculos flexores individuales del codo, es decir, el braquial, el braquiorradial y el bíceps braquial.

b. Para fortalecer los músculos extensores del codo, se tumba el paciente en decúbito prono (fig. 3.8) o supino y se aplica resistencia sobre la cara distal del antebrazo.

c. La estabilización se aplica sobre la porción superior del húmero durante ambos movimientos.

10. Pronación y supinación del antebrazo (fig. 3.9)

a. Se aplica resistencia sobre el radio en la porción distal del antebrazo con el codo del paciente flexionado 90 grados.

b. Tal vez haya que estabilizar el húmero para impedir el movimiento del hombro.

11. Flexión y extensión de la muñeca (fig. 3.10)

a. Se aplica resistencia sobre las caras palmar (volar) y dorsal de la mano a nivel de los metacarpianos para oponerse a la flexión y extensión, respectivamente.

b. Se estabiliza la cara palmar o dorsal de la porción distal del antebrazo.

12. Desviación radial y cubital de la muñeca

a. Se aplica resistencia alternativamente sobre los metacarpianos II y V para oponerse a la desviación radial y cubital.

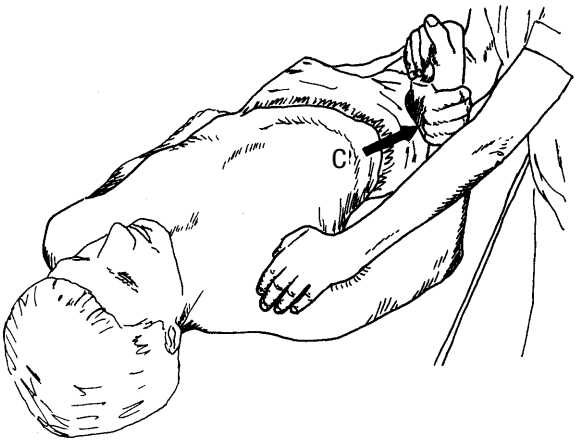


Figura 3.7. Flexión resistida de codo con estabilización proximal.

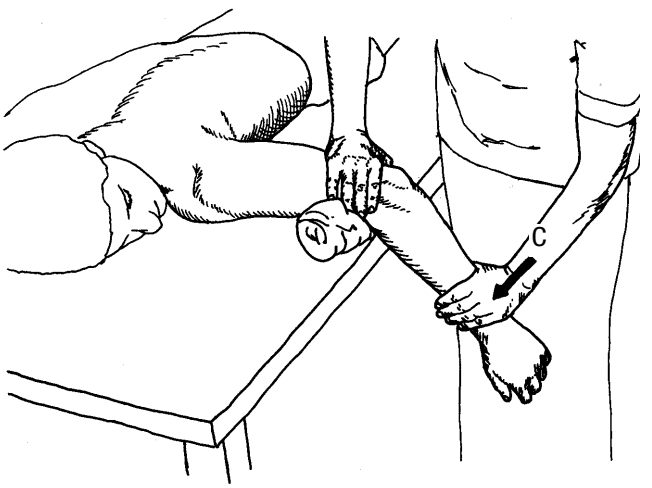


Figura 3.8. Extensión resistida de codo.

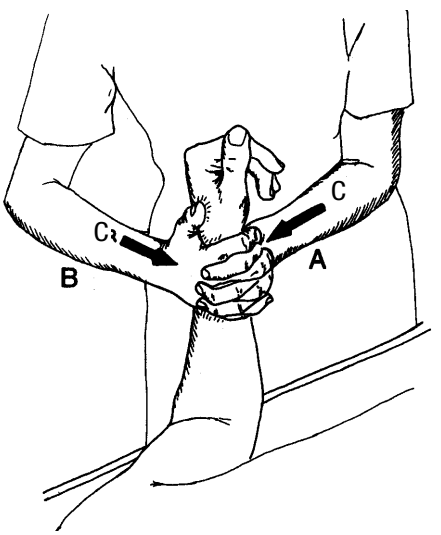


Figura 3.9. (A) Pronación resistida. (B) Supinación resistida del antebrazo.

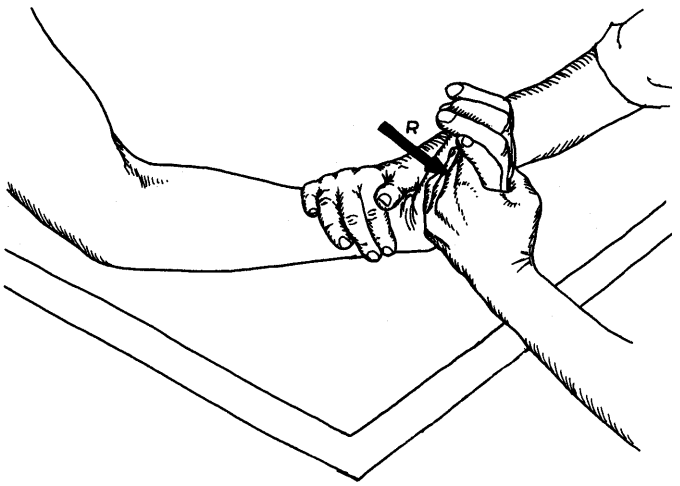


Figura 3.10. Flexión resistida de muñeca y estabilización del antebrazo.

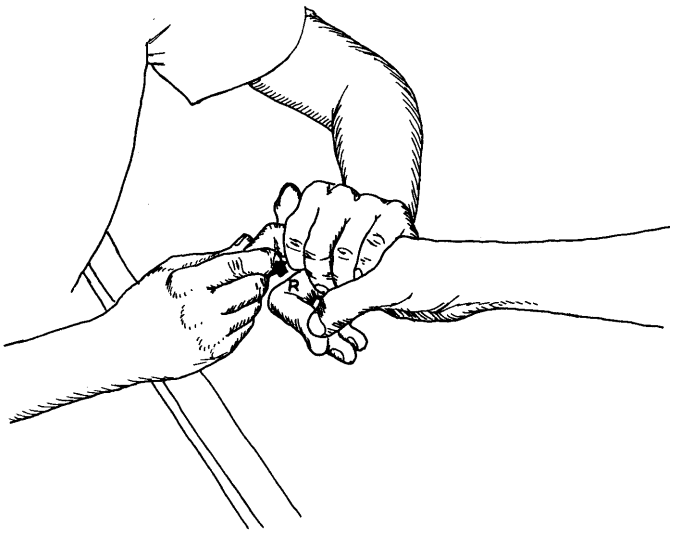


Figura 3.11. Flexión resistida de la articulación interfalángica proximal (IFP) del dedo índice con estabilización de las articulaciones MCF e IFP.

b. La estabilización se aplica sobre la porción distal del antebrazo.

13. Movimientos de los dedos (fig. 3.11) y el pulgar (fig. 3.12)

a. Se aplica resistencia justo distal a la articulación que se mueve. La resistencia se aplica cada vez sobre un movimiento articular.

b. Puede aplicarse estabilización en las articulaciones proximales y distales a la articulación que se fortalece.

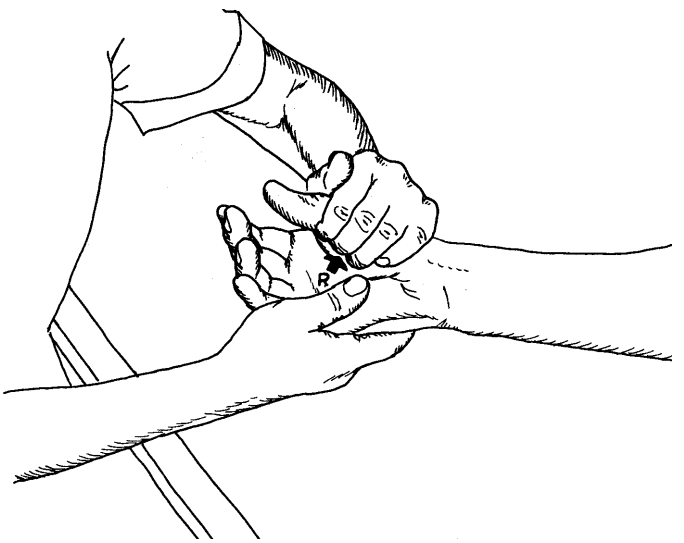


Figura 3.12. Oposición resistida del pulgar.

B. La extremidad inferior

1. Flexión de la cadera con flexión de la rodilla (fig. 3.13)

a. Se aplica resistencia sobre la parte distal de la cara anterior del muslo. Al mismo tiempo puede aplicarse resistencia a la flexión de la rodilla en la cara distal y posterior de la pierna, justo por encima del tobillo.

b. La estabilización sobre la pelvis y la columna lumbar se consigue con la contracción de los músculos abdominales.

***Precaución*:** Si, cuando la cadera contraria está extendida, la pelvis gira en sentido anterior y la lordosis de la columna lumbar aumenta durante la flexión resistida de la cadera, el terapeuta hará que el paciente flexione la cadera y rodilla contrarias y apoye el pie en la mesa para proteger la región lumbar.

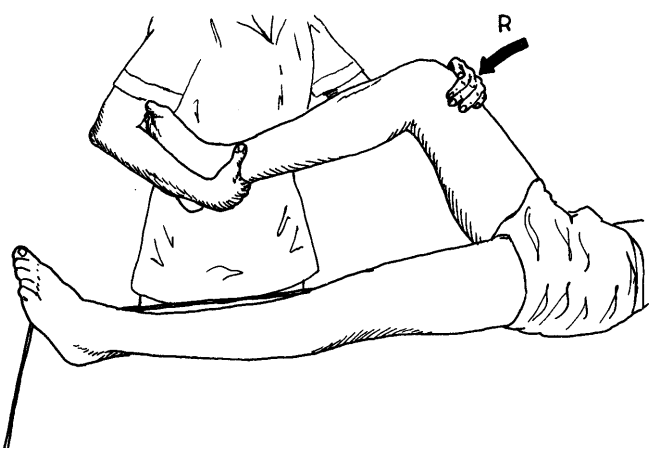


Figura 3.13. Flexión resistida de la cadera con la rodilla flexionada.

2. Extensión de la cadera (fig. 3.14)

a. Se aplica resistencia sobre la parte distal de la cara posterior del muslo con una mano y sobre la cara inferior y distal del talón con la otra.

b. La estabilización de la pelvis y la columna lumbar corresponde a la mesa.

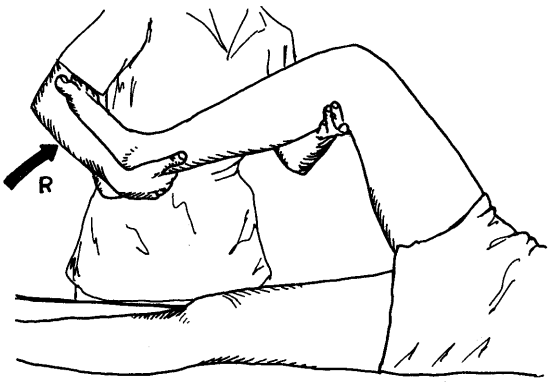


Figura 3.14. Extensión resistida de cadera y rodilla colocando las manos en el espacio poplíteo para impedir la hiperextensión de la rodilla.

3. Hiperextensión de la cadera (fig. 3.15)

a. El paciente se tumba en decúbito prono.

b. La resistencia se ejerce sobre la cara posterior de la porción distal del muslo.

c. La estabilización se aplica sobre la cara posterior de la pelvis para evitar el movimiento de la columna lumbar.

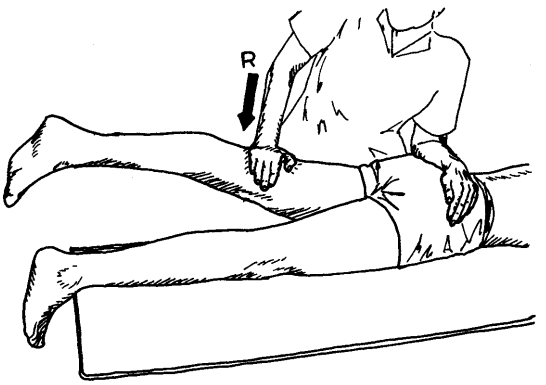


Figura 3.15. Hiperextensión resistida de la cadera con estabilización de la pelvis.

4. Abducción y aducción de la cadera (fig. 3.16)

a. La resistencia se ejerce sobre las caras lateral y medial de la porción distal del muslo para oponerse a la abducción y aducción, respectivamente, o sobre las caras lateral y medial de la porción distal de la pierna justo por encima de los maléolos si la rodilla es estable e indolora.

b. Se aplica estabilización:

(1) Sobre la pelvis para evitar la elevación de la cadera por la acción sustitutoria del músculo cuadrado lumbar.

(2) Sobre el muslo en la posición neutra para impedir la rotación externa del fémur y la sustitución posterior por el músculo iliopsoas.

5. Rotación interna y externa de la cadera

a. Con el paciente en decúbito supino y la cadera y rodilla extendidas:

(1) La resistencia se aplica sobre la parte distal de la cara lateral del muslo para oponerse a la rotación externa y sobre la cara medial del muslo para oponerse a la rotación interna.

(2) La estabilización se aplica sobre la pelvis.

b. Con el paciente en decúbito supino y la cadera y la rodilla flexionadas (fig. 3.17):

(1) La resistencia se aplica sobre la cara medial de la pierna justo por encima del maléolo durante la rotación externa, y sobre la cara lateral de la pierna durante la rotación interna.

(2) Se aplica estabilización sobre la cara anterior de la pelvis mientras se sostiene el muslo para mantener la cadera en 90 grados de flexión.

c. Con el paciente en decúbito prono, la cadera extendida y la rodilla flexionada (fig. 3.18):

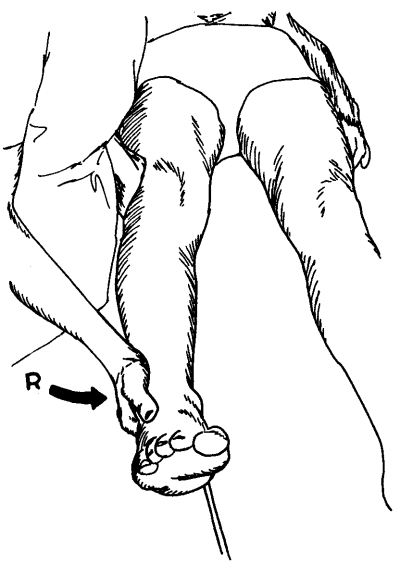


Figura 3.16. Abducción resistida de cadera.

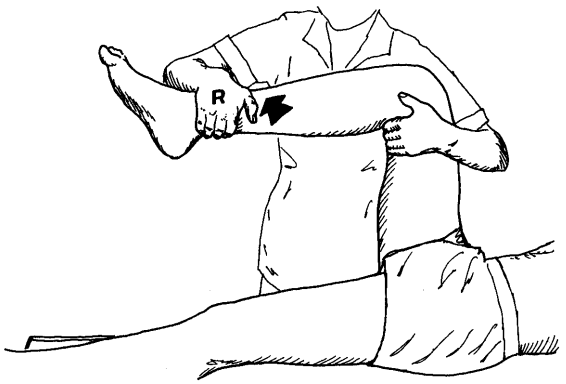


Figura 3.17. Rotación externa resistida de la cadera con el paciente en decúbito supino.

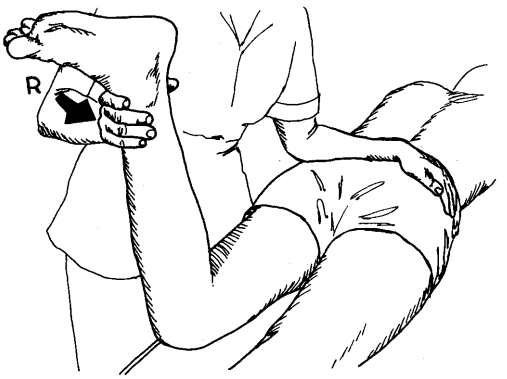


Figura 3.18. Rotación interna resistida de la cadera con el paciente en decúbito prono.

(1) Se aplica resistencia sobre las caras medial y lateral de la pierna.

(2) Se aplica estabilización sobre la pelvis aplicando presión sobre las nalgas.

6. Flexión de la rodilla

a. La resistencia a la flexión de la rodilla puede combinarse oponiéndose a la flexión de la cadera como se describió antes con el paciente en decúbito supino.

b. Con el paciente en decúbito prono y la cadera extendida (fig. 3.19):

(1) Se ejerce resistencia sobre la cara posterior de la pierna justo por encima del talón.

(2) La estabilización se aplica sobre la porción posterior de la pelvis a lo largo de las nalgas.

c. El paciente también puede estar sentado en el borde de una mesa con la pelvis y las rodillas flexionadas y el tronco apoyado y estabilizado.

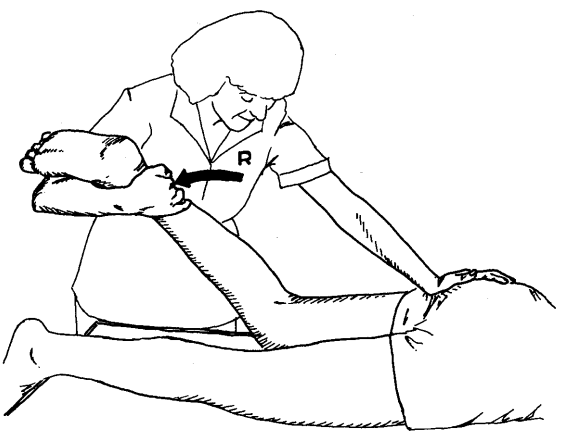


Figura 3.19. Flexión resistida de la rodilla con estabilización de la cadera.

7. Extensión de la rodilla

a. La resistencia se aplica sobre la cara anterior de la pierna.

(1) Si el paciente yace en decúbito supino sobre una mesa, la cadera debe moverse en abducción y la rodilla flexionarse para que la pierna esté sobre el lado de la mesa. Esta posición no debe usarse si el músculo recto femoral o el iliopsoas están tensos, porque ello provocará una inclinación anterior de la pelvis y ejercerá tensión sobre la columna lumbar.

(2) Si el paciente está en decúbito prono, debe colocarse una toalla enrollada debajo de la cara anterior de la porción distal del muslo. Esto permite a la rótula deslizarse normalmente durante la extensión de la rodilla.

b. Es necesaria la estabilización del fémur y la pelvis.

c. La posición sedente suele emplearse para el fortalecimiento vigoroso de los músculos extensores de la rodilla. Si se emplea ese método, se debe estabilizar el tronco y la espalda para un rendimiento óptimo.[85]

8. Dorsiflexión y flexión plantar del tobillo

a. Se aplica resistencia sobre el dorso del pie justo por encima de los dedos para oponerse a la dorsiflexión (fig. 3.20A) y sobre la superficie plantar del pie en los metatarsianos para oponerse a la flexión plantar (fig. 3.20B).

b. Se aplica estabilización sobre la pierna.

9. Inversión y eversión del tobillo

a. Se aplica resistencia sobre la cara medial del primer metatarsiano para oponerse a la inversión, y sobre la cara lateral del V metatarsiano para oponerse a la eversión.

b. Se estabiliza la pierna.

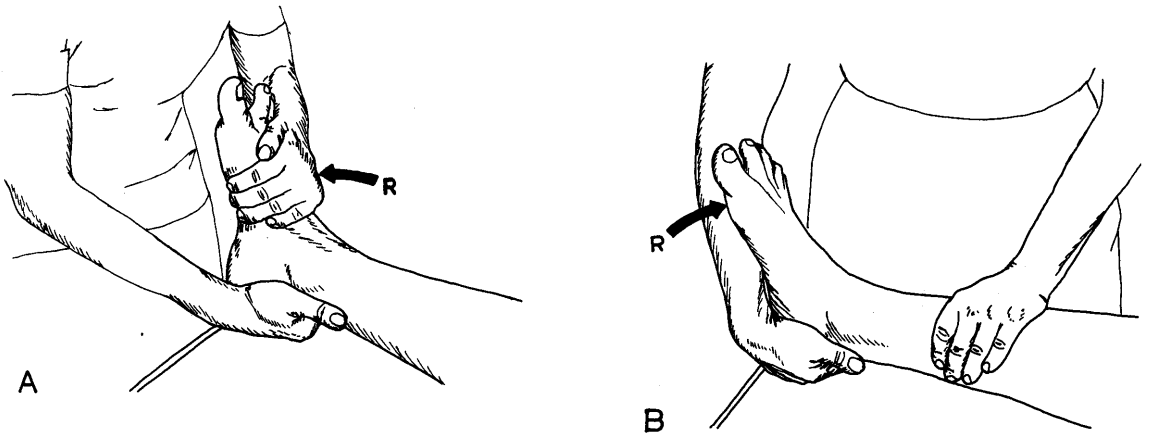


Figura 3.20. (A) Dorsiflexión resistida. (B) Flexión plantar resistida del tobillo.

10. Flexión y extensión de los dedos del pie

a. Se aplica resistencia sobre las superficies plantar y dorsal de los dedos del pie cuando el paciente flexiona y extiende los dedos.

b. Debe haber estabilización en las articulaciones por encima y por debajo de la articulación que se mueve.

C. Modificaciones adicionales del ejercicio resistido manualmente

1. Las técnicas y modos de aplicación de ejercicios resistidos manualmente descritos e ilustrados pueden modificarse para cubrir los distintos objetivos del ejercicio y las necesidades individuales de cada paciente.

2. Aunque los ejercicios descritos comprenden resistencia manual aplicada a las contracciones musculares concéntricas, la resistencia manual aplicada a las contracciones musculares excéntricas es igual o más eficaz para obtener los resultados funcionales deseados.

3. Cada ejercicio descrito puede realizarse también isométricamente con resistencia manual aplicada sobre puntos múltiples en la amplitud del movimiento para mejorar la fuerza muscular estática.

4. Como se dijo antes en este capítulo, los ejercicios estáticos se realizan a menudo para desarrollar la cocontracción y la estabilidad, sobre todo del tronco y los grupos de músculos proximales de la cintura escapular y la pelvis. La técnica conocida como **estabilización rítmica**[78,100] es una forma de ejercicio estático en la que se aplica resistencia manual en un lado de una articulación proximal y luego en el otro lado cuando el paciente mantiene una posición en cadena cinemática cerrada para facilitar una contracción isométrica simultánea de los músculos de ambos lados de la articulación (ver figs. 8.29A y B). La resistencia manual también puede aplicarse alternativamente sobre los lados opuestos de una extremidad cuando el paciente mantiene una contracción muscular isométrica en una cadena cinemática abierta (véase la fig. 8.30). Cuando se empleen técnicas isométricas de resistencia manual para desarrollar la estabilidad, habrá que mantener contactos manuales en todo momento cuando se repitan las contracciones isométricas. Cuando se haga una transición de una contracción muscular a otra, no debería haber una fase de relajación evidente o de movimiento articular entre contracciones contrarias.

5. Finalmente, la resistencia manual puede aplicarse en patrones diagonales de movimiento tal y como se describen en los programas de facilitación neuromuscular propioceptiva.[91,100,111] La aplicación de resistencia manual en planos diagonales de movimiento puede fortalecer simultáneamente grupos múltiples de músculos y preparar al paciente para actividades funcionales con mayor eficacia que las actividades de fortalecimiento realizadas sólo en los planos anatómicos de movimiento.

VII. Ejercicio resistido mecánicamente

A. Definición

El **ejercicio resistido mecánicamente** es toda forma de ejercicio donde la resistencia (la carga del ejercicio) se aplica empleando cierto tipo de equipamiento. Se emplean distintos términos para describir este tipo de ejercicio, como **ejercicio de resistencia progresiva** (ECP),[18,19] *entre-*

namiento activo-resistido,[92] *entrenamiento de sobrecarga*, y **ejercicio de resistencia con cargas.**[18,19,84,93]

Los ejercicios resistidos mecánicamente se emplean para aumentar la fuerza, potencia o resistencia musculares en los programas de rehabilitación o preparación física. Para mejorar la función muscular, debe aplicarse una **sobrecarga** aumentando progresivamente la resistencia o el número de repeticiones que se realiza en el ejercicio. A medida que se produzca la adaptación ante demandas cada vez mayores, deberá aplicarse más carga sobre el músculo o realizarse más repeticiones.

La resistencia mecánica puede aplicarse en lugar de la resistencia manual para que el paciente haga ejercicio sin ayuda de nadie o cuando su fuerza sea mayor que la del terapeuta.

B. Variables en los programas de ejercicios resistidos mecánicamente

Son muchas las variables que pueden introducirse en un programa de ejercicios resistidos mecánicamente. No se ha determinado una combinación óptima de variables que sea la más eficaz o eficiente para mejorar el rendimiento muscular. Los componentes necesarios para obtener los resultados funcionales deseados dictan las variables que se incorporan en el programa. Son variables la intensidad del ejercicio directamente relacionada con la carga del ejercicio, o cuánto peso se levanta o baja; el número de repeticiones o cuántas veces se levanta o baja el peso; el número de series o tandas de ejercicio, y la frecuencia del ejercicio o cuántas veces se realiza el ejercicio a la semana. Otras variables son el tipo o modo de ejercicio, la velocidad a la cual se realiza el ejercicio, el arco del movimiento de las extremidades y la posición del paciente o la extremidad durante el ejercicio.

1. Intensidad del ejercicio y número de repeticiones

a. La *intensidad* de un programa de ejercicios está directamente relacionada con el grado en que se carga un músculo o grupo de músculos, lo cual provoca contracciones musculares submáximas o máximas. Los objetivos del programa de ejercicio, la fase de la curación de los tejidos dañados y el estado actual del paciente y su nivel de forma física deben tenerse en cuenta cuando el terapeuta determine si el ejercicio ha de realizarse con una carga muscular máxima o submáxima.

(1) El *ejercicio submáximo*, dinámico o estático, suele ser el indicado cuando el objetivo del ejercicio es aumentar la resistencia muscular o durante los estadios iniciales de la curación de los tejidos blandos, cuando hay que proteger los tejidos dañados. El ejercicio submáximo también es apropiado cuando se emplean ejercicios isocinéticos de velocidad lenta para reducir al mínimo las fuerzas compresoras sobre las articulaciones.[16]

(2) El ejercicio debe realizarse con intensidad máxima durante los estadios finales de la rehabilitación cuando se quiera aumentar los niveles de fuerza o potencia.

***Precaución*:** A medida que aumente la intensidad del ejercicio y el paciente ejerza esfuerzos máximos o casi máximos, aumentarán sustancialmente los riesgos cardiovasculares. Hay que recordar continuamente al paciente que incorpore una respiración rítmica durante cada repetición para reducir al mínimo estos riesgos.

b. La **carga del ejercicio** es la cantidad de resistencia impuesta sobre el músculo que se contrae durante el ejercicio. Una forma de sobrecargar progresivamente un músculo es aumentar de forma gradual la cantidad de resistencia empleada en el programa de ejercicios. Por lo general, en los programas de ejercicio pensados para mejorar la fuerza muscular, el peso que una persona levanta, baja o sostiene un número específico de veces aumenta progresivamente.[44,84,93]

(1) Siempre resulta difícil determinar cuánto peso debe emplear una persona al iniciar un programa de ejercicios resistidos. Uno de los primeros métodos creado por DeLorme y Watkins,[18,19] tuvo como fin determinar una **repetición máxima (RM)**. Una repetición máxima es la mayor cantidad de peso (carga) que un músculo puede desplazar en la amplitud del movimiento un número específico de veces. DeLorme empleó un máximo de 10 repeticiones (10 RM) como punto de referencia y medida de la mejora de la fuerza muscular. Es decir, determinó el máximo peso que una persona podía mover a través de la amplitud articular exactamente 10 veces. Otros investigadores han recomendando un punto de referencia de 6 a 15 RM para mejorar la fuerza.[32,84,92,93]

(2) Una repetición máxima no es fácil de calcular y no es el método más preciso del que se dispone hoy en día para medir la fuerza antes o después de un programa de entrenamiento con resistencia. Los dinamómetros y miómetros isocinéticos ofrecen mediciones más precisas de la fuerza. Sin embargo, una repetición máxima sigue siendo un medio para determinar la cantidad de resistencia que una persona debe emplear para iniciar un programa de entrenamiento con pesas.

(3) En las fases avanzadas de la rehabilitación puede emplearse otro mecanismo para determinar el peso para el inicio de un programa de entrenamiento con resistencia, el cual se basa en un porcentaje del peso corporal.[84] Los porcentajes varían según los distintos grupos de músculos. Son ejemplos:

(a) Press de banca universal: 30 por ciento del peso corporal.

(b) Extensión de piernas universal: 20 por ciento del peso corporal.

(c) Extensión de piernas universal: 10-15 por ciento del peso corporal.

(d) Press de piernas universal: 50 por ciento del peso corporal.

c. Otra variable en los programas de ejercicios resistidos mecánicamente es el *número de repeticiones* que se realiza un ejercicio contra una resistencia, que es dictado por la intensidad del ejercicio. Si el número de repeticiones aumenta progresivamente, el músculo se someterá continuamente a sobrecarga y se producirán en él cambios adaptativos. Los programas de ejercicio pensados para mejorar la resistencia muscular suelen comprender un aumento del número de veces que una persona hace un ejercicio sin aumentar la carga.[16,92,93]

d. El entrenamiento para mejorar la resistencia muscular suele comprender muchas repeticiones de un ejercicio con una carga submáxima. Hasta 3 a 5 series de 40 a 50 repeticiones contra una resistencia ligera pueden usarse para mejorar la resistencia muscular.[84] El entrenamiento de resistencia también puede basarse en el tiempo. Con este tipo de entrenamiento, más que aumentar el número de repeticiones una cantidad específica, el paciente se limita a realizar el ejercicio más tiempo y trata de completar todas las repeticiones posibles en ese tiempo dado.[16]

e. En algunos programas la cantidad de resistencia y el número de repeticiones aumentan de modo progresivo para mejorar la fuerza y la resistencia muscular. No se ha determinado una progresión específica para la resistencia o el número de repeticiones que sea más eficaz para mejorar la fuerza, potencia o resistencia musculares. Se ha recomendado un mínimo de 5 a 6 o un máximo de 15 a 20 repeticiones.

2. Series y frecuencia del ejercicio[16,32,62]

a. Las **series de ejercicio** son el número, de repeticiones realizados durante cada sesión de ejercicio. Por lo general, se realizan varias series de un número específico de repeticiones, descansando el paciente después de cada una.

(1) Muchas combinaciones de series y repeticiones mejoran eficazmente la fuerza y resistencia musculares. Se han obtenido mejoras de la fuerza en programas en los que se han empleado tres series de 6 RM, dos series de 12 RM y seis series de 3 RM, así como muchas otras variaciones.

(2) Se han producido aumentos de la fuerza cuando se empleó 1 RM.[86] Aunque 1 RM no es práctica en el ámbito clínico, siempre y cuando un músculo se sobrecargue progresivamente, la fuerza, la resistencia o ambas aumentarán.

(3) En el caso del ejercicio isocinético, no se ha determinado un número óptimo de series de ejercicio.[3,16] Una serie puede referirse al número de repeticiones realizadas con cada velocidad de entrenamiento, Como sucede con el ejercicio isotónico, cuanto menor sea el número de repeticiones realizadas por serie, mayor será el número de series en una sesión de ejercicio.

b. La **frecuencia del ejercicio** es el número de veces que se realiza un ejercicio al día o a la semana. La mayoría de los programas de ejercicio se realizan en días alternos o cuatro a cinco veces por semana. [32] Debe dejarse suficiente tiempo para recuperarse del cansancio si se quiere que haya mejoras.

3. Duración del ejercicio

La **duración del ejercicio** es el número total de días, semanas o meses durante los cuales se realiza un programa de ejercicio. Para aumentar de modo significativo la fuerza, el programa debe durar al menos 6 semanas.[32]

4. Velocidad del ejercicio*

a. La velocidad a la cual se contrae un músculo afecta significativamente la tensión que genera dicho músculo. A medida que aumenta la velocidad de acortamiento, se reduce la fuerza que genera el músculo. La actividad electromiográfica (EMG) y la fuerza rotatoria decrecen a medida que el músculo se acorta con velocidades contráctiles mayores, dado que el músculo no tiene tiempo suficiente para desarrollar un pico de tensión. Como se dijo antes en este capítulo, existe información contradictoria sobre la relación entre fuerza y velocidad durante el ejercicio excéntrico. Algunos estudios sugieren que a velocidades de contracción menores durante la elongación de un músculo contra una resistencia, aumentan inicialmente las capacidades para producir fuerza del músculo, pero, a medida que las velocidades contráctiles siguen aumentando, la producción de fuerza se nivela rápidamente y luego decrece.[3,17,27,89] El aumento inicial de la producción de fuerza durante una contracción excéntrica tal vez sea una respuesta protectora del músculo cuando se sobrecarga por primera vez.[14]

b. Durante el ejercicio de resistencia isotónica (con pesas libres o unidades de resistencia con poleas y pesas), sólo el paciente controla la velocidad de movimiento de las extremidades. Por lo general, el entrenamiento isotónico se realiza con velocidades bajas para que la fuerza

* Refs. 7, 16, 51, 63, 71, 79, 84, 88, 102, 103, 115

rotatoria no se convierta en un factor significativo durante el ejercicio y para que la seguridad del paciente esté asegurada.

c. E*ntrenamiento isocinético de velocidad específica*[*]

(1) Los aparatos de ejercicio isocinético ejercen resistencia que se acomoda al movimiento de las extremidades en toda la amplitud del movimiento a velocidades angulares muy lentas (30 grados por segundo) a muy rápidas (500 grados por segundo). Aunque las velocidades máximas de la mayoría de las máquinas isocinéticas no puedan equiparar las velocidades altísimas (más de 1000 grados por segundo) de los movimientos de las extremidades que se producen en algunas actividades funcionales o deportes, el ejercicio isocinético aporta ciertas bases para desarrollar fuerza y potencia dinámicas con grandes velocidades de movimiento.

(2) Numerosos estudios han investigado la relación de la especificidad del entrenamiento con la velocidad del ejercicio.[27,51,89,95,103] A comienzos de la década de 1970 el concepto de especificidad de la velocidad del ejercicio fue introducido por Moffroid y otros.[70-72] Se informó de que las mejoras de la fuerza eran máximas a la velocidad de entrenamiento y que estas mejoras, aunque menos sustanciales, también se producían con velocidades distintas a las velocidades de entrenamiento. Aunque estudios posteriores han sugerido que el trasvase fisiológico de los efectos del entrenamiento puede producirse en grado limitado,[50] el consenso actual establece que el ejercicio isocinético debe realizarse a velocidades acordes con la actividad funcional deseada.[27,51,102] La mayoría de las actividades funcionales, como caminar o levantar objetos, comprenden movimientos de las extremidades de velocidad media a rápida. Por tanto, se cree que el entrenamiento isocinético a velocidades medias a rápidas es la preparación más adecuada para volver a las actividades funcionales. El entrenamiento isocinético que comprende ejercitarse con distintas velocidades contráctiles se denomina **rehabilitación con espectro de velocidades** y de él se hablará más adelante en este capítulo.[16,51,84]

5. Modo de ejercicio

a. El *modo de ejercicio* comprende el tipo de contracción muscular, dinámica o estática, excéntrica o concéntrica, que se produce durante el ejercicio. Los tipos de contracciones musculares empleadas en un programa de ejercicio dependen del tipo de lesión o enfermedad, de la fase de curación del tejido, de la condición de las articulaciones y su tolerancia a la compresión o el movimiento, de los objetivos del programa de ejercicio y finalmente de las actividades funcionales a las que el paciente quiera reincorporarse.

(1) De acuerdo con el concepto de especificidad del ejercicio, el terapeuta querrá elegir el modo de los ejercicios resistidos para cubrir las necesidades funcionales del paciente. Si se requiere fuerza estática para una actividad funcional específica, entonces el ejercicio isométrico debe ser un aspecto importante del programa de entrenamiento. Si se necesita fuerza dinámica, entonces pueden incorporarse contracciones concéntricas o excéntricas en el programa empleando ejercicio isotónico o isocinético.

(2) Durante las fases iniciales de un programa de rehabilitación después de una lesión musculoesquelética, los ejercicios isométricos con resistencia progresiva pueden iniciarse cuando una extremidad esté inmovilizada o cuando el paciente no tolere cierta amplitud del movimiento resistido.

(3) El ejercicio excéntrico puede iniciarse cuando se desea el movimiento de la extremidad con una resistencia, si bien la capacidad del músculo para desarrollar tensión es muy poca. Inicialmente, el ejercicio excéntrico puede realizarse frente a una resistencia manual cuando el movimiento articular haya de controlarse cuidadosamente. La contracción muscular excéntrica también puede ser más cómoda si la contracción concéntrica produce dolor durante las fases iniciales de la curación de los tejidos blandos.[8]

(4) A medida que el paciente progresa, suele emplearse una combinación de ejercicio excéntrico y concéntrico, porque la mayoría de las actividades funcionales requieren una combinación de fuerza o potencia excéntricas y concéntricas.

b. La misma naturaleza de la mayoría del equipamiento de resistencia mecánica, como las pesas libres y los sistemas de poleas y pesas, introduce ejercicio concéntrico y excéntrico en el programa de entrenamiento (véase fig. 3.26).

(1) Cuando se levanta un peso contra la fuerza de la gravedad, se produce una contracción muscular concéntrica.

(2) Cuando se hace descender el peso, se produce una contracción excéntrica del mismo músculo para controlar el descenso del peso.

c. El ejercicio isocinético también puede realizarse de modo concéntrico o excéntrico con un esfuerzo submáximo y luego máximo para superar una mayor contrarresistencia.

[*] Refs. 7, 16, 51, 63, 68, 84, 88, 102, 103, 115

6. Amplitud del movimiento: ejercicio de arco corto frente a arco completo

Los ejercicios resistidos se realizan en toda la amplitud del movimiento (ejercicio de arco completo) o en una amplitud limitada (**ejercicio de arco corto**). Por ejemplo, después de una operación para reparar el ligamento cruzado anterior, la extensión completa de la rodilla con resistencia suele estar contraindicada al inicio de la rehabilitación. Por tanto, los ejercicios resistidos se realizan con un arco limitado de movimiento para proteger el ligamento reparado. Se aplica resistencia de forma gradual en toda la amplitud del movimiento (arco completo) para prepararse para actividades funcionales.

El ejercicio de arco corto también está indicado cuando el paciente siente dolor en una porción de la amplitud del movimiento. Por ejemplo, si el paciente padece un síndrome de dolor femororrotuliano, con sentadillas bilaterales desde extensión completa de la rodilla hasta flexión media se fortalecerá el cuádriceps excéntrica y concéntricamente durante una porción de la amplitud. Al evitar las sentadillas con flexión completa de la rodilla, las fuerzas compresoras sobre la rótula que podría causar dolor femororrotuliano serán menores.

7. Posición del paciente: ejercicio en cadena cinética abierta frente a cadena cinética cerrada

La posición que el paciente adopta cuando fortalece un grupo concreto de músculos afectará a la capacidad para desarrollar tensión del músculo, la cantidad del peso que puede controlar y la transferencia del ejercicio a las actividades funcionales.

a. El ejercicio resistido puede realizarse con el segmento distal (pie o mano) moviéndose con libertad en el espacio (cadena cinética abierta) o con el paciente en una posición en carga y el segmento distal fijo en su sitio o moviéndose en contacto con el suelo (cadena cinética cerrada).

b. El terapeuta puede plantearse si se necesita fuerza en una cadena cinética abierta o cerrada durante una actividad funcional específica, para que el paciente se entrene en consecuencia. Por ejemplo, si los músculos extensores de la cadera y la rodilla se fortalecen con el paciente de pie elevando el peso corporal mientras sube escalones (en cadena cinética abierta), se producirá una transferencia funcional mayor sobre la actividad de subida de escaleras que si el paciente sólo fortalece los extensores de la cadera o la rodilla levantando o bajando pesos con la extremidad inferior moviéndose con libertad en el espacio (cadena cinética abierta).

c. En los ejercicios en cadena cinética abierta o cerrada, si el mismo músculo se ejercita con el paciente en distintas posiciones, el músculo producirá distintas cantidades de tensión por la relación entre la longitud y la tensión que existe en el músculo. Se desarrolla un pico de tensión en un músculo cuando está en una posición de ligera elongación en el momento de la contracción.[63,66,116]

d. Las pautas generales para la progresión de los ejercicios en cadena cinética cerrada o abierta en un programa de entrenamiento con resistencia son parecidas por lo que se refiere a la intensidad, modo y la velocidad del ejercicio o el número de repeticiones y series realizadas.

e. Hay que tener algunas pautas adicionales cuando se desarrollen ejercicios en cadena cinética cerrada.

(1) Los ejercicios en cadena cinética cerrada no pueden iniciarse hasta que se pueda soportar el peso en carga. Las actividades pueden modificarse para limitar inicialmente el peso en carga y más tarde permitir el peso en carga.[56] Por ejemplo, las actividades en cadena cinética cerrada de las extremidades inferiores pueden realizarse en una piscina para restringir el peso en carga sobre múltiples articulaciones. El paciente puede realizar ejercicio en cadena cinética cerrada para los tobillos estando sentado en una silla para limitar el peso en carga sobre el pie o tobillo implicados. Puede usarse un sistema de arnés superior para controlar (reducir) el porcentaje de peso corporal soportado por una extremidad inferior implicada con el fin de que los tejidos dañados estén protegidos y el paciente pueda realizar actividades funcionales en cadena cinética cerrada como andar o correr.

(2) Los ejercicios en cadena cinética cerrada debe iniciarse con actividades en carga bilateral y progresar a actividades en carga unilateral.[56]

(3) Los ejercicios en cadena cinética cerrada deben realizarse primero con la resistencia del peso del cuerpo. Más tarde, puede usarse resistencia mecánica añadida al peso corporal.

(4) Es más seguro y menos exigente empezar los ejercicios en cadena cinética cerrada sobre una superficie estable como el suelo antes de progresar y pasar a una superficie inestable como goma espuma gruesa o una tabla de equilibrio.

(5) Las actividades en carga en el mismo sitio, donde el segmento distal está quieto como en el ejercicio de *steps* laterales, deben practicarse antes de las actividades en cadena cinética cerrada y en movimiento como moverse de un lado a otro sobre una tabla deslizante.

f. Finalmente, las actividades en cadena cinética abierta y cerrada en distintas posiciones se incorporarán al pro-

grama de ejercicio con la intensidad, velocidad y duración de las actividades funcionales deseadas.

VIII. Regímenes específicos de ejercicio

Los investigadores han desarrollado y estudiado muchos tipos de programas de entrenamiento con resistencia empleando ejercicios isotónicos, isométricos o isocinéticos. La razón última para el desarrollo de cada régimen parece ser crear el método más eficaz y eficiente para aumentar la fuerza, potencia o resistencia musculares. La intensidad óptima del programa de entrenamiento con pesas, el número óptimo de repeticiones y series, y la frecuencia óptima de ejercicio todavía no se han determinado. Dadas las muchas variaciones de estos parámetros hallados en los regímenes de entrenamiento con pesas, es difícil hacer comparaciones o determinar qué protocolo es el mejor. A continuación, expondremos una revisión general de los distintos métodos de entrenamiento resistido.

A. Métodos dinámicos

1. Técnica de DeLorme[18,19,92]

a. Originalmente, esta técnica se llamó ejercicio de resistencia fuerte, pero DeLorme creó más tarde el término **ejercicio de resistencia progresiva (ERP)** para describir su enfoque del ejercicio de fortalecimiento.

b. Procedimiento.

(1) Determinar 10 RM.

(2) El paciente realiza:

(a) Diez repeticiones con la mitad de 10 RM.

(b) Diez repeticiones con tres cuartos de 10 RM.

(c) Diez repeticiones con 10 RM.

(3) El paciente realiza las tres series en cada sesión de ejercicio con un descanso breve entre series.

(4) El método comprende un período de calentamiento dado que el paciente levanta inicialmente sólo la mitad y tres cuartos de 10 RM.

(5) La cantidad de peso aumenta semanalmente a medida que aumenta la fuerza.

2. La técnica de Oxford [117]

a. Es lo contrario del sistema de tres series de DeLorme. Fue creado para reducir la resistencia a medida que aparezca la fatiga.

b. Procedimiento.

(1) Determinar las 10 RM.

(2) El paciente realiza:

(a) Diez repeticiones con 10 RM.

(b) Diez repeticiones con tres cuartos de 10 RM.

(c) Diez repeticiones con la mitad de 10 RM.

c. Esta técnica trata de reducir los efectos perniciosos de la fatiga.

d. Se aboga por un período de calentamiento general e inespecífico de ejercicio activo antes de empezar las series de ejercicio resistido.

3. Ejercicio de resistencia progresiva ajustable diariamente: la técnica ERPAD[59,60]

a. La técnica ERPAD fue creada por Knight para determinar de modo más objetivo cuándo había que aumentar la resistencia y cuánto hacerlo en un programa de ejercicio.

b. Procedimiento.

(1) Determinar un *peso de trabajo* inicial (Knight sugiere 6 RM).

(2) El paciente realiza:

Serie 1: 10 repeticiones de una mitad del peso de trabajo.

Serie 2: 6 repeticiones de tres cuartos del peso de trabajo.

Serie 3: tantas repeticiones como sea posible del *peso de trabajo ajustado*. El *peso de trabajo ajustado* se basa en el número de repeticiones del peso de trabajo completo en la serie 3.

(3) El número de repeticiones de la serie 4 se emplea para determinar el peso de trabajo para el día siguiente. Knight apunta que el número máximo "ideal" de repeticiones (cuando se pide al paciente que realice tantas repeticiones como sea posible) es 5 a 7 repeticiones.

c. Pautas para ajustar el peso de trabajo.

Número de repeticiones realizadas durante la serie 3	***Ajuste del peso de trabajo para Serie 4***	***Día siguiente***
0-2	Reducir 2,27-4,54 kg y repetir la serie	Reducir 2,27-4,54 kg
3-4	Reducir 0-2,27 kg	El mismo peso
5-6	El mismo peso	Aumentar 2,27-4,54 kg
7-10	Aumentar 2,27-4,54	Aumentar 2,27-6,81 kg
11	Aumentar 4,54-6,81	Aumentar 4,54-9,08 kg

d. El sistema ERPAD elimina la determinación arbitraria de la cantidad de peso que debe añadirse a diario en un programa de ejercicio resistido.

e. Este sistema puede emplearse con pesas libres o máquinas de pesas.

4. Entrenamiento de pesas en circuito [92]

Otro método del ejercicio de resistencia dinámica es el **entrenamiento de pesas en circuito**. Los ejercicios resistidos se realizan en una secuencia específica mediante variedad de ejercicios para la preparación física total del cuerpo. Los ejercicios pueden hacerse utilizando pesas libres o unidades de entrenamiento con pesas como los sistemas Universal, Nautilus o Eagle.

a. Los ejercicios podrían incluir 8 a 10 RM de

(1) Press de banca

(2) Press de piernas

(3) Abdominales

(4) Press de hombros

(5) Sentadillas

(6) Flexiones

b. Entre serie y serie de ejercicio media un período de descanso (por lo general 30 segundos a 1 minuto).

c. Pueden encontrarse muchos ejemplos de métodos de entrenamiento con pesas en circuito en la literatura sobre el entrenamiento físico y la medicina deportiva.

5. Entrenamiento pliométrico: ejercicios de acortamiento-estiramiento[42,109,110,114]

a. Los ejercicios de gran velocidad e intensidad hacen hincapié en el desarrollo de la potencia y la coordinación musculares. A menudo se necesitan series de fuerza rápida según patrones de movimiento funcional si un paciente tiene que volver a actividades deportivas, recreativas o laborales de gran demanda.

b. El **entrenamiento pliométrico**, a menudo llamado *ejercicios de acortamiento-estiramiento*, es un método de ejercicio dinámico que combina velocidad, fuerza y actividades funcionales. Esta forma de ejercicio sólo es apropiada en las fases posteriores de la rehabilitación de personas jóvenes y activas que deben conseguir un nivel alto de rendimiento físico en una actividad específica.

c. El ejercicio pliométrico se define como un movimiento rápido y potente precedido por un contramovimiento de precarga que crea un ciclo de acortamiento-estiramiento en el músculo. La contracción excéntrica carga y estira el músculo y le sigue una contracción muscular concéntrica rápida. Por ejemplo, un paciente se pone de pie sobre una banqueta o plataforma, salta al suelo y luego vuelve a saltar sobre la banqueta (véase la fig. 12.12). Saltar de una plataforma y caer en el suelo produce una contracción excéntrica del cuádriceps cuando el músculo se elonga (ésta es la fase de estiramiento). Para saltar de nuevo sobre la plataforma, se produce una contracción concéntrica rápida del cuádriceps (ésta es la fase de acortamiento). Los ejercicios de acortamiento-estiramiento también se emplean para la rehabilitación de las extremidades superiores.

Se cree que el ciclo de acortamiento-estiramiento estimula los propioceptores, aumenta la excitabilidad de los receptores neuromusculares y mejora la reactividad del sistema neuromuscular. El término *entrenamiento neuromuscular reactivo* también se ha empleado para describir este método de ejercicio.

d. La aplicación y progresión de los ejercicios pliométricos son como sigue:

(1) Antes de iniciar el entrenamiento pliométrico, el paciente debe tener una base adecuada de fuerza y resistencia musculares en el músculo que se va a ejercitar.

(2) El programa pliométrico debe crearse teniendo en mente actividades funcionales específicas y consiste en patrones de movimiento con una cadena cinética cerrada o abierta que replica la actividad deseada.

(3) Todos los ejercicios han de ir precedidos por ejercicios de calentamiento adecuados.

(4) La actividad de acortamiento-estiramiento debe realizarse tan rápido como sea posible. La tasa de estiramiento del músculo que se contrae es más importante que la longitud del estiramiento, porque la velocidad del estiramiento facilita el reflejo de estiramiento monosináptico. Si, por ejemplo, se realiza una actividad de salto, debe hacerse hincapié en reducir el tiempo en el suelo entre las contracciones excéntricas y concéntricas.

(5) Los ejercicios para las extremidades superiores e inferiores deben comenzar con actividades de acortamiento-estiramiento y avanzar a actividades unilaterales siempre que sea adecuado.

(6) La resistencia (carga del ejercicio) también debe aumentar para pasar a la actividad de acortamiento-estiramiento. Para las extremidades superiores, los tubos elásticos y las pelotas lastradas aportan resistencia adicional durante los ejercicios (véanse las figs. 8.33A y B). Para las extremidades inferiores, pueden añadirse pesas o puede aumentarse la altura de la plataforma desde la que salta el paciente.

(7) Finalmente, el número de repeticiones o series de ejercicio realizado también puede aumentar para sobrecargar de modo progresivo los grupos de músculos clave.

***Precaución*:** El entrenamiento pliométrico debe realizarse sólo en las fases finales de la rehabilitación con pacientes que puedan tolerar fuerzas balísticas de alto impacto dentro de un programa de ejercicio.

B. Métodos estáticos

1. Ejercicio isométrico repetitivo corto[46,64]

a. Durante la década de 1950 Hettinger y Muller[46] estudiaron y abogaron por el ejercicio isométrico como un método alternativo de fortalecimiento muscular que creían preferible al ERP. Las mejoras de la fuerza se produjeron al cabo de 6 semanas cuando las personas realizaron una *sola* contracción isométrica con una resistencia máxima cinco a seis veces por semana. Cada contracción voluntaria máxima se mantuvo durante 5 a 6 segundos. Aunque las reproducciones del estudio respaldaron y refutaron los hallazgos, el resultado más importante del estudio original fue el interés y la investigación por el ejercicio isométrico.

b. El ejercicio isométrico repetitivo corto (EIRC)[64] supuso un refinamiento de la investigación inicial sobre el ejercicio isométrico. Se practicaron a diario hasta 20 contracciones máximas, cada una mantenida 6 segundos. Se recomendó un descanso de 20 segundos después de cada contracción, así como el mantenimiento de una respiración rítmica durante las contracciones para prevenir aumentos de la tensión arterial.

c. Se halló que este método repetitivo era más eficaz y mantuvo mejor el nivel de motivación empleando una sola contracción máxima.

d. Se han estudiado muchas variaciones del protocolo de EIRC y se ha demostrado que son más eficaces para mejorar la fuerza muscular estática.

2. Empleo actual de ejercicios isométricos para la rehabilitación y preparación física

a. Estos primeros estudios documentaron que el ejercicio de resistencia isométrica puede ser un medio eficaz para mejorar la fuerza muscular si el músculo se sobrecarga repetidamente.

b. Aunque el ejercicio isométrico pueda mejorar la resistencia muscular, el efecto es mínimo; los ejercicios dinámicos (isotónicos e isocinéticos) son un medio más eficaz para aumentar la resistencia muscular.

c. **Los ejercicios isométricos de múltiples ángulos** son necesarios si el objetivo del ejercicio es mejorar la fuerza en toda la amplitud del movimiento. Las mejoras de la fuerza sólo se producirán con un ángulo igual o casi igual al del entrenamiento,[16,65,84] El trasvase fisiológico sólo se produce hasta una distancia de 20 grados del ángulo de entrenamiento (10 grados en cualquier dirección).[58]

(1) Los ejercicios isométricos de múltiples ángulos se inician cuando el movimiento articular es permisible, si bien las contracciones musculares dinámicas resistidas (isotónicas o isocinéticas) siguen siendo incómodas o poco recomendables por la presencia de una inflamación crónica. La resistencia aplicada sobre cada punto de la amplitud articular debe aumentar gradualmente para asegurar que la contracción muscular sea indolora, pero el músculo se sobrecarga de forma progresiva con el fin de aumentar la fuerza.

(2) La resistencia mecánica puede sobreponerse a contracciones musculares isométricas de múltiples ángulos haciendo que el paciente empuje un objeto inamovible o estableciendo una unidad isocinética con cero grados por segundo y haciendo que el paciente trate de empujar o tirar con la articulación mantenida en distintas posiciones.

(3) La resistencia debe aplicarse al menos cada 20 grados en toda la amplitud.

(4) Aunque no se haya demostrado que ningún método específico de entrenamiento isométrico sea más eficaz, Davies[16] sugiere 10 series de 10 repeticiones de contracciones de 10 segundos cada 10 grados de la amplitud del movimiento (una contracción de 10 segundos tal vez sea preferible a una contracción de 6 segundos, tal y como se dijo al comienzo de este capítulo para incluir un aumento de 2 segundos en el tiempo, de 6 segundos, y un tiempo de caída de 2 segundos).

C. Métodos isocinéticos

1. Rehabilitación con espectro de velocidades[16,84]

La mayoría de los programas de ejercicio isocinético pensados para desarrollar fuerza, resistencia o potencia comprenden ejercicios sobre una unidad isocinética a velocidades angulares lentas, medias y rápidas.

NOTA: La mayoría de las pautas de la rehabilitación con espectro de velocidades se han dirigido al entrenamiento isocinético concéntrico. Los principios de la rehabilitación con espectro de velocidades también pueden aplicarse al entrenamiento isocinético excéntrico, si bien la literatura que documenta las pautas o la eficacia sigue siendo escasa.[3]

a. Suele elegirse un mínimo de tres velocidades contráctiles para los programas de entrenamiento. Una serie de ejercicio habitual debe incluir un entrenamiento a 60, 120 y 180 grados por segundo o 60, 150 y 240 grados por segundo. Por lo general, se realizan 6 a 10 repeticiones

con cada una de las velocidades de entrenamiento con un descanso corto después de cada serie. También pueden realizarse múltiples series con cada una de las velocidades. No se ha determinado una combinación óptima de series y repeticiones.

b. Se ha sugerido que los efectos del entrenamiento trasvasan sólo 15 grados por segundo de la velocidad del entrenamiento[16,51] Por tanto, algunos médicos tal vez opten por establecer programas con hasta 8 a 10 velocidades de entrenamiento.

c. Durante las fases iniciales de los programas de ejercicio isocinético, es útil empezar con ejercicios isocinéticos submáximos de modo concéntrico con velocidades intermedias y lentas para que el paciente se acostumbre al equipamiento isocinético y se siga protegiendo el músculo. A medida que el paciente progrese, puede que ejerza un esfuerzo máximo con velocidades intermedias. El entrenamiento de velocidad lenta suele eliminarse cuando el paciente comienza a ejercer esfuerzos máximos.

d. Durante la fase final del programa de rehabilitación, resulta beneficioso ejercitarse al máximo a velocidades contráctiles mayores por varias razones.[16,97]

(1) La velocidad de movimiento de las extremidades durante actividades motoras funcionales específicas como caminar y correr es rápida; por tanto, el ejercicio a gran velocidad prepara mejor al paciente para estas actividades.

(2) A velocidades mayores, las fuerzas de compresión sobre las articulaciones son menos.

(3) También se ha demostrado que el entrenamiento isocinético a gran velocidad aumenta la resistencia muscular. El músculo se sobrecarga progresivamente prolongando el tiempo que se practica el ejercicio en cada sesión.[68]

e. Finalmente, la especificidad del entrenamiento se aplica a la velocidad a la que los ejercicios se practican. Es importante elegir velocidades de entrenamiento que sean parecidas a la velocidad de movimiento necesario para una actividad funcional específica.

2. Entrenamiento isocinético excéntrico[3,16,52]

La mayoría de los aparatos para el entrenamiento isocinético presentan en la actualidad un modo de entrenamiento excéntrico, si bien las pautas son limitadas para los programas de ejercicio isocinético excéntrico sobre cómo determinar la velocidad del entrenamiento. La mayoría de los protocolos isocinéticos y la información sobre ejercicio de velocidad específica se basan en estudios sobre el entrenamiento isocinético concéntrico.

a. Por lo general, el entrenamiento isocinético excéntrico se introduce en las fases finales de la rehabilitación. Por ejemplo, se ha sugerido que el entrenamiento isocinético excéntrico no debe iniciarse después de una acromioplastia o desbridamiento artroscópicos del manguito de los rotadores hasta que el paciente consiga un 80 por ciento de la amplitud articular activa del hombro.

b. El entrenamiento isocinético excéntrico suele realizarse a velocidades más lentas que el entrenamiento isocinético concéntrico. Se ha sugerido una amplitud de 60 a 120 grados por segundo como amplitud segura para la población general y hasta 180 grados por segundo para los deportistas. Dada la naturaleza robótica de los aparatos de ejercicio isocinético excéntrico, un movimiento inesperado y rápido del brazo de fuerza contra una extremidad podría lesionar al paciente.

c. Para evitar una producción excesiva de fuerza rotatoria durante el entrenamiento isocinético excéntrico, suele enseñarse a los pacientes a ejercitarse a niveles submáximos. Además, se sugieren intensidades submáximas para reducir al mínimo los efectos de la mialgia diferida asociada con un ejercicio excéntrico de gran intensidad.

d. Se han desarrollado protocolos para el empleo del ejercicio isocinético excéntrico aplicados al tratamiento de diagnósticos específicos, sobre todo en la rodilla y el hombro. Muchos protocolos sugeridos por fabricantes de productos isocinéticos y desarrollados por médicos están todavía por evaluar o publicar.

e. Los principios de la rehabilitación con espectro de velocidades se aplican a los métodos excéntricos. Se ha sugerido un entrenamiento a cuatro o cinco velocidades lentas a medias (60, 90, 120 y 150 grados por segundo) con tres series de 20 repeticiones por cada velocidad.

IX. Empleo de equipamiento para el ejercicio resistido

Se dispone de muchos tipos de aparatos y equipamiento mecánico para los programas de ejercicio resistido. Una sencilla mancuerna puede cubrir las necesidades de un paciente que realiza un programa de ejercicio en casa, mientras que una unidad sofisticada de ejercicio isocinético tal vez se ajuste mejor a las necesidades de otro paciente.

Hay ciertas ventajas en elegir resistencia mecánica en vez de resistencia manual dentro de un programa de ejercicio. Cuando se emplea equipamiento mecánico, el terapeuta puede medir cuantitativamente la fuerza de partida del paciente antes de iniciar el programa de ejercicio. El

terapeuta también debe tener una medición objetiva de la mejora de la fuerza del paciente en el tiempo. El paciente puede apreciar asimismo el progreso mensurable dentro del programa de ejercicio. El nivel de resistencia aplicado durante un ejercicio dado no está limitado por la fuerza del terapeuta. El empleo de equipamiento añade variedad al programa de ejercicio incluso en las fases iniciales de la rehabilitación cuando la fuerza del paciente es bastante limitada.

Existe una enorme selección de equipamiento en el mercado, específicamente para su empleo en programas de entrenamiento resistido. El equipamiento puede ser sencillo o complejo, grande o pequeño, caro o barato. La elección del equipamiento empleado en los programas de ejercicio resistido depende sobre todo de las necesidades y capacidades individuales del paciente que realiza el ejercicio. La selección del equipamiento también depende de la capacidad del equipamiento, el coste de la compra por un centro o el paciente, y el espacio necesario para utilizar el equipamiento en casa o en el ámbito clínico.

A. Principios generales para el empleo del equipamiento

Para utilizar el equipamiento con eficacia y seguridad dentro de un programa de ejercicio resistido, el terapeuta debe tener en cuenta los siguientes puntos:

1. Evaluar la fuerza, amplitud del movimiento, estabilidad articular, las deformidades óseas o articulares y el dolor y la integridad de la piel del paciente antes de utilizar el equipamiento.

2. Determinar los tipos de ejercicio más ventajosos que pueden emplearse para mejorar la fuerza, potencia o resistencia de los grupos de músculos implicados, y elegir el equipamiento apropiado.

3. Asumir todas las precauciones de seguridad cuando se utiliza el equipamiento.

a. Revisar todos los anclajes, collares, sujeciones y hebillas para que estén bien cerrados y ajustados antes de que el paciente haga ejercicio.

b. Utilizar almohadillado para la comodidad del paciente si fuera necesario, sobre todo sobre las prominencias óseas.

c. Estabilizar o apoyar las estructuras apropiadas para impedir movimientos indeseados y para impedir que algunas partes del cuerpo soporten tensiones indebidas.

4. Cuando sea apropiado, se asegurará de que se completa toda la amplitud disponible del movimiento durante el ejercicio dinámico sin usar movimientos sustitutivos.

5. Si debe limitarse la amplitud del movimiento para proteger los tejidos en curación o para evitar el dolor, se asegurará de que se utilizan aparatos que limiten adecuadamente la amplitud.

6. Cuando se haya completado el ejercicio:

a. Se recogerá el equipamiento y se dejará en estado adecuado para su futuro empleo.

b. Nunca se dejará un equipamiento roto o potencialmente peligroso para su futuro empleo.

7. Observar y volver a evaluar al paciente con el fin de determinar cómo tolera el programa de ejercicio. Llevar un registro escrito de las observaciones y datos objetivos en cuanto sea posible.

B. Equipamiento de resistencia dinámica

1. Pesas libres

Las pesas libres son pesos graduados que se sostienen o aplican a las extremidades superiores o inferiores:

a. Barra de pesas.

b. Mancuernas (fig. 3.21).

c. Tobilleras y muñequeras lastradas con cierre de velcro (fig. 3.22).

d. Sacos de arena.

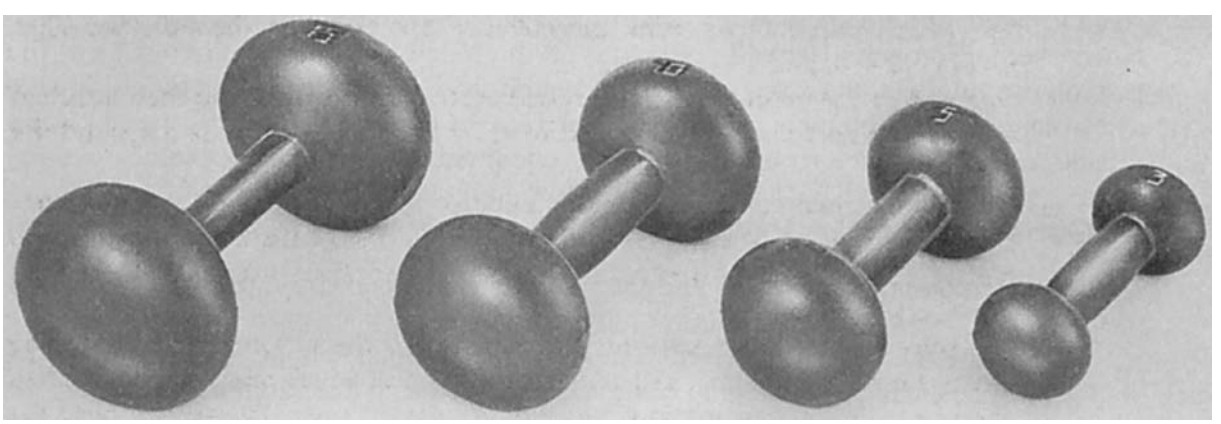


Figura 3.21. Mancuernas graduadas. (Reproducido con permiso de JA Preston Corporation, Clifton, NJ.)

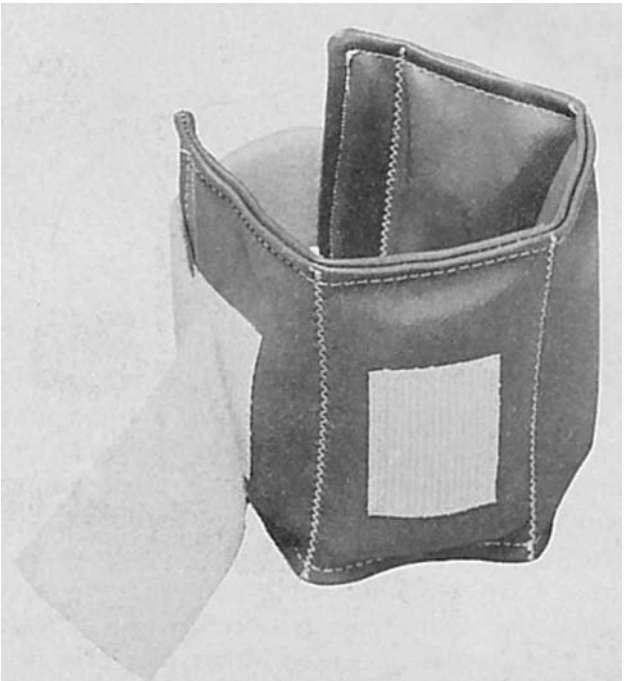


Figura 3.22. Cuff®, una tobillera o muñequera con cierre de velcro. (Por cortesía de Dipsters Corporarion, Scarsdale, NY. Cuff® es una marca registrada de DIPSTERS Corporation.)

e. Botas lastradas.

La variedad de pesas libres disponibles es amplia. El terapeuta debe seleccionar el equipamiento para un departamento que cubra las necesidades de muchos pacientes. Cada tipo de pesas libres tiene sus ventajas y desventajas. Por ejemplo, las mancuernas, las tobilleras y muñequeras lastradas y los sacos de arena tienen un peso fijo, por lo que se necesita una serie de pesas y tamaños graduados para que el paciente avance progresivamente a medida que aumente su fuerza. Por otra parte, las barras de pesas y las botas lastradas tienen pesos intercambiables, pero requieren tiempo para ensamblarse y ajustarse a cada paciente. Cuando se fortalece un grupo concreto de músculos, el paciente debe poder ejercitarse contra una resistencia menor empleando pesas libres que cuando lo hace con máquinas isotónicas. A diferencia de ciertas máquinas de pesas que guían o restringen los movimientos de las extremidades, las pesas libres pueden moverse en muchas direcciones durante el ejercicio. El paciente debe controlar el plano de movimiento del ejercicio recurriendo a la estabilización muscular, que decrece posteriormente la cantidad de peso que el paciente puede controlar con seguridad.

2. Aparatos de resistencia elástica

a. Los materiales de resistencia elástica y las gomas elásticas como Thera-Band y Rehabilitation Xercise Tubing están a la venta en distintos grosores y grados. Cuanto más grueso sea el material elástico, mayor será la resistencia aplicada sobre el músculo que se contrae.

b. El material elástico puede cortarse en distintas longitudes y disponerse de modo que la musculatura del tronco o las extremidades superiores o inferiores pueda fortalecerse (véanse las figs. 8.24A, 12.10, y 15.20).

c. Un extremo del material elástico puede atarse a una cinta de nailon y luego a un objeto fijo, y el otro extremo lo sostiene el paciente o se enrolla en torno a la pierna o el tronco.

d. La resistencia elástica puede usarse con ejercicios en cadena cinética cerrada o abierta. Este tipo de aparato de resistencia isotónica es una de las formas más versátiles y muy usadas durante las actividades en cadena cinética cerrada (véanse las figs. 12.11 y 13.4).

e. La principal desventaja de la resistencia elástica es la fuerza cada vez mayor que se genera a medida que el material se estira. La persona tal vez no pueda completar el movimiento deseado, porque los músculos suelen ser más débiles cerca del extremo de la amplitud, en el punto en que la resistencia es mayor.

3. Poleoterapia

Los sistemas de poleas montados sobre paredes o libres (lastrados o con muelles) aportan una resistencia fija o variable y se utilizan para el fortalecimiento del tronco y las extremidades superiores e inferiores (fig. 3.23).

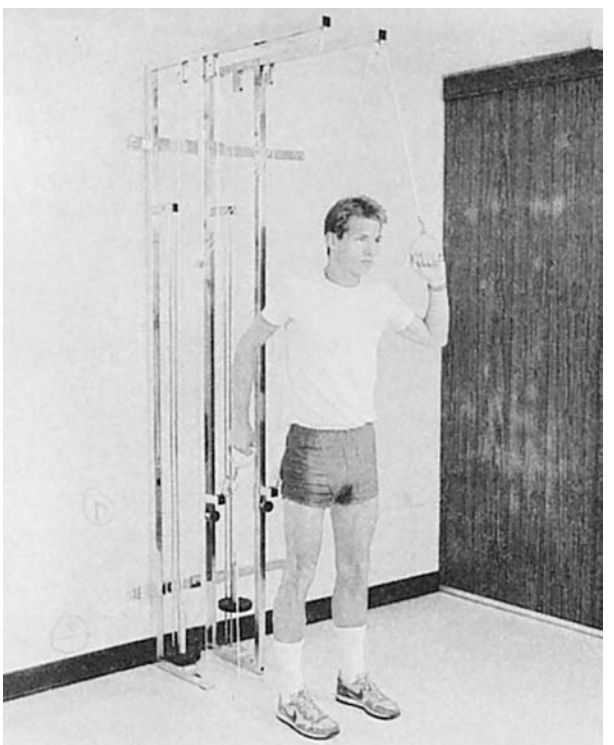


Figura 3.23. La unidad Multi Exercise Pulley se emplea para fortalecer muchos grupos de músculos. (Por cortesía de N-K Products Company, Inc., Soquel, CA.)

a. Hay disponibles pesas permanentes o intercambiables. Las pesas permanentes suelen variar en 2,5 a 5 kg y se ajustan fácilmente cambiando la colocación de una sola pesa clave.

b. El paciente puede colocarse en muchas posiciones, como sentado en una silla de ruedas o en decúbito prono sobre un carrito. Pueden fortalecerse muchos grupos de músculos recolocando al paciente.

c. Las unidades libres de múltiples estaciones, como el sistema Universal, permiten al paciente ejercitar múltiples grupos de músculos pasando de una estación a otra, o pueden usarlas varios pacientes al mismo tiempo.

NOTA: Cuando se empleen pesas libres, material elástico de resistencia o sistemas de poleas como fuente de resistencia mecánica, el fortalecimiento de los músculos suele producirse de modo concéntrico o excéntrico. Por ejemplo, cuando un paciente aguanta una mancuerna y fortalece los músculos flexores del codo (fig. 3.24), el músculo se contrae concéntrica y excéntricamente frente a una resistencia mientras el paciente sube y baja la mancuerna. Esto tiene que tenerse en cuenta al determinar el número de repeticiones realizadas durante el programa de ejercicio y cuando se evalúe la tasa de fatiga del paciente y el nivel de dolor de aparición tardía.

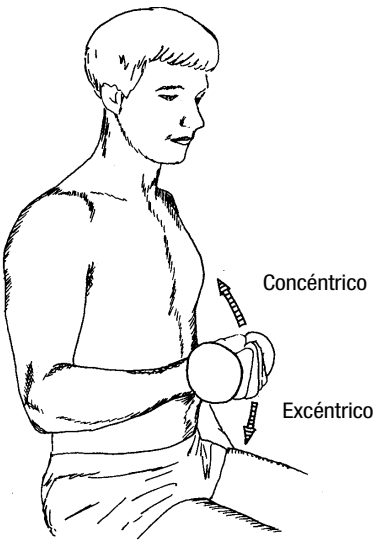


Figura 3.24. El fortalecimiento concéntrico y excéntrico de los músculos flexores del codo se produce cuando el paciente eleva y baja la mancuerna.

4. Unidades de brazo de fuerza rotatoria isotónica

a. El equipamiento para el ejercicio, como la Unidad N-K (fig. 3.25), ofrece resistencia constante mediante un mecanismo de fricción con placa de fuerza hidráulica o un sistema de resistencia con pesas intercambiables.

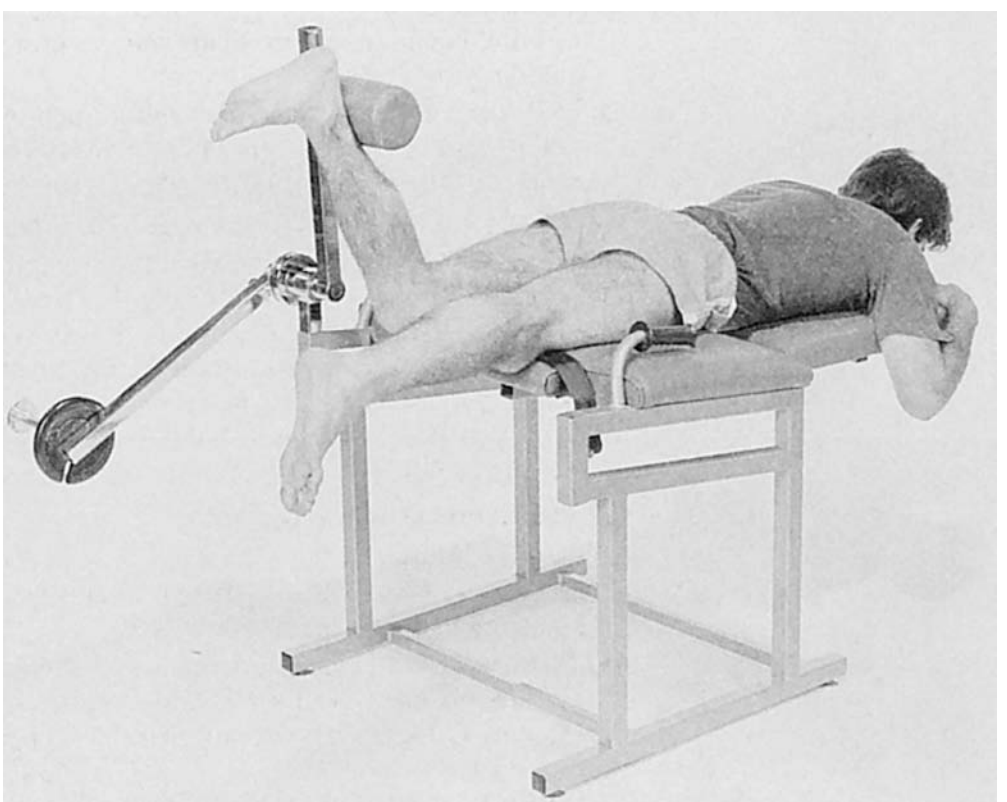


Figura 3.25. Unidad de Ejercicio N-K con brazo de fuerza rotatoria y pesas intercambiables. (Por cortesía de N-K Products Company, Inc., Soquel, CA.)

b. Estas unidades están concebidas sobre todo para oponer resistencia a la articulación de la rodilla, pero también se emplean para fortalecer la musculatura de la cadera y el hombro.[77]

(1) La flexión y extensión resistidas de la rodilla se realizan con el paciente sentado o en decúbito prono.

(2) La flexión y extensión resistidas de la cadera se realizan con el paciente tumbado o de pie.

5. Equipamiento de resistencia variable

a. Ciertos sistemas de cables lastrados como Eagle (fig. 3.26) o Nautilus y Universal están pensados para ofrecer resistencia variable en toda la amplitud del movimiento cuando un músculo se contrae concéntrica y excéntricamente.

(1) Introducir una palanca en el sistema de cables lastrados varía la carga aplicada sobre el músculo que se contrae, aunque el peso seleccionado no cambie.

(2) En teoría, el vástago de la palanca está pensado para replicar la curva de fuerza rotatoria del músculo que se ejercita. Es discutible en qué grado es eficaz ofreciendo resistencia adaptada durante la amplitud del movimiento.

b. Otras unidades de resistencia variable, como el sistema Hydra-Gym y Keiser Cam II, emplean resistencia presurizada o hidráulica que varía la rresistencia aplicada sobre el músculo durante la amplitud del movimiento.

(1) A diferencia de las máquinas de pesas con poleas o palancas que ofrecen resistencia al mismo grupo de músculos cuando se contraen concéntrica y excéntricamente, las unidades neumáticas o hidráulicas aportan un trabajo muscular recíproco y concéntrico.

(2) Las unidades neumáticas e hidráulicas también pueden usarse con seguridad con velocidades superiores a las de las máquinas de poleas y pesas de resistencia variable.

c. Muchas unidades de resistencia variable están pensadas para ejercitar grupos de músculos específicos del tronco o las extremidades. Por ejemplo, un paciente puede hacer sentadillas en una máquina y flexiones de piernas en otra para fortalecer las extremidades inferiores.

d. La principal ventaja del equipamiento de resistencia variable sobre el empleo de pesas libres es que el músculo que se contrae recibe una carga máxima en puntos

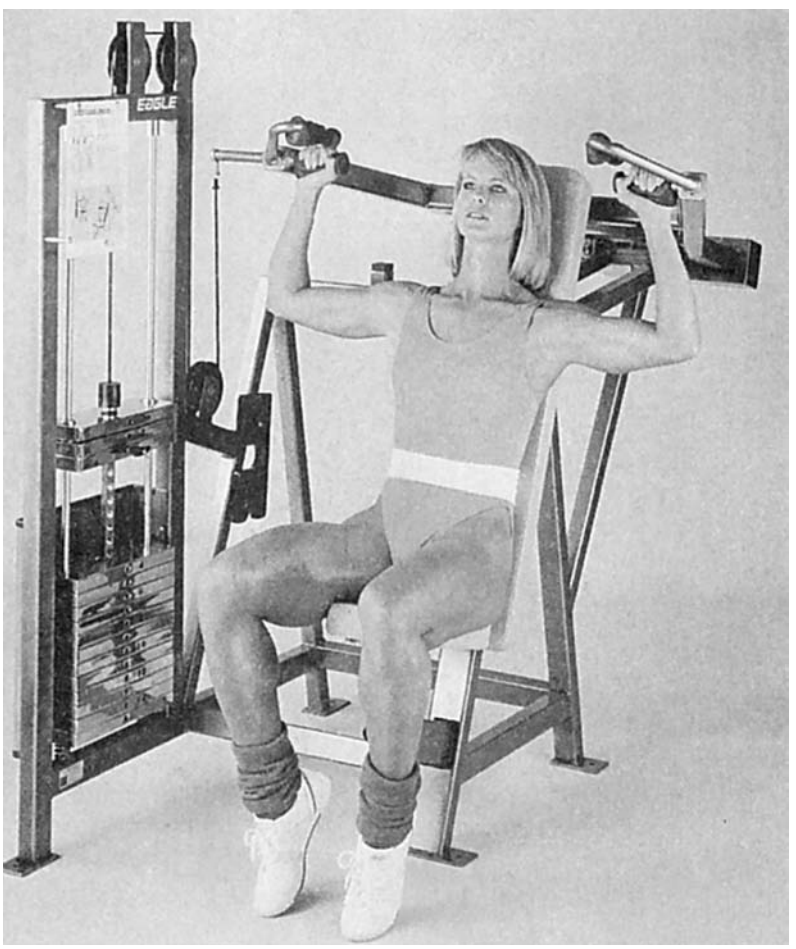


Figura 3.26. El press de hombros en la máquina Cybex/Eagle Fitness Systems proporciona resistencia variable en toda la amplitud del movimiento. (Por cortesía de Cybex, División de Lumex, Ronkonkoma, NY.)

múltiples y no sólo en un punto de la amplitud del movimiento.

e. La principal desventaja del equipamiento de resistencia variable es que se necesita mucho más espacio para las estaciones múltiples con el fin de fortalecer muchos grupos de músculos.

6. Ejercicio en bicicleta

El ejercicio en bicicleta estática se emplea para aumentar la fuerza y resistencia de las extremidades inferiores (fig. 3.27). Algunas bicicletas proporcionan resistencia a las extremidades inferiores y superiores. La resistencia se gradúa con un aparato de fricción ajustable. También puede controlarse la velocidad, la distancia y la duración del ejercicio.

Estas bicicletas oponen resistencia a los músculos durante movimientos recíprocos y repetitivos de las extremidades. Los aparatos pasivos oponen resistencia sólo a la actividad concéntrica de los músculos cuando el paciente realiza movimientos de empuje o tracción. Las bicicletas motorizadas pueden ajustarse para ejercer resistencia concéntrica y excéntrica. Las bicicletas son especialmente apropiadas para ejercicios de muchas repeticiones y poca intensidad pensados para aumentar la resistencia muscular o cardiovascular.

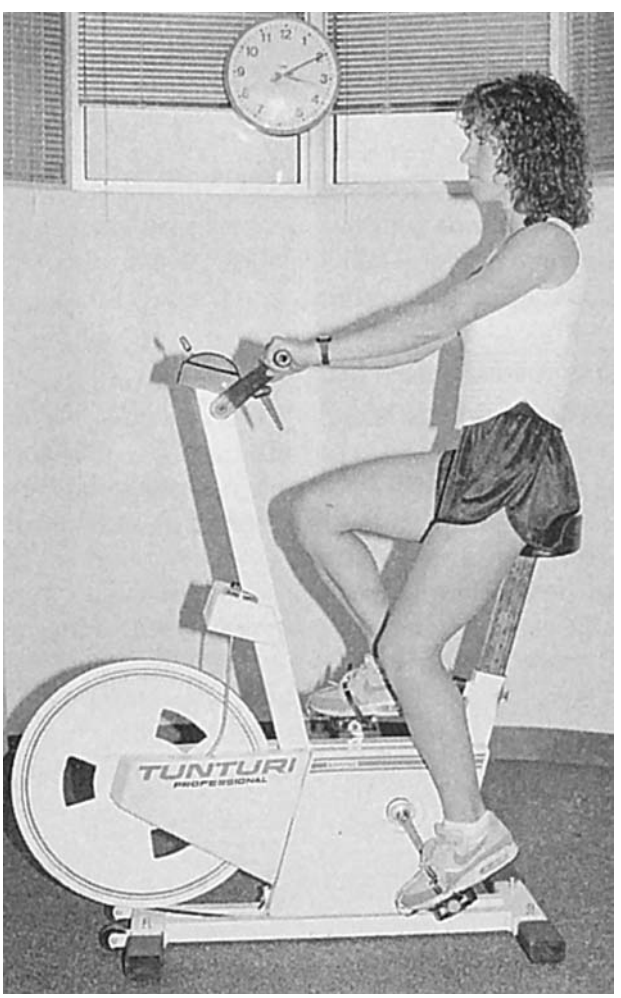


Figura 3.27. Las bicicletas estáticas se emplean para aumentar la resistencia muscular y la capacidad cardiovascular.

7. Unidades de ejercicio recíproco resistido

a. Existen varias máquinas resistidas que se emplean para el ejercicio recíproco repetitivo (fig. 3.28). Se usan más a menudo para mejorar la fuerza y resistencia de las extremidades inferiores, o para la coordinación recíproca y la capacidad cardiopulmonar. Muchas unidades también pueden fijarse en la pared y adaptarse para ejercitar las extremidades superiores.

b. Un mecanismo de resistencia se ajusta para oponer una resistencia suave o fuerte.

c. Estas unidades se ajustan a una silla de respaldo recto y resistente o a una silla de ruedas y constituyen una alternativa para los pacientes que no pueden usar con seguridad una bicicleta estática.

8. Aparatos de resistencia en cadena cinética cerrada

Aunque puedan realizarse ejercicios en cadena cinética cerrada usando con eficacia sólo el peso del cuerpo

Figura 3.28. El aparato Can-Do® Exercises, una máquina de ejercicio recíproco resistido. (Por cortesía de Dipsters Corporation, Scarsdale, NY. Can-Do® es una marca registrada de DIPSTERS Corporation.)

como resistencia, hay varios tipos de aparatos de resistencia isotónica simples y complejos, caros o baratos, que se adaptan o se han creado específicamente para ejercicios en cadena cinética cerrada. Son ejemplos:

a. Material elástico de resistencia.

b. Tablas de equilibrio.

Las tablas de equilibrio se emplean para el entrenamiento de la propiocepción de las extremidades inferiores. Un ejemplo es el sistema BAPS (Biomechanical Ankle Platform System) (véase la fig. 13.7.). Pueden ponerse pesos sobre la tabla para aumentar la dificultad de la actividad de equilibrio.

c. Máquinas de steps.

El aparato StairMaster es un ejemplo de máquina de steps con la cual los pacientes pueden hacer movimientos deambulatorios con una resistencia ajustable para volver más difícil la actividad en cadena cinética cerrada.

d. Tablas de deslizamiento (fig. 3.29).

La máquina ProFitter consta de una plataforma móvil que se desliza de un lado a otro sobre una superficie elíptica con una resistencia ajustable. Aunque con frecuencia se emplea con el paciente de pie para la rehabilitación de las extremidades inferiores, también puede aportar movimientos resistidos en cadena cinética cerrada a las extremidades superiores y para la estabilidad del tronco.

Figura 3.29. El aparato ProFitter ofrece resistencia en cadena cinética cerrada a la musculatura de las extremidades inferiores como preparación para actividades funcionales.

9. Equipamiento isotónico: puntos a tener en cuenta

a. El equipamiento como las pesas libres y los sistemas de poleas lastradas que imponen una carga fija sobre un músculo que se contrae al máximo lo fortalecen en sólo un punto en la amplitud del movimiento cuando el paciente está en una posición concreta. El peso que se levanta o baja en la amplitud del movimiento puede no ser mayor que cuando el músculo puede controlarlo en el punto *más débil* de la amplitud. Durante el ejercicio isotónico realizado con una resistencia constante, el paciente estará trabajando al máximo en sólo una pequeña porción de la amplitud del movimiento.

b. Cuando se usen pesas libres, es posible variar el punto en la amplitud del movimiento en que se experimenta la carga de resistencia máxima cambiando la posición del paciente con respecto a la fuerza de la gravedad o la dirección de la carga de resistencia. Por ejemplo, se opone resistencia a la flexión del hombro con el paciente de pie o en decúbito supino y aguantando una pesa en la mano.

(1) Con el paciente en bipedestación (fig. 3.30)

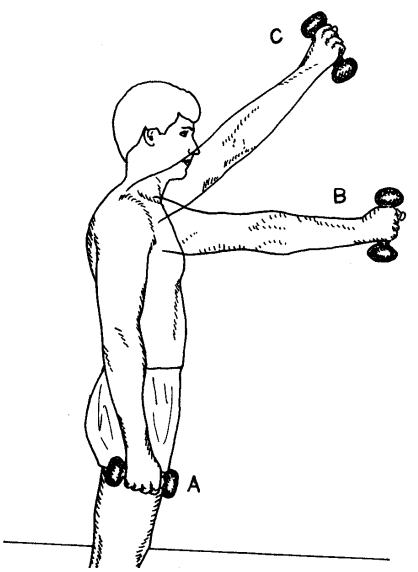


Figura 3.30. El paciente está de pie y levanta una mancuerna. (A) Los flexores del hombro producen una fuerza rotatoria cero cuando el hombro adopta 0 grados de flexión. (B) Se produce una fuerza rotatoria máxima cuando el hombro adopta 90 grados de flexión. (C) La fuerza rotatoria se reduce de nuevo cuando el brazo pasa de 90 a 180 grados de flexión del hombro.

Se experimenta resistencia y fuerza rotatoria máximas cuando el hombro adopta 90 grados de flexión. Se produce una fuerza rotatoria cero cuando el hombro adopta 0 grados de flexión. La fuerza rotatoria se reduce de nuevo cuando el paciente levanta el peso con 90 a 180 grados de flexión.

(2) Con el paciente en decúbito supino (fig. 3.31)

Se experimenta resistencia y fuerza rotatoria máximas cuando el hombro adopta 0 grados de flexión. Se produce una fuerza rotatoria cero cuando el hombro adopta 90 grados de flexión. Los músculos flexores del hombro no son activos entre 90 y 180 grados de flexión del hombro. En vez de ello, los extensores del hombro deben contraerse excéntricamente para controlar el descenso del brazo y la mancuerna.

(3) Por tanto, el terapeuta debe determinar en qué porción de la amplitud del movimiento se necesita fuerza máxima y debe elegir el punto óptimo en el que hay que realizar el ejercicio.

c. Los sistemas de poleas lastradas proporcionan resistencia máxima cuando el ángulo de la polea adopta ángulos rectos respecto al hueso en movimiento.

d. Con material de resistencia elástica, el músculo recibirá la fuerza máxima de resistencia cuando el material adopte un ángulo de 90 grados respecto al hueso en movimiento. El terapeuta debe determinar la amplitud de resistencia máxima deseada y anclar el material elástico para que esté en ángulo recto en esa porción de la amplitud. Cuando el material adopta un ángulo agudo respecto al hueso en movimiento, habrá menos resistencia y una mayor fuerza compresora sobre la articulación.

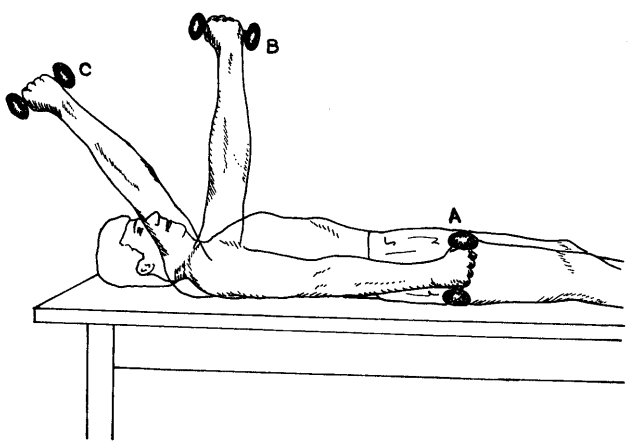


Figura 3.31. El paciente está en decúbito supino y levanta una mancuerna. (A) Se produce una fuerza rotatoria máxima con 0 grados de flexión del hombro. (B) Se produce una fuerza rotatoria cero con 90 grados de flexión del hombro. (C) Los extensores del hombro se activan y contraen excéntricamente frente a una contrarresistencia en los 90 a 180 grados de flexión del hombro.

e. Con un equipamiento de resistencia constante y con la mayoría del equipo de resistencia variable, los ejercicios se realizan con mayor lentitud para asegurar la seguridad del paciente y reducir la inercia y la aceleración. Una excepción es el equipamiento de contrarresistencia variable que emplea presión hidráulica o neumática como fuente de resistencia. Pueden usarse velocidades de entrenamiento más rápidas con seguridad con este tipo de equipamiento.

f. Ningún equipamiento de resistencia constante o variable isotónica con cables lastrados puede acomodarse a un arco doloroso cuando el paciente mueve la extremidad en toda la amplitud del movimiento. Sólo el equipamiento de resistencia variable y presión hidráulica o neumática y el equipamiento isocinético tienen esta capacidad.

C. Equipamiento empleado en el ejercicio estático

Muchas piezas del equipo para los ejercicios de fortalecimiento dinámico también pueden modificarse para su empleo en un programa de fortalecimiento estático.

1. Cuando un paciente trata de levantar una mancuerna que aporta una resistencia superior a la fuerza que el músculo genera, se produce una contracción estático.

2. Muchas de las pesas libres y los sistemas de poleas lastradas pueden adaptarse para el empleo estático.

3. La mayoría de los aparatos isocinéticos pueden establecerse con la velocidad a 0 grados por segundo en una variedad de ángulos articulares para la resistencia isométrica.

4. Muchos ejercicios isométricos pueden realizarse con resistencia y sin equipamiento alguno. Por ejemplo, un paciente puede fortalecer los flexores, abductores y rotadores del hombro empujando con los brazos una pared (véase la fig. 8.12A, B y C).

D. Equipamiento para el ejercicio isocinético

Varios fabricantes ofrecen dinamómetros isocinéticos o aparatos limitadores del ritmo que controlan la velocidad de movimiento y ofrecen una resistencia que se acomoda durante el ejercicio dinámico de extremidades o tronco. El equipamiento ofrece resistencia proporcional a la fuerza generada por la persona que utiliza la máquina. El ritmo preestablecido (grados por segundo) no puede excederse ni influye la fuerza que el paciente ejerza contra el brazo de fuerza. Por tanto, el músculo se contrae en su capacidad máxima en todos los puntos de la amplitud del movimiento.

1. Entrenamiento isocinético y equipamiento para la prueba

a. Continuamente aparecen nuevas líneas de productos de equipamiento isocinético y mejoras en el equipamiento existente. La mejor fuente de información sobre la capacidad del equipamiento son los folletos distribuidos por los fabricantes o las demostraciones de los productos en los encuentros de profesionales.

b. Algunos sistemas de ejercicio isocinético están pensados para las pruebas y el entrenamiento de la musculatura de las extremidades o el tronco. Algunos ejemplos son Cybex II+ (fig. 3.32), KIN/COM, Biodex, Lido y Merac. Algunos sistemas están pensados exclusivamente para poner a prueba o entrenar la musculatura del tronco (fig. 3.33). Cada uno de estos sistemas tiene ventajas y capacidades únicas.

c. Otras unidades isocinéticas como Orthotron II y el Upper Body Exerciser (UBE) (fig. 3.34) están pensadas sólo para el entrenamiento.

d. El ejercicio de resistencia concéntrica o excéntrica puede realizarse con equipamiento isocinético. Algunos sistemas de equipamiento sólo realizan un modo concéntrico de ejercicio, mientras que otros ofrecen modos de ejercitación concéntrica y excéntrica.

e. Los límites de las velocidades de entrenamiento y pruebas varían de 0 grados por segundo a 500-1.000 grados por segundo.

f. El ejercicio de arco completo o corto puede realizarse controlando la amplitud del movimiento disponible con un ordenador o aparato limitador de la amplitud.

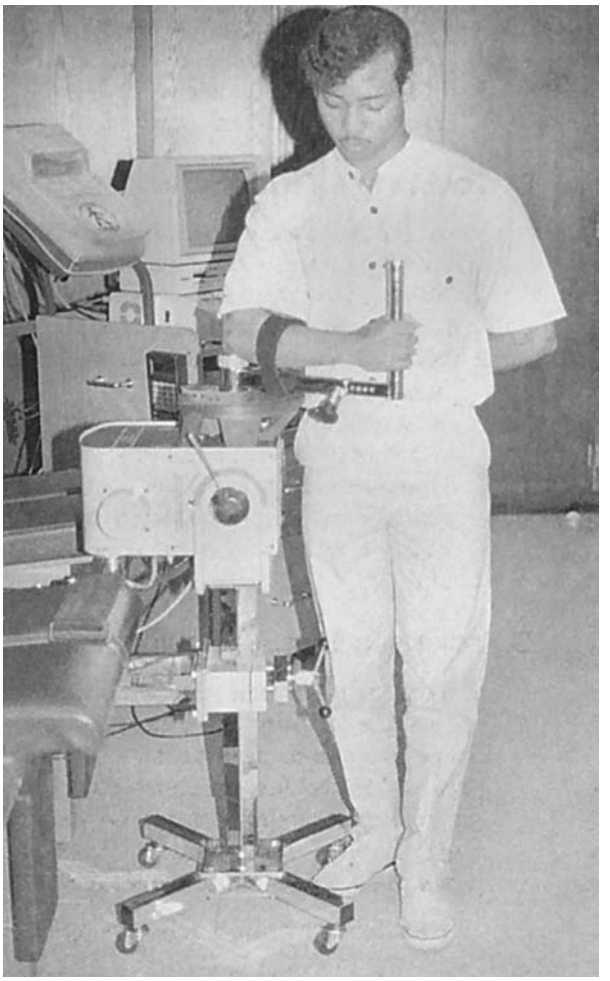


Figura 3.32. Máquina Cybex II +. El dinamómetro isocinético se emplea para ejercitar o someter a prueba la musculatura de las extremidades.

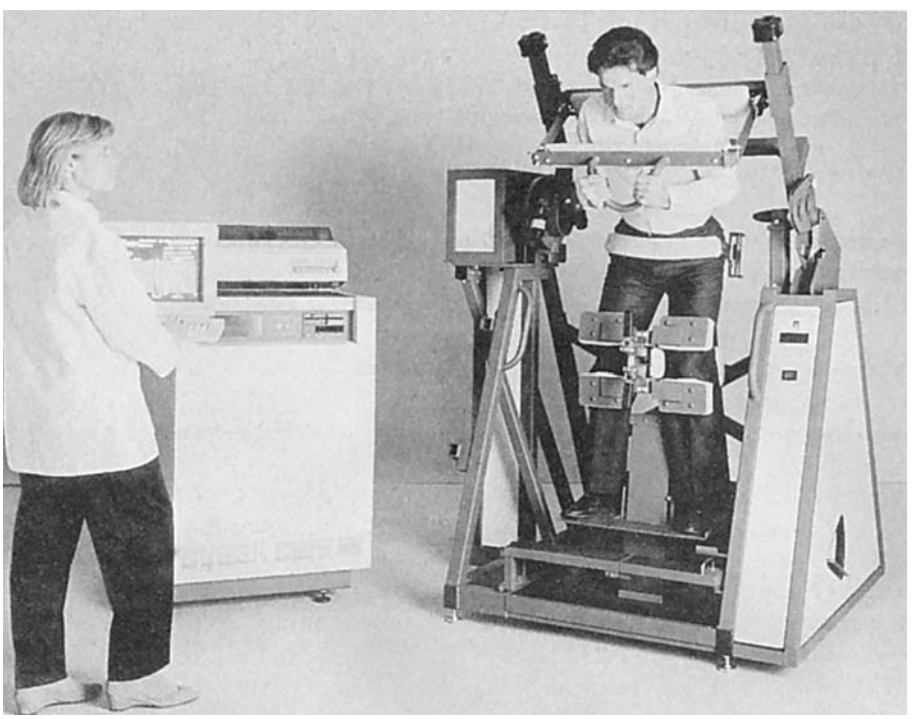


Figura 3.33. La máquina Cybex de Back-to-Work Clinic permite evaluar y rehabilitar la espalda. (Por cortesía de Cybex, Division of Lumex, Ronkonkoma, NY.)

2. Equipamiento isocinético: ventajas e inconvenientes

a. Ventajas.

(1) El equipamiento isocinético puede ofrecer resistencia máxima en todos los puntos de la amplitud del movimiento cuando el músculo se contrae.

(2) Tanto el entrenamiento a mucha o poca velocidad puede realizarse con seguridad y eficacia.

(3) El equipamiento se acomoda a un arco de movimiento doloroso.

(4) Cuando el paciente se fatiga, el ejercicio puede seguir.

(5) El trabajo concéntrico y excéntrico del mismo grupo de músculos puede realizarse repetitivamente.

(6) El ejercicio recíproco con resistencia puede realizarse dejando que un grupo de músculos descanse mientras su antagonista se contrae. Esto reduce al mínimo la isquemia muscular.

(7) Las claves auditivas y visuales procesadas por ordenador aportan retroalimentación al paciente para que el trabajo muscular máximo y submáximo se realice con mayor consistencia.

b. Inconvenientes.

(1) El equipamiento es aparatoso y caro.

(2) Es necesario establecer el tiempo y la ayuda del personal si un paciente va a ejercitar múltiples grupos de músculos.

(3) El equipamiento no puede usarse en un programa de ejercicio en casa.

(4) La mayoría de las unidades sólo ofrecen resistencia en cadena cinética abierta.

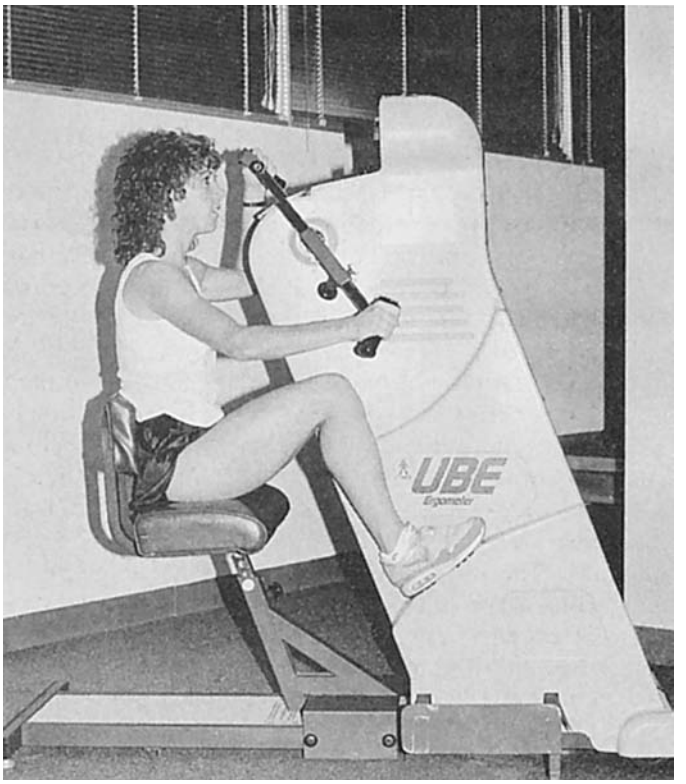


Figura 3.34. El Upper Body Exerciser (UBE) se emplea para el entrenamiento de la fuerza y resistencia de las extremidades superiores.

X. Resumen

Este capítulo sobre el ejercicio resistido ha presentado definiciones de lo que es el ejercicio resistido manual y mecánicamente. Se han subrayado los objetivos e indicaciones del ejercicio resistido y se han explicado los conceptos de fuerza, potencia y resistencia. También se ha hablado de otros factores que deben tenerse en cuenta en los ejercicios resistidos, como la actividad muscular concéntrica y excéntrica, o en cadena cinética cerrada o abierta. Asimismo se ha hecho un resumen de las precauciones durante los ejercicios resistidos, como la fatiga, la recuperación del ejercicio, el trabajo excesivo, las precauciones cardiovasculares, las mialgias, los movimientos sustitutivos y la osteoporosis. Se han expuesto dos contraindicaciones: los dolores fuertes y las inflamaciones agudas. También se han explicado los principios del ejercicio resistido manualmente y las técnicas para aplicar correctamente resistencia y estabilización manuales durante el ejercicio.

Se ha descrito el empleo de ejercicios resistidos mecánicamente subrayándose las posibles variables en los programas. Estas variables son la intensidad y el modo de ejercicio; el número de repeticiones; las series, la frecuencia, la duración y la velocidad del ejercicio; el arco de movimiento de las extremidades y la posición del paciente. Se han descrito y comparado los métodos y protocolos del entrenamiento resistido. Finalmente, se ha procedido a una revisión del equipamiento mecánico y los aparatos de ejercicio. Se han explicado las ventajas y limitaciones de varios elementos de equipo para su utilización en programas de ejercicio isotónico, isométrico e isocinético.

Bibliografía

1. Abraham, WM: "Exercise-induced muscle soreness". *The Physician and Sportsmedicine* 7:57, 1979.
2. Abraham, WM: "Factors in delayed muscle soreness". *Med Sci Sports Exerc* 9:11, 1977
3. Albert, M: *Eccentric Muscle Training in Sports and Orthopedics*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1991.
4. Armstrong, RB: "Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: A brief review". *Med Sci Sports Exerc* 15:529-538, 1984.
5. Asmussen, E: "Observations on experimental muscle soreness". *Acta Rheumatol Scand* 1:109, 1956.
6. Bandy, WD, Lovelace-Chandler, V, y McKitrick-Brandy, B: "Adaptation of skeletal muscle to resistance training". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 12:248-255, 1990.
7. Barnes, W: "Relationship between motor unit activation to muscular contraction at different contractile velocities". *Phys Ther* 60:1152, 1980.
8. Bennett, JG, and Stauder, WT: "Evaluation and treatment of anterior knee pain using eccentric exercise". *Med Sci Sports Exerc* 18:526, 1986.
9. Bishop, KN, y otros: "The effect of eccentric strength training at various speeds on concentric strength of the quadriceps and hamstring muscles". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 13: 226-229,1991.
10. Bonen, A, y Belcastro, AN: "Comparison of self-directed recovery methods on lactic acid removal rates". *Med Sci Sports Exerc* 8:176, 1976.
11. Ciccone, CD, y Alexander, A: "Physiology and therapeutics of exercise". En Goodgold, J (ed): *Rehabilitation Medicine*. CV Mosby, St Louis, 1988.
12. Circulla, JA:" Osteoporosis". *Clin Man* 9:15,1989.
13. Clarkson, PM, y Tremblay, I: "Exercise induced muscle damage, repair and adaptation in humans". *J Appl Physiol* 65:1-6, 1988.
14. Cress, NM, Peters, KS, y Chandler, JM: "Eccentric and concentric force-velocity relationships of the quadriceps femoris muscle". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 16:82-86, 1992.
15. Daniels, L, y Worthingham, C: *Muscle Testing: Techniques of Manual Examination*, ed 5. WB Saunders, Filadelfia, 1986.
16. Davies, GJ: *A Compendium of Isokinetics in Clinical Usage and Rehabilitation Techniques*, ed 2. S & S Publishing, La Crosse, WI, 1985.
17. Dean, E: "Physiology and therapeutic implications of negative work". A *review. Phys Ther* 68:233, 1988.
18. Delorme, TL, y Watkins, A: *Progressive Resistance Exercise*. Appleton-Century, Nueva York, 1951.
19. Delorme, T, and Watkins, A: "Technics of progressive resistance exercise". *Arch Phys Med Rehabil* 29:263,1948.
20. Denegar, CR, y otros: "Influence of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain, range of motion and serum cortisol concentration in females experiencing delayed onset muscle soreness". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 11:100-103, 1989.
21. DeVine, K: "EMG activity recorded from an unexercised muscle during maximum isometric exercise of contralateral agonists and antagonists". *Phys Ther* 61:898,1981.
22. DeVries, HA: "Electromyographic observations on the effects static stretching has on muscular distress". *Research Quarterly* 32:468, 1961.
23. Devries, RA: "Quantitative electromyographic investigation of the spasm theory of muscle pain". *Am J Phys Med Rehabil* 45:119, 1966.
24. Dorpat, TL, y Holmes, TH: "Mechanisms of skeletal muscle pain and fatigue". *Arch Neurol Psychol* 74:628,1955.
25. Douris, PC: "Cardiovascular response to velocity-specific isokinetic exercises". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 13:28-32, 1991.
26. Douris, PC: "The effect of isokinetic exercise in the relationship between blood lactate and muscle fatigue". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 17:31-35, 1993.
27. Duncan, PW, y otros: "Mode and speed specificity of eccentric and concentric exercise training". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 11:70-75, 1989.
28. Evans, WJ: "Exercise-induced skeletal muscle damage". *The Physician and Sportsmedicine* 15:89, 1987.
29. Fardy, P: "Isometric exercise and the cardiovascular system". *The Physician and Sportsmedicine* 9:43, 1981.
30. Fitzgerald, GK, y otros: "Exercise induced muscle soreness after concentric and eccentric isokinetic contractions". *Phys Ther* 7:505-513, 1991.
31. Fleck, SJ, y Kraemer, WJ: "Resistance training: Physiological response and adaptations" (Part 2 of 4). *The Physician and Sportamedicine* 16:108-124, 1988.
32. Fox, E, y Matthews, D: *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*, ed 3. Saunders College Publishing, Filadelfia, 1981.
33. Fox, E, Robinson, S, y Wiegman, D: "Metabolic energy sources during continuous and interval running". *J Appl Physiol* 27:174, 1969.
34. Francis, KT: "Delayed muscle soreness: A review". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 5:10, 1983.

35. Franklin, ME, y otros: "Effect of isokinetic soreness-inducing exercise on blood levels of creatine protein and creatine kinase". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 16:208-214, 1992.
36. Friden, J, Sjostrom, M, y Ekblom B: "A morphological study of delayed muscle soreness". *Experimentia* 37:506, 1981.
37. Friden, J, Sjostrom, M, y Ekblom, B: "Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man". *Int J Sports Med* 4:170, 1983.
38. Gisolti, C, Robinson, S, y Turrell, ES: "Effects of aerobic work performed during recovery from exhausting work". *J Appl Physiol* 21:1767, 1966.
39. Gollnick, P, y otros: "Glycogen depletion patterns in human skeletal muscle fibers during prolonged work". *J Appl Physiol* 34:615, 1973.
40. Gordon, EE, Kowalski, K, y Fritts, M: "Protein changes in quadriceps muscle of rat with repetitive exercises". *Arch Phys Med Rehabil* 48:296, 1967.
41. Hasson, S, y otros: "Therapeutic effect of high speed voluntary muscle contractions on muscle soreness and muscle performance". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 10:499, 1989.
42. Helgeson, K, y Gojdosik, RL: "The stretch-shortening cycle of the quadriceps femoris muscle group measured by isokinetic dynamometry". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 17:17-23, 1993.
43. Hellebrandt, FA, y Houtz, SJ: "Methods of muscle training: The influence of pacing". *Physical Therapy Review* 38:319, 1958.
44. Hellebrandt, FA, y Houtz, SJ: "Mechanisms of muscle training in man: Experimental demonstration of the overload principle". *Physical Therapy Review* 36:371, 1956.
45. Herbison, GJ, Jaweed, MM, Ditunno, JF, y otros: "Effect of overwork during reinnervation of rat muscle". *Experimental Neurology* 41:1, 1973.
46. Hettinger, T, y Muller, EA: "Muskelliestung and Muskeltraining". *Arbeitaphysiol* 15:111, 1953.
47. Hill, DW, y Richardson, JD: "Effectiveness of 10% trolamine salicylate cream on muscular soreness induced by a reproducible program of weight training". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 11:19-23, 1989.
48. Hislop, HJ, y Perrine, J: "The isokinetic concept of exercise". *Phy Ther* 41:114, 1967.
49. Hislop, HJ: "Quantitative changes in human muscular strength during isometric exercise". *Phys Ther* 43:21, 1963.
50. Housh, D, y Housh T: "The effects of unilateral velocity-specific concentric strength training". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 17:252-256, 1993.
51. Jenkins, WL, Thackaberry, M, y Killan, C: "Speed-specific isokinetic training". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 6:181, 1984.
52. Jenson, K, y DiFablo, RP: "Evaluation of eccentric exercise in the treatment of patellar tendonitis". *Phys Ther* 69:211, 1989.
53. Johnson, BL, y otros: "A comparison of concentric and eccentric muscle training". *Med Sci Sports Exerc* 8:35,1976.
54. Johnson, BL: "Eccentric vs. concentric muscle training for strength development". *Med Sci Sports Exerc* 4:111, 1972.
55. Jones, H: "The Valsalva procedure: Its clinical importance to the physical therapist". *Phys Ther* 45:570, 1965.
56. Kelsey, DD, y Tyson E: "A new method of training for the lower extremity using unloading". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 19:218-223, 1994.
57. Kendall, FP, y McCreary, EK: *Muscle Testing and Function*, ed 3. Williams & Wilkins, Baltimore, 1983.
58. Knapik, JJ, Mawadsley, RH, y Ramos, MU: "Angular specificity and test mode specificity of isometric and isokinetic strength training". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 5:58, 1983.
59. Knight, KL: "Knee rehabilitation by the daily adjustable progressive resistive exercise technique". *Am J Sports Med* 7:336, 1979.
60. Knight, KL: "Quadriceps strengthening with DAPRE technique: Case studies with neurological implications". *Med Sci Sports Exerc* 17:636, 1985.
61. Knuttgren, HG: "Human performance in high intensity exercise with concentric and eccentric muscle contractions". *Int J Sports Med* 7:6, 1986.
62. Knuttgren, HG: *Neuromuscular Mechanisms for Therapeutic and Conditioning Exercise*. University Park Press, Baltimore, 1976.
63. Lehmkuhl, LD, y Smith, LK: *Brunnstrom's Clinical Kinesiology*, ed 4. FA Davis, Filadelfia, 1983.
64. Liberson, WT: "Brief isometric exercise". En Basmajian, JV (ed): *Therapeutic Exercise*, ed 3. Williams & Wilkins, Baltimore, 1978.
65. Lindh, M: "Increase of muscle strength from isometric quadriceps exercise at different knee angles". *Scandinavian Journal of Medicine* 11:33, 1979.
66. Lunnen, J: "Relationship between muscle length, muscle activity and torque of the hamstring muscles". *Phys Ther* 61:190, 1981.
67. MacKinnon. J: "Osteoporosis: A review". *Phys Ther* 68:1533-1540, 1988.
68. Mangine, R, Heckman, TP, y Eldridge, VL: "Improving strength, endurance and power". En Scully. RM, y Barnes, ML (eds): *Physical Therapy*, JB Lippincott, Filadelfia, 1989.
69. McArdle, WD, Katch, FI, y Katch, VL: "Exercise Physiology: Energy, Nutrition and Human Performance". Lea & Fehiger, Filadelfia, 1981.
70. Mofftoid, M, y otros: "A study of isokinetic exercise". *Phys Ther* 49:735, 1969.

71. Moffroid, M, y Whipple, R: "Specificity of the speed of exercise". *Phys Ther* 50:1693, 1970.
72. Moffroid, MT, y Kusick, ET: "The power struggle: Definition and evaluation of power of muscular performance". *Phys Ther* 55:1098, 1975.
73. Mortain, T, y Devries, HA: "Neural factors vs. hypertrophy in the time course of muscle strength gain". *Am J Phys Med Rehabil* 58:115, 1979.
74. Muller, EA: "Influence of training and inactivity on muscle strength". *Arch Phys Med Rehabil* 51:449, 1970.
75. Newman, D: "The consequences of eccentric contractions and their relationship to delayed onset muscle pain". *Eur J Appl Physiol* 57:353-359, 1988.
76. Newman, D, Jones, D, Clarkson, P: "Repeated high force eccentric exercise effects on muscle pain and damage". *J Appl Physiol* 63:1381-1386, 1987.
77. Noland, R, y Kuckhoff, F: "Adapted progressive resistance exercise device". *Physical Therapy Review* 34:333, 1954.
78. O'Sullivan, SB: "Strategies to improve motor control and motor learning". En O'Sullivan, SB, y Schmitz, TJ (eds): *Physical Rehabilitation: Assessment and Treatment*, ed 3. FA Davis, Filadelfia, 1994.
79. Osternig, LR, y otros: "Influence of torque and limb speed on power production in isokinetic exercise". *AmJ Phys Med Rehabil* 62:163-171, 1983.
80. Pardy W: "Strength training". En Basmajian, JV, y Nyberg, R (eds): *Rational Manual Therapies*, Williams y Wilkins, Baltimore, 1993.
81. Parry, CBW: "Vicarious motions" (trick movements). En Basmajian, JV (ed): *Therapeutic Exercise*, ed 3. Williams y Wilkins, Baltimore, 1978.
82. Pavone, E, y Moffat, M: "Isometric torque of the quadriceps femoris after concentric, eccentric and isometric exercise training". *Arch Phys Med Rehabil* 66:168-170, 1985.
83. Petersen, SR, y otros: "The effects of concentric resistance training and eccentric peak torque and muscle cross-sectional area". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 13:132-137, 1991.
84. Prentice, WE: "Rehabilitation Techniques in Sports Medicine". Times Mirror/Mosby, St Louis, 1990.
85. Richard, G, y Corner, D: "Back stabilization during knee strengthening exercise". *Phys Ther* 57:1013, 1977.
86. Rose, DL: "Effect of brief maximal exercise on the strength of quadriceps femoris". *Arch Phys Med Rehabil* 38:157, 1957.
87. Rose, SJ, y Rothstein, JM: "Muscle mutability. Part 1. General concepts and adaptations to altered patterns of use". *Phys Ther* 62:1773-1787, 1982.
88. Rothstein, JM: "Muscle biology: Clinical considerations". *Phys Ther* 62:1823, 1982.
89. Ryan, LM, Magidow, PA, y Duncan, PW: "Velocity-specific and mode-specific effects of eccentric isokinetic training of the hamstrings". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 13:33-39, 1991.
90. Sale, DG: "Neural adaptation in strength and power training". En Jones, NL, McCartney, N, y McComass, AJ (eds): *Human Muscle Power*, Human Kinetics, Champaign, IL, 1986.
91. Saliba, VL, Johnson, GS, y Wardlaw, C: "Proprioceptive neuromuscular facilitation". En Basmajian, JV, y Nyberg, R (eds): *Rational Manual Therapies*, Williams y Wilkins, Baltimore, 1993.
92. Sanders, M, y Sanders, B: Mobility: "Active-resistive training". En Gould, J, y Davies, G (eds): *Orthopedic and Sports Physical Therapy*. CV Mosby, St Louis, 1985.
93. Sanders MT: "Weight training and conditioning". En Sanders, B (ed): *Sports Physical Therapy*. Appleton & Lange, Norwalk, CT, 1990.
94. Sapega, AA, y Drillings, G: "The definition and assessment of muscular power". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 5:7, 1983.
95. Sherman, WH, y otros: "Isokinetic strength during rehabilitation following arthrotomy". *Athletic Train* 16:138, 1981.
96. Sinacore, DR, Bander, BL, y Delitto, A: "Recovery from a 1-minute bout of fatiguing exercise: Characteristics, reliability and responsiveness". *Phys Ther* 74:234-241, 1994.
97. Smith, MJ, y Melton, P: "Isokinetic vs. isotonic variable-resistance training". *Am J Sports Med* 9:275, 1981.
98. Steindler, A: *Kinesiology of the Human Body under Normal and Pathological Conditions*. Charles C. Thomas, Springfield, IL, 1964.
99. Stephens, JA, y Taylor: "Fatigue of maintained voluntary muscle contraction in man". *J Physiol* (Lund) 220:1, 1972.
100. Sulivan, PE, Markos, PD, y Minor, MAD: *An Integrated Approach to Therapeutic Exercise*, Reston, Reston, VA, 1982.
101. Talag, TS: "Residual muscular soreness as influenced by concentric eccentric and static contractions". *Research Quarterly* 44:458, 1973.
102. Thomeé, K, y otros: "Slow or fast isokinetic training after knee ligament surgery". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 8:475,1988.
103. Timm, KE: "Investigation of the physiological overflow effect from speed-specific isokinetic activity". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 9:106, 1987.
104. Tippett, SR: "Closed chain exercise". *Orthopedic Physical Therapy Clinics of North America* 1:253-267, 1992.
105. Tomberlin, JP, y otros: "Comparative study of isokinetic eccentric and concentric quadriceps training". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 14:31-36, 1991.

106. Torg, JS, Welsh, RP, y Shephard, RJ: *Current Therapy in Sports Medicine*, Vol. 2. B.C. Decker, Toronto, 1990.
107. Vallbona, C: "Bodily responses to immobilization". En Kottke, FJ, Stillwell, GK, y Lehmann, JF (eds): *Krusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation*. WB Saunders, Filadelfia, 1982.
108. Vogel, JA: "Introduction to the symposium: Physiological responses and adaptations to resistance exercise". *Med Sci Sports Exere* (Suppl) 20:131-134, 1988.
109. Voight, ML: "Stretch strengthening: An introduction to plyometrics". *Orthopedic Physical Therapy Clinics of North America*, 1:243-252, 1992.
110. Voight, ML, y Draovitch, P: "Plyometrics". En Albert, M (ed): *Eccentric Muscle Training in Sports and Orthopedics*, Churchill-Livingstone, Nueva York, 1991.
111. Voss, DE, Ionta, MK, y Myers, BJ: *Proprioceptive Neuromuscular Facility*, ed 3. Harper & Row, Nueva York, 1985.
112. Waltrous, B, Armstrong, R, y Schwane, J: "The role of lactic acid in delayed onset muscular soreness". *Med Sd Sports Exerc* 1:380,1981.
113. Weber, MD, Servedio, F; y Woodall, WR: "The effect of three modalities on delayed onset muscle soreness". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 20:236-242, 1994.
114. Wilk, KE, y otros: "Stretch-shortening drills for the upper extremities: Theory and clinical application". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 17:225-239, 1993.
115. Wilke, DV: "The relationship between force and velocity in human muscle". *J Physiol* 110:249, 1950.
116. Williams, M, y Stutzman, L: "Strength variations through the range of joint motion". *Physical Therapy Review* 39:145, 1959.
117. Zinowieff, AN: Heavy resistance exercise: "The Oxford technique". *British Journal of Physical Medicine* 14:129, 1951.

Capítulo

4

Principios del ejercicio aeróbico

CAROLYN N. BURNETT, MS, PT • TERRI M. GLENN, PHD, PT

Hay numerosas fuentes de información sobre el entrenamiento de fondo para deportistas, personas jóvenes y personas con enfermedad coronaria, aunque se dispone de poca información o se hace poco hincapié en el entrenamiento de fondo y la mejora de la forma física en personas con otros tipos de enfermedades crónicas o discapacidades. Este capítulo emplea información de fuentes conocidas con el fin de demostrar que los fisioterapeutas pueden recurrir al ejercicio aeróbico para trabajar con personas sanas o pacientes con problemas muy variados. Además, se ofrece información fundamental sobre los parámetros cardiovasculares y respiratorios para niños y ancianos, así como adultos jóvenes o de mediana edad, con el fin de que los fisioterapeutas estén preparados para tratar a personas de cualquier edad.

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, el lector podrá:

1. Definir forma física, resistencia física, puesta en forma, adaptación, gasto cardíaco, $\dot{V}O_{2máx}$, diferencia a-$\bar{v}O_2$, umbral de estímulo del entrenamiento, equivalente metabólico (MET), telemetría y eficiencia.

2. Describir la determinación de los niveles de forma física y/o resistencia física en los seres humanos.

3. Exponer los factores que influyen el transporte de oxígeno.

4. Identificar los cambios que se producen con el desentrenamiento (desacondicionamiento) y las implicaciones de estos cambios.

5. Comparar las características de los tres sistemas de energía.

6. Describir la determinación del gasto de energía.

7. Diferenciar la actividad de nivel alto o bajo en términos de coste energético.

8. Diferenciar prueba de esfuerzo y prueba de forma física.

9. Identificar los puntos finales empleados para determinar si se llega al $\dot{V}O_{2máx}$.

10. Enumerar los signos y síntomas que determinan la interrupción de la prueba de esfuerzo o la sesión de ejercicio.

11. Identificar las pautas adecuadas para determinar la intensidad, duración y frecuencia de un programa de ejercicio.

12. Calcular la frecuencia cardíaca máxima de una persona de cierta edad, y determinar la forma más segura de calcular la frecuencia cardíaca objetivo (*target*) de personas con distinta capacidad física, empleando la frecuencia cardíaca máxima o la frecuencia cardíaca de reserva.

13. Exponer el principio de la sobrecarga para el entrenamiento de fondo o preparación física.

14. Diferenciar los programas de ejercicio de nivel alto o bajo (características, actividades y gasto de energía).

15. Identificar algunas consideraciones especiales que deben tenerse en cuenta al establecer un programa de ejercicio.

16. Enumerar los cambios cardiovasculares y bioquímicos que se producen en el entrenamiento de fondo y los mecanismos de su ocurrencia.

17. Comparar los parámetros cardiovasculares y respiratorios y el $\dot{V}O_{2máx}$ en niños, jóvenes, adultos y ancianos.

I. Términos clave

A. Forma física *(fitness)*

Forma o condición física es un término general empleado para describir la capacidad para realizar un trabajo físico. [1,2] La realización de un trabajo físico requiere buen funcionamiento cardiorrespiratorio, fuerza y resistencia musculares, y flexibilidad musculoesquelética (fig. 4.1). Al describir la forma física también se incluye la composición corporal óptima.

1. Para ponerse en forma, las personas deben practicar con regularidad algún tipo de actividad física que utilice los grupos de músculos grandes y ponga a prueba el sistema cardiorrespiratorio. Personas de todas las edades pueden mejorar la forma física participando en actividades como caminar, ciclismo, correr y/o entrenarse con pesas.

2. Los niveles de forma física se describen en un continuo que abarca los puntos malo a superior basándose en el gasto de energía durante una serie de trabajo físico.[3,11] Estos límites a menudo se basan en la medición directa o indirecta del consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}O_{2máx}$).

El Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos ha identificado los objetivos para la promoción de la salud y la prevención de enfermedades para los norteamericanos del próximo siglo.[26] En la publicación Healthy People 2000 se abordaron los siguientes objetivos sobre la capacidad cardiorrespiratoria y musculoesquelética:

Aumentar al menos un 20 por ciento la proporción de personas de 18 años o más y al menos el 75 por ciento de los niños y adolescentes entre 6 y 17 años que practican actividades físicas vigorosas que mejoren, desarrollen y mantengan la capacidad cardiorrespiratoria 3 o más días a la semana en sesiones de 20 o más minutos.

Aumentar al menos un 40 por ciento la proporción de personas de 6 años o más que realizan regularmente actividades físicas que mejoren y mantengan la fuerza muscular, la resistencia y la flexibilidad musculares.

Figura 4.1. Objetivos nacionales para la forma física.

a. En el consumo de oxígeno influye la edad, el sexo, la herencia genética, la inactividad y las enfermedades.

b. Se dispone de varios métodos para calcular el consumo máximo de oxígeno.

(1) Las pruebas en cicloergómetro como el YMCA Cycle Ergometer Test [15] y el Åstrand-Rhyming Test.[4]

(2) Cuando se somete a prueba a muchas personas, suele emplearse el 3-Min Step Test.[15]

(3) Las carreras de fondo se emplean para someter a prueba a personas activas, como la carrera de 1,5 milla (2,5 km) [6] y la carrera de 12 minutos.[16]

(4) Las personas inactivas o mayores pueden someterse a prueba con la Caminata de 1 milla (1,5 km)[16] y con el Rockport Fitness Walking Test.[19]

B. Consumo máximo de oxígeno

El **consumo máximo de oxígeno** ($\dot{V}O_{2máx}$) es una medida de la capacidad del cuerpo para utilizar el oxígeno.[2,12,21-24] Suele medirse cuando se realiza una serie de ejercicio que emplea muchos grupos de grandes músculos como al nadar, caminar y correr. Es la cantidad máxima de oxígeno consumido por minuto cuando se ha alcanzado el esfuerzo máximo. Suele expresarse en relación con el peso corporal, como mililitros de oxígeno por kilogramo de peso corporal por minuto (ml/kg por minuto). Depende del transporte de oxígeno, de la capacidad para fijar el oxígeno de la sangre, de la función cardíaca, la capacidad para extraer oxígeno y del potencial oxidativo de los músculos. El $\dot{V}O_2$ se define matemáticamente con el principio de Fick.

$$\dot{V}O_2 = \textit{gasto cardíaco} \times \textit{diferencia arteriovenosa de } O_2$$

$$= \dot{Q} \times a - \bar{v}\,O_2$$

Gasto cardíaco ($\dot{Q}$) = frecuencia cardíaca × volumen sistólico

Diferencia arteriovenosa de O_2 ($a - \bar{v}O_2$) = oxígeno arterial – oxígeno venoso

C. Resistencia física

La **resistencia física** (una medición de la forma física) es la capacidad para trabajar durante períodos prolongados de tiempo, así como la capacidad para aguantar el cansancio.[21,27,28] Comprende la resistencia muscular y la capacidad cardiovascular. La resistencia muscular comprende la capacidad de un grupo aislado de músculos para realizar repetidas contracciones durante cierto período de tiempo, mientras que la capacidad cardiovascular es la capacidad para realizar un ejercicio dinámico con grandes músculos como caminar, nadar y/o montar en bicicleta durante largos períodos de tiempo.

D. Entrenamiento con ejercicio aeróbico (preparación física)

El **entrenamiento con ejercicio aeróbico** (preparación física) constituye el aumento de la capacidad de energía del músculo mediante un programa de ejercicio.[21,22,28]

1. El entrenamiento depende de que el ejercicio tenga suficiente intensidad, duración y frecuencia.

2. El entrenamiento produce una adaptación cardiovascular y/o muscular que se refleja en la resistencia física de la persona.

3. El entrenamiento para una prueba o deporte concretos depende del *principio de la especificidad*.[27,28] Es decir, la persona mejora en una tarea deportiva empleada para el entrenamiento y tal vez no mejore en otras tareas. Por ejemplo, nadar puede mejorar el rendimiento en pruebas de natación pero tal vez no mejore el rendimiento en una carrera sobre un tapiz rodante.

E. Adaptación

El sistema cardiovascular y los músculos empleados se *adaptarán* al estímulo del entrenamiento mediado cierto tiempo. [21,28] Pueden medirse cambios significativos en un mínimo de 10 a 12 semanas.

1. La **adaptación** provoca un aumento de la eficacia del sistema cardiovascular y los músculos activos. La adaptación supone variados cambios neurológicos, físicos y bioquímicos de los sistemas muscular y cardiovascular. El rendimiento mejora como resultado de estos cambios.

2. La adaptación depende de:

a. La capacidad del organismo para cambiar. Las personas con un nivel bajo de forma física presentarán mayor potencial para mejorar que las personas con un nivel alto de forma física.

b. El umbral de estímulo del entrenamiento (el estímulo que manifiesta una respuesta al entrenamiento).

(1) Los umbrales de estímulo del entrenamiento son variables.

(2) Cuanto mayor sea el nivel inicial de forma física, mayor será la intensidad del ejercicio necesario para conseguir un cambio significativo.

F. Consumo miocárdico de oxígeno

El **consumo miocárdico de oxígeno** ($m\dot{V}O_2$) es una medida del oxígeno consumido por el miocardio.[12,17,24,28]

1. La necesidad o demanda de oxígeno está determinada por la frecuencia cardíaca, la tensión arterial general, la contractilidad miocárdica y la poscarga. La poscarga se determina mediante la tensión de la pared del ventrículo izquierdo y la presión central de la aorta. Es la fuerza ventricular requerida para abrir la válvula aórtica al comienzo de la sístole. La tensión de la pared del ventrículo izquierdo está determinada sobre todo por el tamaño del ventrículo y el espesor de la pared.

2. La capacidad para aportar oxígeno al miocardio depende del contenido de oxígeno de la sangre arterial (sustrato sanguíneo), la disociación de la oxihemoglobina y el riego sanguíneo coronario, que está determinado por la tensión diastólica de la aorta, la duración de la diástole, la resistencia de la arteria coronaria y la circulación colateral.

3. En las personas sanas se mantiene un equilibrio entre el aporte y la demanda de oxígeno del miocardio durante el ejercicio máximo. Cuando la demanda de oxígeno es superior al aporte, se produce isquemia miocárdica.

4. Como el miocardio extrae el 70-75 por ciento del oxígeno de la sangre en reposo, su fuente principal de aporte durante el ejercicio es el aumento del riego sanguíneo coronario.

G. Desentrenamiento (desacondicionamiento)

El **desentrenamiento** se produce con un reposo prolongado en cama, y sus efectos se observan con frecuencia en pacientes que han sufrido una larga enfermedad. La reducción del consumo máximo de oxígeno, el gasto cardíaco (volumen sistólico) y la fuerza muscular se produce con mucha rapidez. Estos efectos también se aprecian, aunque posiblemente en un grado menor, en personas que han pasado un período de tiempo en cama sin ninguna enfermedad y en personas sedentarias debido a su estilo de vida y al envejecimiento (fig. 4.2).

↓ masa muscular

↓ fuerza

↓ función cardiovascular

↓ volumen sanguíneo total

↓ volumen plasmático

↓ volumen cardíaco

↓ tolerancia ortostática

↓ tolerancia al ejercicio

↓ densidad mineral ósea

Figura 4.2. Efectos del desentrenamiento asociados con el reposo en cama. (Datos del American College of Sports Medicine: Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 2.ª ed. Lea & Febiger, Philadelphia, 1993.)

II. Sistemas de energía, gasto de energía y eficiencia

A. Sistemas de energía

Los sistemas de energía son sistemas metabólicos que comprenden una serie de reacciones bioquímicas que provocan la formación de adenosintrifosfato (ATP), dióxido de carbono y agua.[21-23] Las células emplean la energía producida por la conversión del ATP en adenosindifosfato (ADP) y fosfato (P) para realizar actividades metabólicas. Los miocitos emplean esta energía para la formación de puentes cruzados de actina y miosina cuando se contraen. Son tres los principales sistemas de energía. La intensidad y duración de la actividad determinan cuándo y en qué grado contribuye cada sistema metabólico.

1. El sistema de ATP-CP o del fosfágeno

El sistema de ATP-CP (adenosintrifosfato-fosfocreatina) presenta las siguientes características:

a. La fosfocreatina y el ATP se almacenan en los miocitos.

b. La fosfocreatina es la fuente química de energía.

c. No se requiere oxígeno.

d. Cuando el músculo está en reposo, se recupera el aporte de ATP-CP.

e. La capacidad máxima del sistema es pequeña (0,7 mol de ATP).

f. La potencia máxima del sistema es grande (3,7 mol de ATP/min).

g. El sistema aporta energía para series cortas y rápidas de actividad.

h. Es la fuente principal de energía durante los primeros 30 segundos de ejercicio intenso.

2. El sistema anaeróbico glucolítico

El sistema anaeróbico glucolítico presenta las siguientes características:

a. La fuente energética es el glucógeno (glucosa).

b. No se requiere oxígeno.

c. El ATP se resintetiza en los miocitos.

d. Se produce ácido láctico.

e. La capacidad máxima del sistema es intermedia (1,2 mol de ATP).

f. La potencia máxima del sistema es intermedia (1,6 mol de ATP/min).

g. Los sistemas aportan energía para actividades de intensidad moderada y corta duración.

h. Es la fuente principal de energía desde el segundo 30 a 90 del ejercicio.

3. El sistema aeróbico

El sistema aeróbico presenta las siguientes características:

a. El glucógeno, las grasas y proteínas son las fuentes energéticas.

b. Se requiere oxígeno.

c. El ATP se resintetiza en las mitocondrias de los miocitos. La capacidad para metabolizar oxígeno y otros substratos está relacionada con el número y concentración de mitocondrias y miocitos.

d. La capacidad máxima del sistema es grande (90,0 mol de ATP).

e. La potencia máxima del sistema es pequeña (1,0 mol de ATP/min).

f. El sistema predomina sobre los otros sistemas de energía después del segundo minuto de ejercicio.

4. Reclutamiento de unidades motoras

El reclutamiento de unidades motoras depende de la tasa de trabajo. Las fibras se reclutan selectivamente durante el ejercicio.[21,28]

a. Las fibras de contracción lenta (tipo I) se caracterizan

por una respuesta contráctil lenta, y son ricas en mioglobina y mitocondrias, tienen mucha capacidad oxidativa y poca capacidad anaeróbica, y se reclutan para actividades que requieren resistencia física. Estas fibras están inervadas por pequeñas neuronas con un umbral bajo de activación y se emplean preferentemente para el ejercicio de poca intensidad.

b. Las fibras de contracción rápida (tipo IIb) se caracterizan por una respuesta contráctil rápida, tienen un contenido escaso de mioglobina y pocas mitocondrias, tiene mucha capacidad glucolítica, y se reclutan para actividades que requieren potencia.

c. Las fibras de contracción rápida (tipo IIa) presentan características de las fibras tipo I y tipo IIb y se reclutan para actividades aeróbicas y anaeróbicas.

B. Implicaciones funcionales[5]

1. Las series de actividad intensa (segundos) desarrollan la fuerza de los músculos y fortalecen tendones y ligamentos. El ATP lo aporta el sistema del fosfágeno.

2. Una actividad intensa (1 a 2 minutos) repetida cada 4 minutos de descanso o ejercicio suave proporciona potencia anaeróbica. El ATP procede de los sistemas del fosfágeno y el anaeróbico glucolítico.

3. La actividad con los grandes músculos, de intensidad inferior a la máxima durante 3 a 5 minutos y repetida después de un descanso o un ejercicio suave de duración parecida, tal vez desarrolle la potencia aeróbica y la resistencia física. El ATP procede de los sistemas del fosfágeno, anaeróbico glucolítico y aeróbico.

4. Las actividades de intensidad submáxima que duran 30 minutos o más activan un elevado porcentaje del sistema aeróbico y desarrollan la resistencia física.

C. Gasto de energía

La energía se gasta cuando las personas realizan actividades físicas. Las actividades se categorizan como ligeras o pesadas según el coste energético. La mayoría de las actividades de la vida diaria son actividades ligeras y aeróbicas por que requieren poca potencia y se producen durante períodos prolongados.[21,22] El trabajo pesado suele requerir energía aportada por los sistemas aeróbico y anaeróbicos.

1. El gasto de energía puede determinarse con facilidad mediante telemetría o espirometría de circuito abierto.

a. La *espirometría de circuito abierto* requiere que el individuo respire dentro y fuera de una boquilla con una válvula.[21]

(1) El aire espirado pasa directamente por un analizador de gases que mide el volumen y analiza la composición de oxígeno y dióxido de carbono de la muestra espirada. Esto se produce automáticamente en cada espiración.

(2) El gasto de energía se computa por la cantidad de oxígeno consumido.

b. La *telemetría* o radiotransmisión fisiológica permite al individuo moverse con libertad. La frecuencia cardíaca se transmite a una unidad de registro gráfico y se obtiene un trazado electrocardiográfico en papel de registro.

(1) La frecuencia cardíaca se relaciona linealmente con el trabajo realizado.

(2) Por tanto, la frecuencia cardíaca se relaciona linealmente con la cantidad de oxígeno consumido por minuto.

2. Se calcula la energía gastada mediante la cantidad de oxígeno consumido.

Las unidades empleadas para cuantificar el gasto de energía son las kilocalorías y MET (fig. 4.3).

a. La *kilocaloría* es una medida que expresa el valor energético de la comida. Es la cantidad de calor necesaria para elevar 1 °C la temperatura de un 1 kilogramo (kg) de agua. La kilocaloría (kcal) puede expresarse en equivalentes de oxígeno. Cinco calorías equivalen aproximadamente a un litro de oxígeno consumido (5 kcal = 1 litro de O_2).

b. El MET se define como el oxígeno consumido (mililitros) por kilogramo de peso corporal por minuto (ml/kg). Equivale aproximadamente a 3,5 ml/kg por minuto.[2]

c. Las actividades se clasifican como ligeras o pesadas según la energía consumida o el oxígeno consumido mientras se realizan.[20]

(1) Un trabajo ligero para el hombre (65 kg) requiere 2 a 4,9 kcal/min o 6,1 a 15,2 ml de O_2/kg por minuto, o 1,6 a 3,9 MET. Pasear a 1,6 km/h se considera un trabajo ligero.

(2) Un trabajo pesado para el hombre (65 kg) requiere 7,5 a 9,9 kcal/min, o 23 a 30,6 ml de O_2/kg por minuto, o 6 a 7,9 MET. Correr al trote a 8 km/h se considera un trabajo pesado.

Una persona normal que realice las tareas normales de un día gasta 1.800 a 3.000 kcal por día. Los deportistas que practican un entrenamiento intenso pueden consumir más de 10.000 kcal diarias.

Figura 4.3. Gasto diario de energía. (Datos de Wilmore, JH y Costill, DL: *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Paidotribo, Barcelona, 2004.)

(3) Correr al trote a 8 km/h requiere 25 a 28 ml de O_2/kg por minuto y se considera un trabajo pesado. La energía consumida equivale a 8 a 10 kcal/min o 7 a 8 MET.

3. El gasto de energía necesario para la mayoría de las labores industriales requiere menos de tres veces el gasto de energía en reposo.[21]

4. El gasto de energía de ciertas actividades físicas puede variar dependiendo de factores como la destreza, el ritmo y el nivel de forma física.[21]

D. Eficiencia

La eficiencia suele expresarse en forma de porcentaje:[21]

$$\textit{Porcentaje de eficiencia} = \frac{\textit{producción de trabajo útil}}{\textit{energía consumida o producción de trabajo}} \times 100$$

1. La producción de trabajo equivale a fuerza por distancia ($W = F \times D$). Puede expresarse en unidades de potencia o trabajo por unidad de tiempo ($P = w/t$).

a. Sobre un tapiz rodante, el trabajo equivale al peso de la persona por la distancia vertical que se eleva subiendo por el tapiz rodante en pendiente.

b. Sobre un cicloergómetro, el trabajo equivale a la distancia (la circunferencia del volante por el número de revoluciones) por la resistencia de la bicicleta.

2. La producción de trabajo equivale al gasto de energía y se expresa como el consumo neto de oxígeno por unidad de tiempo.

a. Con el ejercicio aeróbico, al volumen de oxígeno en reposo empleado por unidad de tiempo (valor del $\dot{V}O_2$) se le resta el oxígeno consumido durante 1 minuto del período de estado de equilibrio.

(1) El estado de equilibrio se alcanza 3 a 4 minutos después de iniciar el ejercicio.

(2) Durante el período de equilibrio, el $\dot{V}O_2$ permanece como un valor constante.

3. Cuanto mayor sea el coste neto de oxígeno, menor es la eficiencia para realizar la actividad.

4. La eficiencia de las actividades de los grandes músculos suele ser el 20 al 25 por ciento.

III. Respuesta fisiológica al ejercicio aeróbico

El rápido aumento de los requisitos energéticos durante el ejercicio exige unos ajustes circulatorios igualmente rápidos para cubrir el aumento de la necesidad de oxígeno y nutrientes con el fin de eliminar los productos finales del metabolismo como el dióxido de carbono y el ácido láctico, y para disipar el exceso de calor. El desvío del metabolismo corporal se produce mediante una actividad coordinada de todos los sistemas del cuerpo: neuromuscular, respiratorio, cardiovascular, metabólico y hormonal (fig. 4.4). El transporte de oxígeno y su utilización por las mitocondrias de los músculos que se contraen depende del riego sanguíneo adecuado junto con la respiración celular.[21-25]

A. Respuesta cardiovascular al ejercicio[12,17,24,25]

1. La respuesta al ejercicio.

La estimulación de las pequeñas fibras mielínicas y amielínicas de los músculos esqueléticos comprenden una respuesta del sistema nervioso simpático (SNS). Las vías centrales no se conocen.

a. La respuesta del SNS comprende la vasoconstricción periférica generalizada y el aumento de la contractilidad del miocardio, el aumento de la frecuencia cardíaca e hipertensión. Esto provoca un aumento acusado y la redistribución del gasto cardíaco.

b. El grado de respuesta equivale a la masa muscular implicada y la intensidad del ejercicio.

2. Efectos cardíacos.

a. La frecuencia de la despolarización del nódulo sinusal aumenta y también lo hace la frecuencia cardíaca; hay un descenso de los estímulos vagales y un aumento de la estimulación del SNS.

b. Hay un aumento del desarrollo de la fuerza de las miofibras; una respuesta inotrópica directa del SNS aumenta la contractilidad del miocardio.

3. Efectos periféricos.

a. Se produce la vasoconstricción generalizada que permite la derivación de la sangre de los músculos inactivos, de los riñones, el hígado, el bazo y el área esplácnica a los músculos activos.

La temperatura ambiente, la humedad y la altitud afectan a las respuestas fisiológicas al ejercicio intenso. Las fluctuaciones diurnas y los cambios asociados con el ciclo menstrual de la mujer afectan también a estas respuestas. Por tanto, los investigadores controlan estos factores todo lo posible cuando evalúan la respuesta al ejercicio.

Figura 4.4. Factores que afectan a la respuesta al ejercicio agudo.

b. Los metabolitos Mg^{2+}, Ca^{2+}, ADP y P_{CO_2}.[21] producen una reducción mediada localmente de la resistencia del lecho vascular arterial de los músculos activos.

c. Las venas de los músculos activos e inactivos mantienen la constricción.

d. Se produce una reducción *neta* de la resistencia periférica total.

4. El gasto cardíaco aumenta debido a:

a. Aumento de la contractilidad del miocardio.

b. Aumento de la frecuencia cardíaca.

c. Aumento del riego sanguíneo a través de los músculos activos.

d. Aumento de la constricción de los vasos de capacitancia sobre el lado venoso de la circulación en los músculos activos e inactivos, lo cual eleva la presión venosa periférica.

e. Reducción neta de la resistencia periférica total.

5. El aumento de la tensión arterial sistólica es el resultado del aumento del gasto cardíaco.

B. Respuesta respiratoria al ejercicio[21-23]

1. Los cambios respiratorios se producen con rapidez con un aumento del intercambio de gases durante la primera o segunda inspiración. Durante el ejercicio se produce una reducción de la saturación de O_2 de la sangre venosa, un aumento del P_{CO_2} y el H+, un aumento de la temperatura corporal, un aumento de la adrenalina y un aumento de la estimulación de los receptores de las articulaciones y músculos; cualquier de estos factores, solo o en combinación, puede estimular el sistema respiratorio. Los reflejos barorreceptores, los reflejos protectores, el dolor, la emoción y el control voluntario de la respiración también contribuyen a aumentar la respiración.

2. La ventilación minuto aumenta a medida que lo hacen la frecuencia respiratoria y el volumen corriente.

3. La ventilación alveolar, que se produce con la difusión de gases por la membrana alveolocapilar, aumenta 10 a 20 veces con un ejercicio pesado para aportar el oxígeno adicional necesario y expulsar el exceso de dióxido de carbono producido.

C. Respuestas que aportan oxígeno adicional a los músculos

1. El aumento del riego sanguíneo en los músculos activos, del que hemos hablado antes, aporta más oxígeno.

2. También hay más extracción de oxígeno por cada litro de sangre. Se producen varios cambios que lo permiten.

a. Se produce un descenso de la P_{O_2} del tejido local debido al empleo de más oxígeno por los músculos activos. A medida que decrece la presión parcial de oxígeno, se facilita la cesión de oxígeno de la hemoglobina.

b. La producción de más dióxido de carbono hace que el tejido se vuelva más acidótico (aumenta la concentración de iones hidrógeno) y aumente la temperatura del tejido. Ambas situaciones aumentan la cantidad de oxígeno liberado por la hemoglobina a cualquier presión parcial dada.

c. El aumento del 2-3 difosfoglicerato (DPG) eritrocitario producido por la glucólisis durante el ejercicio también contribuye a mejorar la liberación de oxígeno.

3. Los factores que determinan cuánto oxígeno se consume son:

a. Vascularidad de los músculos.

b. Distribución de las fibras.

c. Número de mitocondrias.

d. Enzimas mitocondriales oxidativas presentes en las fibras.

La capacidad oxidativa del músculo se refleja en la diferencia arteriovenosa de oxígeno, que es la diferencia entre el contenido de oxígeno de la sangre arterial y la venosa.

IV. Pruebas como base para los programas de ejercicio

Las pruebas de la forma física de personas sanas deben distinguirse de las pruebas de esfuerzo graduadas de pacientes convalecientes, personas con síntomas de cardiopatía coronaria, o personas de 35 años o más asintomáticas.[1,2] Con independencia del tipo de prueba, el nivel de rendimiento se basa en el consumo máximo o submáximo de oxígeno ($\dot{V}O_{2máx}$) o el consumo de oxígeno limitado por los síntomas. La capacidad de las personas para transportar y utilizar el oxígeno se refleja en el consumo de oxígeno. Remitimos a los lectores a los libros del American College of Sports Medicine: *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 4.ª ed (Lea & Febiger, Philadelphia, 1991) y *Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 2.ª ed (Lea & Febiger, Philadelphia, 1993) para obtener información adicional.

A. Prueba de la forma física en personas sanas

1. Las pruebas de campo para la determinación de la capacidad cardiovascular son el tiempo invertido en correr

1,5 millas o la distancia recorrida en 12 minutos. Estas pruebas mantienen una buena correlación con el $\dot{V}O_{2máx}$, si bien su empleo se limita a personas jóvenes o de mediana edad que se han sometido a un examen de detección sanitaria y han practicado el pedestrismo o el atletismo durante cierto tiempo.[2]

2. Las pruebas multiestadios proporcionan una medición directa del $\dot{V}O_{2máx}$.[1,2] La prueba suele completarse con cuatro a seis estadios en tapiz rodante, con un aumento progresivo de la velocidad y/o el grado de inclinación. Cada estadio dura de 3 a 6 minutos. Se realiza monitorización electrocardiográfica (ECG) durante la prueba. El consumo máximo de oxígeno se determina cuando la utilización de oxígeno describe una meseta a pesar del aumento de la carga de trabajo.

B. Prueba de esfuerzo para convalecientes y personas con riesgo

Las personas que se someten a la prueba de esfuerzo deben pasar por una exploración física, ser monitorizadas con ECG y estar bajo observación en reposo, durante la prueba y durante la recuperación (fig. 4.5).

1. Los *principios de la prueba de esfuerzo* son:[1,2,12,21,24]

a. Cambiar la carga de trabajo aumentando la velocidad y/o el grado de inclinación del tapiz rodante o la resistencia en el cicloergómetro.

b. Una carga de trabajo inicial baja respecto al umbral aeróbico anticipado de la persona.

c. Mantenimiento de cada una de las cargas de trabajo de 2 a 6 minutos.

d. Finalización de la prueba a la aparición de síntomas o una anomalía definible en el ECG.

e. Cuando se disponga, medición del consumo máximo de oxígeno de la persona.

2. Además de servir como base para determinar los niveles de ejercicio o para la prescripción de ejercicio, la prueba de esfuerzo:[2]

a. Ayuda a establecer un diagnóstico de una cardiopatía latente o manifiesta.

b. Evalúa la capacidad funcional cardiovascular como medio para elegir las personas aptas para programas de ejercicio o trabajo vigoroso.

c. Determina la capacidad de trabajo físico en kilogramos-metros por minuto (kg-m/min) o la capacidad funcional en MET.

d. Evalúa las respuestas al ejercicio y/o los programas preventivos.

e. Ayuda a seleccionar y evaluar los modos apropiados de tratamiento de las cardiopatías.

Figura 4.5. Colocación de los electrodos para el electrocardiograma de esfuerzo de 12 derivaciones empleado para determinar la frecuencia y el ritmo cardíacos durante la prueba de esfuerzo.

f. Aumenta la motivación individual para participar y cumplir los programas de ejercicio.

g. Se emplea clínicamente para evaluar pacientes con síntomas torácicas o antecedentes de dolor torácico con el fin de establecer la probabilidad de que estos pacientes tengan enfermedad coronaria. También puede evaluar la capacidad funcional de pacientes con enfermedades crónicas.

3. Todas las personas que se someten a una prueba de esfuerzo deben:

a. Haber pasado por una exploración física.

b. Ser monitorizados con ECG y estar bajo observación en reposo, durante el ejercicio y durante la recuperación.

c. Firmar un formulario para el consentimiento informado.

4. Las *precauciones* que hay que adoptar son aplicables a las pruebas de esfuerzo y a los programas de ejercicio.[2]

a. Monitorizar el pulso para evaluar aumentos anormales de la frecuencia cardíaca.

b. La tensión arterial aumenta con el ejercicio aproximadamente 7 a 10 milímetros (mm) de mercurio (Hg) por MET de actividad física.

(1) La tensión arterial sistólica no debe exceder 220 a 240 mmHg.

(2) La tensión arterial diastólica no debe exceder 120 mmHg.

c. El ritmo y la profundidad de la respiración aumentan con el ejercicio.

(1) La respiración no debe ser fatigosa.

(2) La persona no debe tener percepción disneica.

d. El aumento del riego sanguíneo durante el ejercicio, que regula la temperatura central y cubre las demandas de los músculos activos, provoca cambios en la piel de las mejillas, nariz y lóbulos de las orejas. Éstos se tornan rosados, húmedos y calientes al tacto.

5. Los signos y síntomas para interrumpir la prueba son:[2]

a. Angina de pecho progresiva (dolor precordial).

b. Un descenso significativo de la tensión arterial sistólica como respuesta a la carga creciente de trabajo.

c. Aturdimiento, confusión, palidez, cianosis, náuseas o circulación periférica insuficiente.

d. Respuestas ECG anormales que incluyen depresión del segmento ST superior a 4 mm.

e. Aumento excesivo de la tensión arterial.

f. El paciente quiere parar.

C. Prueba de multiestadios

Cada cuatro a seis estadios son aproximadamente de 3 a 6 minutos. Las diferencias en los protocolos comprenden el número de estadios, la magnitud del ejercicio (intensidad), el equipamiento empleado (cicloergómetro, tapiz rodante), la duración de los estadios, los puntos de conclusión, la posición del cuerpo, los grupos de músculos ejercitados y los tipos de esfuerzo (fig. 4-6).

El señor Smith es un varón sedentario de 55 años con antecedentes de dolor torácico durante el esfuerzo. Se ha sometido a una prueba de esfuerzo para evaluar la angina de pecho. No toma ningún medicamento en este momento. Ha sido fumador durante 20 años.

Electrocardiograma (ECG) en reposo: normal
Frecuencia cardíaca en reposo: 75 latidos/min
Frecuencia cardíaca máxima predicha por la edad: 165 latidos/min
Tensión arterial en reposo: 128/86
Frecuencia respiratoria en reposo: 20 inspiraciones/min
Tapiz rodante: protocolo de Bruce

Estadio	Frecuencia cardíaca	Tensión arterial	Comentarios
1	80		
	84		
	85	138/88	Ningún síntoma
2	88		
	90		
	92	142/90	Ningún síntoma
3	98		
	100		
	102	156/91	Cansancio en las piernas
4	114		
	116		
	122	161/90	Dolor torácico mínimo
5	133		
	135		
	137	174/89	Dolor torácico grave; interrumpió la prueba

Conclusión: La prueba de esfuerzo se terminó por los síntomas de dolor torácico intenso acompañado de un descenso de 4 mm del segmento ST en el ECG. La frecuencia cardíaca máxima limitada por los síntomas se determinó en 137 latidos/min. El consumo máximo de oxígeno determinado fue 32 ml/kg/min.

Figura 4.6. Ejemplo de caso de una prueba de esfuerzo.

Se han desarrollado protocolos para la prueba de multiestadios. El protocolo en tapiz rodante más popular es el protocolo de Bruce. [9] La velocidad y grado de inclinación del tapiz rodante cambian cada 3 minutos. La velocidad aumenta de 2,7 km/h a 8 km/h mientras que el grado de inclinación inicial del 10 por ciento aumenta hasta el 18 por ciento durante los cinco estadios.

V. Determinantes de un programa de ejercicio

De la misma forma que la prueba de la forma física debe ser distinta de la prueba de esfuerzo para pacientes o personas de alto riesgo, los programas de entrenamiento para personas sanas se diferencian de la prescripción de ejercicio para personas con enfermedades cardiopulmonares.

Para que un entrenamiento de fondo sea eficiente para cualquier población debe producir la adaptación o respuesta del sistema cardiovascular. La elicitación de la respuesta cardiovascular depende de tres elementos críticos del ejercicio: la *intensidad*, la *duración* y la *frecuencia*.[21,22,24,28]

A. Intensidad[2,21,24]

La determinación de la intensidad apropiada del ejercicio se basa en el principio de la sobrecarga y el principio de la especificidad.

1. El *principio de la sobrecarga*

La sobrecarga es una tensión a que se somete el organismo superior a la que soporta normalmente durante la vida diaria. Para mejorar la resistencia muscular y cardiovascular, debe aplicarse una sobrecarga sobre estos sistemas. La carga de ejercicio (sobrecarga) debe superar el umbral de estímulo del entrenamiento (ese estímulo que provoca una respuesta al entrenamiento) para que se produzca la adaptación.

2. Una vez que se haya producido la adaptación a una carga dada, para que haya nuevas mejoras se debe aumentar la intensidad del entrenamiento (la carga de ejercicio).

3. Los umbrales de estímulo del entrenamiento son variables, dependiendo del nivel de salud de la persona, su nivel de actividad, la edad y el sexo.

4. Cuanto mayor sea el nivel inicial de forma física, mayor será la intensidad del ejercicio necesario para manifestar cambios.

5. La respuesta al ejercicio se produce por lo general con una frecuencia cardíaca máxima del 70 al 85 por ciento (el 60 al 80 por ciento del $\dot{V}O_{2máx}$).[2,8,12]

a. El setenta por ciento de la frecuencia cardíaca máxima es un nivel mínimo de estímulo para provocar una respuesta en personas jóvenes sanas.

b. Suele ser necesario un 85-95 por ciento de la frecuencia cardíaca máxima para conseguir una respuesta en deportistas.

6. Determinar la frecuencia cardíaca máxima y la frecuencia cardíaca de esfuerzo para programas de entrenamiento proporciona las bases de la intensidad inicial del ejercicio.[1,2,21,28]

a. Cuando la persona es joven y sana, la *frecuencia cardíaca máxima* puede determinarse directamente a partir de la prueba multiestadios de rendimiento máximo, extrapolada de la frecuencia cardíaca obtenida en una prueba submáxima predeterminada, o calculada con menos precisión como 220 menos la edad.

b. La *frecuencia cardíaca de esfuerzo* se determina:

(1) Como un porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima. El porcentaje empleado depende del nivel de forma física de la persona.

(2) Empleando la frecuencia cardíaca de reserva (fórmula de Karnoven).[2]

(a) Se basa en la frecuencia cardíaca de reserva (FCR), que es la diferencia entre la frecuencia cardíaca en reposo (FC_{reposo}) y la frecuencia cardíaca máxima ($FC_{máx}$).

(b) La frecuencia cardíaca de esfuerzo se determina como un porcentaje (por lo general el 60-70 por ciento) de la frecuencia cardíaca de reserva más la frecuencia cardíaca en reposo:

$$\textit{Frecuencia cardíaca de esfuerzo} = FC_{reposo} + 60\%\text{-}70\% \ (FC_{máx} - FC_{reposo})$$

(c) Empleando la fórmula de Karnoven, la frecuencia cardíaca de esfuerzo es mayor que cuando se usa sólo la frecuencia cardíaca máxima.

7. La frecuencia cardíaca máxima y la frecuencia cardíaca de esfuerzo empleadas para la prescripción de ejercicio para personas con riesgo de enfermedad coronaria, personas con arteriopatía coronaria u otra enfermedad crónica y personas ancianas son determinadas idealmente a partir del rendimiento en la prueba de esfuerzo.[2,5,27]

a. La frecuencia cardíaca máxima no puede determinarse de la misma forma que en personas jóvenes y sanas.

(1) Asumiendo que una persona tenga una la frecuencia cardíaca máxima media, si empleamos la fórmula 220 menos la edad, se producirán errores sustanciales al prescribir la intensidad del esfuerzo para estas personas.[20]

(2) La frecuencia cardíaca máxima, que puede estar limitada por los síntomas, se considera máxima. En ningún momento la frecuencia cardíaca de esfuerzo debe superar la frecuencia cardíaca limitada por los síntomas y obtenida en una prueba de esfuerzo.

(3) Las personas con enfermedad cardiopulmonar pueden iniciar programas de ejercicio, según el diagnóstico, una cifra tan baja como el 40-60 por ciento de la frecuencia cardíaca máxima.[8,17]

8. Ejercitarse a gran intensidad durante un período corto de tiempo parece que produce una mayor mejora del $\dot{V}O_{2máx}$ que ejercitarse a intensidad moderada durante un período de tiempo más largo. No obstante, a medida que el ejercicio se acerca al límite máximo, se produce un aumento del riesgo relativo de complicaciones cardiovasculares y el riesgo de lesión musculoesquelética.

9. Cuanto mayor sea la intensidad y más largos sean los intervalos de ejercicio, más rápido será el efecto del entrenamiento.[12]

10. El consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}O_{2máx}$) es la mejor medida de la intensidad. La capacidad aeróbica y la frecuencia cardíaca están relacionadas linealmente y, por tanto, la frecuencia cardíaca máxima es una función de la intensidad.

11. El *principio de la especificidad* relacionado con la especificidad del entrenamiento comprende las adaptaciones de los sistemas metabólico y fisiológico dependiendo de la demanda impuesta. No se produce superposición cuando se entrena en actividades de fuerza-potencia y se entrena en actividades de fondo.[5,24,28] La sobrecarga y los períodos de descanso y trabajo se seleccionan para que haya resultados del entrenamiento en:

a. La fuerza muscular sin un aumento significativo del consumo total de oxígeno.

b. El entrenamiento aeróbico o de fondo sin el entrenamiento de los sistemas anaeróbicos.

c. El entrenamiento anaeróbico sin entrenamiento de los sistemas aeróbicos.

12. Incluso cuando se evalúan las actividades aeróbicas o de fondo, parece haber poca superposición. Cuando se entrena para pruebas de natación, las personas no parecen mostrar mejoras del $\dot{V}O_{2máx}$ cuando corren.[21]

B. Duración[1,2,21,27]

1. La duración óptima del ejercicio para la preparación física cardiovascular depende del trabajo total, de la intensidad y frecuencia del ejercicio, y del nivel de forma física.

2. Por lo general, cuanto mayor sea la intensidad del ejercicio, más corta será la duración necesaria para la adaptación. Cuanto menor sea la intensidad del ejercicio, mayor será la duración necesaria.

3. Una sesión de 20 a 30 minutos suele ser óptima con un 70 por ciento de la frecuencia cardíaca máxima. Cuando la intensidad es inferior al umbral de la frecuencia cardíaca, un período continuado de 45 minutos puede aportar la sobrecarga adecuada. Con un ejercicio de gran intensidad, basta con períodos de ejercicio de 10 a 15 minutos. Tres períodos diarios de 5 minutos son eficaces para algunos pacientes en baja forma.

4. Cuando el ejercicio dura más de 45 minutos, aumenta el riesgo de complicaciones musculoesqueléticas.

C. Frecuencia [21,22,27]

1. Al igual que en el caso de la duración, no hay información clara sobre la frecuencia más eficaz para que se produzca la adaptación al ejercicio. La frecuencia puede tener menos importancia en el entrenamiento que la intensidad o la duración.

2. La frecuencia varía, dependiendo de la salud y edad de las personas, La frecuencia óptima de entrenamiento es por lo general tres a cuatro veces por semana. Si el entrenamiento es de baja intensidad, tal vez sea beneficiosa una mayor frecuencia. Una frecuencia de dos veces a la semana por lo general no produce cambios cardiovasculares, aunque las personas mayores y los pacientes convalecientes pueden beneficarse de un programa de esa frecuencia.[27]

3. A medida que la frecuencia supera los límites óptimos, aumenta el riesgo de complicaciones musculoesqueléticas.

4. En las personas con buena salud general, el ejercitarse de 30 a 45 minutos al menos tres veces por semana (2.000 kcal/semana) parece protegerlas de la enfermedad coronaria.

D. Modo [2,21-23]

1. Muchos tipos de actividades aportan el estímulo necesario para mejorar la condición cardiorrespiratoria. El factor importante es que el ejercicio abarque los grupos de grandes músculos que se activan de forma aeróbica y rítmica. No obstante, la magnitud de los cambios puede determinarse por el modo empleado.

2. En las actividades aeróbicas específicas como el ciclismo y el atletismo, la sobrecarga debe actuar sobre los músculos requeridos para la actividad, además de someter a tensión el sistema cardiorrespiratorio (principio de la especificidad). Si se necesita resistencia física de las extremidades superiores para realizar actividades

en el trabajo, entonces los músculos de las extremidades superiores serán el objetivo del programa de ejercicio. Los músculos entrenados desarrollan mayor capacidad oxidativa con un aumento del riego sanguíneo a la zona. El aumento del riego sanguíneo se debe al aumento de la microcirculación y a una distribución más eficaz del gasto cardíaco.

3. Los beneficios del entrenamiento se optimizan cuando los programas se planifican para cubrir las necesidades y capacidades de los participantes. Deben tenerse en cuenta la destreza, las variaciones entre personas en competitividad y agresividad, y la variación en las condiciones medioambientales.

E. Principio de la reversibilidad[21,24]

Los efectos beneficiosos del entrenamiento son transitorios y reversibles.

1. El desentrenamiento se produce con rapidez cuando una persona deja de hacer ejercicio. Pasadas sólo 2 semanas de desentrenamiento, se puede medir la reducción de la capacidad de trabajo y las mejoras se pierden en unos meses. Además, se produce un fenómeno parecido en el caso de personas confinadas en cama con enfermedades o discapacidades. Estas personas pierden totalmente la forma, con pérdida de la capacidad para realizar las actividades diarias normales como resultado de la inactividad.

2. La frecuencia o duración de la actividad física requerida para mantener cierto nivel de forma física aeróbica con menores que para mejorarlo.

VI. El programa de ejercicio

Un programa de ejercicio cuidadosamente planificado puede conseguir niveles más altos de forma física para personas sanas, enlentecer la reducción de la capacidad funcional de los ancianos y hacer que recuperen la forma quienes han estado enfermos o tienen una enfermedad crónica. Hay tres componentes del programa de ejercicio: (1) un período de calentamiento, (2) un período de ejercicio aeróbico y (3) un período de recuperación activa.

A. El período de calentamiento

Fisiológicamente, se produce un desfase horario entre el comienzo de la actividad y los ajustes corporales necesarios para cubrir los requisitos físicos del cuerpo.[1,2,13,21,27]

1. El propósito del período de calentamiento es mejorar los numerosos ajustes que deben producirse antes de la actividad física. Durante este período hay:

a. Un aumento de la temperatura de los músculos; la temperatura más alta aumenta la eficacia de las contracciones musculares al reducir la viscosidad muscular y aumentar la frecuencia de la conducción nerviosa.

b. Un aumento de la necesidad de oxígeno para cubrir las demandas de energía de los músculos. La extracción de la hemoglobina es mayor cuando la temperatura de los músculos es mayor, lo que facilita los procesos oxidativos en el trabajo.

c. Dilatación de los capilares previamente contraídos con aumentos de la circulación, lo que incrementa la liberación de oxígeno a los músculos activos y reduce al mínimo el déficit de oxígeno y la formación de ácido láctico.

d. Adaptación de la sensibilidad del centro respiratorio neural a los distintos estimulantes del ejercicio.

e. Un aumento del retorno venoso; se produce cuando el riego sanguíneo se desvía del centro a la periferia.

2. El calentamiento también previene o reduce:

a. La susceptibilidad del sistema musculoesquelético a las lesiones al aumentar la flexibilidad.

b. La producción de cambios ECG isquémicos y arritmias.

3. El calentamiento debe ser gradual y suficiente como para aumentar la temperatura central y de los músculos sin causar cansancio ni reducir las reservas de energía. Las características del período son:

a. Un período de 10 minutos de ejercicios de movimiento total del cuerpo como gimnasia sueca, estiramientos estáticos y correr despacio.

b. La consecución de una frecuencia cardíaca a 20 latidos por minuto de la frecuencia cardíaca asignada.

B. El período de ejercicio aeróbico

El período de ejercicio aeróbico es la parte que consigue la puesta en forma del programa de ejercicio. La atención a los determinantes antes expuestos de la intensidad, la frecuencia, la duración y el modo del programa tendrá un impacto sobre la eficacia del programa. La principal consideración al elegir un método específico de entrenamiento es que la *intensidad* sea lo suficiente como para estimular un aumento del volumen sistólico y el gasto cardíaco, y para mejorar la circulación local y el metabolismo aeróbico de los grupos de músculos adecuados. El período de ejercicio debe estar dentro de los límites de tolerancia, por encima del nivel umbral para que se produzca la adaptación y por debajo del nivel de ejercicio que evoque síntomas clínicos.[2,3,5,18,21,27]

En el ejercicio aeróbico, se hace hincapié en el ejercicio dinámico, repetitivo, rítmico y submáximo de los grupos de grandes músculos.

Hay cuatro métodos de entrenamiento que ponen a prueba el sistema aeróbico: el entrenamiento continuo, el entrenamiento con intervalos, el circuito de entrenamiento y el circuito de entrenamiento con intervalos.

1. Entrenamiento continuo[5,13,21]

a. Se impone una exigencia submáxima de energía que se mantiene durante el período de entrenamiento.

b. Una vez que se logra el estado de equilibrio, el músculo obtiene la energía mediante el metabolismo aeróbico. La tensión se impone especialmente sobre las fibras de contracción lenta.

c. La actividad puede prolongarse durante 20 a 60 minutos sin agotar el sistema de transporte de oxígeno.

d. El índice de trabajo aumenta progresivamente a medida que se consiguen las mejoras por el entrenamiento; la sobrecarga se consigue al aumentar la duración del ejercicio.

e. En personas sanas, el entrenamiento continuo es la forma más eficaz para mejorar la resistencia física.

2. Entrenamiento con intervalos[5,21,27]

En este tipo de entrenamiento, al trabajo o ejercicio le sigue un intervalo de desahogo o de descanso prescrito adecuadamente. El entrenamiento con intervalos se considera menos exigente que el entrenamiento continuo. En personas sanas, el entrenamiento con intervalos tiende a mejorar más la fuerza y la potencia que la resistencia física.

a. El intervalo de descanso es un período de recuperación pasiva o de disminución del trabajo (recuperación activa), y su duración va de unos pocos segundos a varios minutos. La recuperación activa comprende seguir el ejercicio pero a un nivel reducido respecto al período de trabajo. Durante el período de descanso, el sistema aeróbico recupera una porción de las reservas musculares de ATP y el oxígeno asociado con la mioglobina que sufrieron depleción durante el período de trabajo. Se produce un aumento del $\dot{V}O_{2máx}$.

b. Cuanto mayor sea el intervalo de trabajo, más se someterá a tensión el sistema aeróbico. Con un intervalo corto de trabajo, la duración del intervalo de descanso es crítica si hay que someter a tensión el sistema aeróbico (una relación [ratio] trabajo-recuperación de 1:1 a 1:5). Un intervalo de descanso equivalente a una vez y media el intervalo de trabajo permite al intervalo de ejercicio iniciarse antes de que la recuperación sea completa y somete a tensión el sistema aeróbico. Con un intervalo de trabajo más largo, la duración del descanso no es tan importante.[21]

c. Puede conseguirse una cantidad significativa de trabajo de alta intensidad con un trabajo con intervalos o intermitente si se deja tiempo suficiente a los intervalos de descanso y trabajo. La cantidad total de trabajo que puede completarse con trabajo intermitente es mayor que la cantidad de trabajo que puede completarse con un entrenamiento ininterrumpido.

3. Entrenamiento en circuito[10,21]

El entrenamiento en circuito emplea una serie de actividades. Al final de la última actividad, la persona empieza desde el principio y de nuevo evoluciona por una serie. La serie de actividades se repite varias veces.

a. Pueden usarse varios modos de ejercicio que implican grupos de músculos grandes y pequeños, y una mezcla de esfuerzo dinámico y estático.

b. Se emplea el entrenamiento en circuito para mejorar la fuerza y la resistencia física subrayando los sistemas aeróbico y anaeróbico.

4. Entrenamiento en circuito con intervalos[21,22]

a. Combinar el entrenamiento en circuito con intervalos es eficaz por la interacción de la producción aeróbica y anaeróbica de ATP.

b. Además de someter a tensión los sistemas aeróbico y anaeróbico mediante las distintas actividades, con el intervalo de descanso se difiere la necesidad de glucólisis y la producción del ácido láctico antes de la disponibilidad de oxígeno que aporta el ATP.

C. El período de recuperación activa[3,27]

Se necesita un período de recuperación después del período de ejercicio.

1. El propósito del período de recuperación activa es:

a. Impedir la acumulación de sangre en las extremidades mediante el uso continuo de los músculos para mantener el retorno venoso.

b. Prevenir los desvanecimientos al aumentar el retorno de la sangre al corazón y el encéfalo a medida que decrece el gasto cardíaco y el retorno venoso.

c. Mejorar el período de recuperación con la oxidación de los desechos metabólicos y la sustitución de las reservas de energía.

d. Prevenir la isquemia miocárdica, las arritmias y otras complicaciones cardiovasculares.

2. Las características del período de recuperación activa son parecidas a las del período de calentamiento.

a. Son apropiados los ejercicios para todo el cuerpo como la gimnasia sueca.

b. El período debería durar de 5 a 8 minutos.

VII. Cambios fisiológicos que se producen con el entrenamiento

Los cambios de los sistemas cardiovascular y respiratorio, así como los cambios del metabolismo muscular, se producen después del entrenamiento de fondo. Estos cambios se reflejan en reposo y durante el ejercicio. Es importante reparar en que no todos los efectos del entrenamiento proceden del programa de entrenamiento.[21]

A. Cambios cardiovasculares

1. Cambios en reposo[5,21-23]

a. Reducción del pulso en reposo en algunas personas por:

(1) Reducción de los impulsos simpáticos, con niveles cada vez menores de noradrenalina y adrenalina.

(2) Reducción del ritmo auricular secundario a los cambios bioquímicos de los músculos y los niveles de acetilcolina, noradrenalina y adrenalina en las aurículas.

(3) Aumento del tono parasimpático (vago) secundario a la reducción del tono simpático.

b. Reducción de la tensión arterial en algunas personas:

(1) Esto se produce con un aumento de la resistencia vascular periférica.

(2) La reducción mayor se observa en la tensión arterial sistólica.

(3) Esto es más evidente en las personas hipertensas.

c. Aumento del volumen sanguíneo y la hemoglobina, lo cual facilita la capacidad de liberación de oxígeno del sistema.

2. Cambios con el ejercicio

a. Reducción del pulso por los mecanismos enumerados en A.1.a.

b. Un aumento del volumen sistólico por:

(1) Un aumento de la contractilidad del miocardio.

(2) Un aumento del volumen ventricular.

c. Un aumento del gasto cardíaco.

(1) El aumento del gasto cardíaco es resultado del aumento del volumen sistólico.

(2) El aumento del gasto cardíaco se produce con un ejercicio máximo, pero no con un ejercicio submáximo.

(3) La magnitud del cambio está relacionada directamente con el aumento del volumen sistólico y la magnitud de la frecuencia cardíaca reducida.

d. Un aumento de la extracción de oxígeno por los músculos activos debido a los cambios enzimáticos y bioquímicos en los músculos.

e. Un aumento del consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}O_{2máx}$).

(1) Un $\dot{V}O_{2máx}$ mayor aumenta la capacidad de trabajo.

(2) El aumento del gasto cardíaco aumenta la liberación de oxígeno a los músculos activos.

(3) El aumento de la capacidad de los músculos para extraer oxígeno de la sangre incrementa la utilización del oxígeno disponible.

f. Reducción del riego sanguíneo por kilogramo de músculo activo.

(1) Esto se produce a pesar de que cantidades cada vez mayores de sangre se desvían a los músculos activos.

(2) El aumento de la extracción de oxígeno de la sangre compensa este cambio.

g. Una reducción del oxígeno miocárdico (frecuencia del pulso por tensión arterial sistólica) para una intensidad dada de ejercicio.

(1) Ésta se debe a una reducción del pulso, con o sin una reducción modesta de la tensión arterial.

(2) El producto puede disminuir de modo significativo en personas adultas sin pérdida de eficacia con una carga específica de trabajo.

B. Cambios respiratorios

Estos cambios se observan en reposo y con el ejercicio después del entrenamiento de fondo.[21-23]

1. Cambios en reposo

a. Un volumen pulmonar mayor por la mejora de la función pulmonar, sin cambios en el volumen corriente.

b. Mayor capacidad de difusión por:

(1) Un mayor volumen pulmonar.

(2) Una mayor área superficial alveolocapilar.

2. Cambios con el ejercicio

a. Mayor capacidad de difusión por las mismas razones que las enumeradas en 1.b. No cambia la capacidad máxima de ventilación.

b. Una cantidad menor de aire ventilado con el mismo consumo de oxígeno. No cambia la capacidad de máxima difusión .

c. Un aumento de la ventilación minuto máxima.

d. Un aumento de la eficacia ventilatoria.

C. Cambios metabólicos

Estos cambios se observan en reposo y con el ejercicio después de un entrenamiento de fondo.

1. Cambios en reposo

a. Hipertrofia muscular y aumento de la densidad capilar.

b. Un incremento del número y tamaño de las mitocondrias que aumentan la capacidad para generar ATP aeróbicamente.

c. Aumento de la concentración de mioglobina en los músculos.

(1) La mioglobina aumenta el índice de transporte de oxígeno.

(2) La mioglobina posiblemente aumenta el índice de difusión de oxígeno a las mitocondrias.

2. Cambios con el ejercicio

a. Un índice menor de depleción del glucógeno muscular con niveles submáximos de trabajo.

(1) Esto se debe a:

(a) Un aumento de la capacidad para movilizar y oxidar la grasa.

(b) Aumento de la movilización de la grasa y la metabolización de enzimas.

(2) Otro término para describir este fenómeno es el ahorro de glucógeno.

b. Niveles menores de lactato en la sangre con trabajo submáximo.

(1) El mecanismo no está claro.

(2) No parece estar relacionado con un descenso de la hipoxia de los músculos.

c. Menor dependencia en la fosfocreatina (CP) y el ATP en los músculos esqueléticos.

d. Aumento de la capacidad para oxidar hidratos de carbono por:

(1) Un aumento del potencial oxidativo de las mitocondrias.

(2) Un aumento del almacenamiento de glucógeno en los músculos.

NOTA: Una mala salud puede influir en las adaptaciones metabólicas al ejercicio.

D. Otros cambios en los sistemas

Cambios que se producen en otros sistemas con el entrenamiento:

1. Reducción de la grasa corporal.

2. Reducción de los niveles de colesterol y triglicéridos de la sangre.

3. Aumento de la aclimatación al calor.

4. Aumento de la resistencia a la flexión de huesos, ligamentos y tendones.

VIII. Aplicación de los principios de un programa de preparación física aeróbica para pacientes con enfermedad coronaria

El empleo de los principios de la preparación física aeróbica en la fisioterapia ha sido dominante en la planificación de programas para personas que han sufrido un infarto agudo de miocardio (IAM) o después de una operación de derivación aortocoronaria.[1,2,8,17]

En los últimos años se han producido grandes cambios en el tratamiento médico de estos pacientes. Estos cambios comprenden el acortamiento de las estancias hospitalarias, una progresión más agresiva de la actividad para pacientes después de un IAM o cirugía cardíaca y un inicio más temprano de un programa de ejercicio basado en una prueba de esfuerzo de nivel bajo antes del alta hospitalaria. El programa de preparación física aeróbica, junto con la modificación de los factores de riesgo, es la parte dominante de la rehabilitación cardíaca.

A. Fase hospitalaria (fase I)[1,2,8,17]

Esta fase del programa tiene su desarrollo en el hospital después de la estabilización del estado cardiovascular

del paciente tras un IAM o una operación de derivación aortocoronaria. Como la duración de la asistencia hospitalaria se ha reducido en los últimos años, este período tal vez se limite a 3-5 días. Cuando las estancias hospitalarias son mayores, esta fase suele durar 7-14 días y se denomina fase I del programa de rehabilitación cardíaca.

1. El propósito de la parte inicial de la rehabilitación cardíaca es:

a. Iniciar la formación sobre los factores de riesgo y emprender la futura modificación de algunos comportamientos como los hábitos alimentarios y el tabaquismo.

b. Iniciar actividades de autoasistencia y pasar de la posición sedente a la bipedestación con el fin de reducir al mínimo la pérdida de la forma física (1 a 3 días después del evento).

c. Ofrecer un reto ortostático al sistema cardiovascular (3 a 5 días después del evento). Éste suele consistir en deambulación supervisada. La deambulación suele realizarse con monitorización electrocardiográfica, así como tomando manualmente la frecuencia cardíaca, la frecuencia ventilatoria y la tensión arterial.

d. Preparar a pacientes y familias para la rehabilitación y la vida en casa después de un evento cardíaco.

B. Fase posthospitalaria (fase II)[1,2,8,17]

Este programa se inicia con el alta hospitalaria o, dependiendo de la gravedad del diagnóstico, 6 a 8 semanas más tarde. Este retraso deja tiempo para que el miocardio se cure y para vigilar la respuesta del paciente al nuevo régimen médico. Los participantes se monitorizan con telemetría con el fin de determinar las respuestas del ritmo y la frecuencia cardíacos, se registra la tensión arterial en reposo y durante el ejercicio, y se anotan las respuestas ventilatorias. Estos programas suelen durar de 8 a 12 semanas (fig. 4.7).

1. El objetivo del programa es:

a. Aumentar la capacidad de ejercicio de las personas de modo seguro y progresivo para que se produzcan cambios musculares y cardiovasculares de adaptación. La parte primera del programa se denomina a veces entrenamiento con ejercicio de "nivel bajo".

b. Mejorar las funciones cardíacas y reducir el coste cardíaco del trabajo. Esto tal vez ayude a eliminar o diferir síntomas como la angina de pecho y los cambios del segmento ST en pacientes con enfermedad coronaria.

c. Producir cambios metabólicos favorables.

d. Determinar el efecto de los medicamentos sobre niveles cada vez mayores de actividad.

e. Aliviar la ansiedad y la depresión.

f. Hacer que el paciente progrese hasta un programa de ejercicio independiente.

2. Se realiza una prueba limitada por los síntomas 6 a 12 semanas después del alta hospitalaria o 2 a 4 semanas después del alta.

3. El programa de ejercicio es sobre todo aeróbico. Por lo general, en los pacientes con capacidades funcionales superiores a 5 MET la prescripción de ejercicio se basa en los resultados de la prueba de esfuerzo limitada por los síntomas.

a. El nivel inicial de la actividad o la intensidad del entrenamiento pueden ser de hasta el 40-60 por ciento de la frecuencia cardíaca máxima o el 40-70 por ciento de la capacidad funcional definida en MET. La intensidad inicial está dictada por la gravedad del diagnóstico respecto a la edad de la persona y el nivel de forma física previo. La intensidad aumenta a medida que la persona responde al programa de entrenamiento.

b. La duración de la sesión de ejercicio puede estar limitada a 10-15 minutos al principio, pasando a 30-60 minutos cuando el estado del paciente mejore. Cada sesión suele incluir períodos de 8 a 10 minutos de calentamiento y recuperación activa.

Se transfiere al señor Smith y se le somete a una nueva evaluación para determinar la causa del dolor torácico. Se le diagnostica enfermedad coronaria de un vaso. Se transfiere a un programa de rehabilitación cardíaca.

Medicación: Nitroglicerina según se requiera para aliviar la angina de pecho.

El señor Smith acudirá a la rehabilitación cardíaca 3 veces/semana durante 8 a 12 semanas para mejorar su nivel de forma física y acudirá a clases para dejar de fumar. Tendrá un encuentro con un médico nutricionista para hablar del plan de comidas con el fin de reducir la ingesta de grasas y colesterol.

Prescripción de ejercicio: El señor Smith hará ejercicio con una intensidad inferior a su umbral anginoso. Esta intensidad se establecerá inicialmente en el 60-65 por ciento de su frecuencia cardíaca máxima o el 50 por ciento de su $\dot{V}O_{2máx}$. Hará ejercicio 3 veces por semana durante 20 a 40 minutos, según su nivel de tolerancia.

Figura 4.7. Ejemplo de transferencia de un paciente a un programa de rehabilitación cardíaca.

c. Los participantes suelen acudir a las sesiones tres veces por semana.

d. El modo de ejercicio suele ser ininterrumpido; se emplean los grupos de grandes músculos como al pedalear en una bicicleta estática o al caminar. Estas actividades permiten el control electrocardiográfico con telemetría.

e. El ejercicio en circuito con intervalos es un método corriente empleado con pacientes en la fase II. El paciente puede ejercitarse en cada modalidad con una carga de trabajo definida, en comparación con el ejercicio ininterrumpido en cicloergómetro o tapiz rodante. Como resultado, el paciente puede:

(1) Realizar más trabajo físico.

(2) Ejercitarse con mayor intensidad. La capacidad aeróbica puede mejorar en un período corto de tiempo.

(3) Mantener al mínimo los niveles de ácido láctico y déficit de oxígeno.

(4) Ejercitarse con un índice menor de esfuerzo percibido.

f. Puede iniciarse un entrenamiento de bajo nivel con pesas durante el programa posthospitalario siempre y cuando el paciente se haya sometido a una prueba de esfuerzo limitada por los síntomas. Los ejercicios resistidos no deben generar síntomas isquémicos asociados con un aumento de la frecuencia cardíaca y la tensión arterial sistólica. Por tanto, hay que monitorizar periódicamente la frecuencia cardíaca y la tensión arterial durante la sesión de ejercicio. El peso inicial puede calcularse empleando el 40 por ciento de un esfuerzo de 1 RM.

g. La progresión en la sobrecarga se produce cuando ha habido tres sesiones consecutivas (sesiones en días alternos) en las que el pico de la frecuencia cardíaca se ha situado por debajo de la frecuencia cardíaca objetivo.

C. Programa posthospitalario (fase III)[1,2,8,17]

Esta fase de la rehabilitación cardíaca comprende un programa supervisado de preparación física que a menudo se continúa en un hospital o centro de la comunidad. La frecuencia y el ritmo cardíacos ya no se monitorizan con telemetría. Se recuerda a los participantes que se tomen el pulso, mientras un supervisor está disponible para controlar la tensión arterial.

1. El propósito del programa es seguir mejorando o manteniendo el nivel de forma física conseguido durante la fase II del programa.

2. Las *actividades recreativas* mantienen los niveles conseguidos durante la fase II:

a. Natación, que incorpora el empleo de brazos y piernas. Sin embargo, hay una reducción de la conciencia de los síntomas isquémicos cuando se nada, sobre todo cuando el nivel de destreza es bajo.

b. Excursiones al aire libre, un ejercicio excelente sobre terreno llano.

3. Actividades de 8 MET como:

a. Pedestrismo a unos 8 kilómetros por hora.

b. Ciclismo a unos 19 km por hora.

c. Esquí alpino vigoroso.

D. Consideraciones especiales

Hay consideraciones especiales relacionadas con los tipos de ejercicio y las necesidades del paciente que tienen que identificarse cuando se elaboren programas de preparación física para pacientes con enfermedad coronaria.[1,2,5,27]

1. Los ejercicios de brazos manifiestan distintas respuestas que los ejercicios de piernas.

a. La eficacia mecánica, que se basa en la relación entre la producción de trabajo externo y el gasto calórico, es menor que en los ejercicios de piernas.

b. El consumo de oxígeno con una carga de trabajo dada es significativamente mayor en los ejercicios de brazos que en los de piernas.

c. La eficacia miocárdica es menor en los ejercicios de piernas que en los de brazos.

d. El consumo miocárdico de oxígeno (la frecuencia cardíaca por la tensión arterial sistólica) es mayor en los ejercicios de brazos que en los de piernas.

2. Los pacientes coronarios completan un 35 por ciento menos de trabajo en los ejercicios de brazos que en los de piernas antes de que aparezcan los síntomas.

E. Cambios adaptativos

Los cambios adaptativos después del entrenamiento de personas con cardiopatía son:[17,24,27]

1. Aumento de la capacidad de trabajo aeróbico del miocardio.

2. Aumento de la capacidad funcional o aeróbica máxima sobre todo por la ampliación de la diferencia arteriovenosa de oxígeno ($a\text{-}\bar{v}O_2$).

3. Aumento del volumen sistólico después de un entrenamiento de gran intensidad durante 6 a 12 meses dentro del programa de entrenamiento.

4. Reducción de la demanda miocárdica de oxígeno.

5. Aumento del aporte miocárdico al reducirse la frecuencia cardíaca y la prolongación de la diástole.

6. Aumento de la tolerancia a una carga dada de trabajo físico antes de que aparezca la angina de pecho.

7. Una frecuencia cardíaca significativamente menor con cada carga submáxima de trabajo y, por tanto, una mayor frecuencia cardíaca de reserva. Cuando se emplean músculos no implicados directamente en la actividad, la reducción de la frecuencia cardíaca no será tan grande.

8. Mejora de la orientación psicológica y, con el tiempo, un impacto sobre las puntuaciones de depresión, histeria, hipocondría y psicastenia en el Cuestionario Multifásico de la Personalidad de Minnesota.

NOTA: Se prevendrán y/o reducirán las complicaciones cardiovasculares si el programa incluye una selección adecuada de los pacientes, una evaluación continua de los pacientes, supervisión médica del ejercicio durante el período de entrenamiento, una comunicación habitual con el médico, instrucciones específicas a los pacientes sobre los síntomas negativos, límite de pacientes por clase a 30 o menos y el mantenimiento de registros precisos sobre el cumplimiento del programa.[27]

IX. Aplicaciones clínicas generales del entrenamiento aeróbico

A. Enfermedad crónica y forma física baja

Las personas con baja forma física, incluidas las que tienen una enfermedad crónica y los ancianos, pueden presentar limitaciones importantes en las reservas pulmonar y cardiovascular que reduzcan mucho las actividades diarias.[24]

1. Es importante recordar las implicaciones de los cambios debidos a la baja forma física causada por la inactividad o por afecciones o enfermedad crónica.[1,27]

a. Hay una reducción de la capacidad de trabajo, que se debe a:

(1) Una reducción del consumo máximo de oxígeno y menor capacidad para usar el oxígeno y realizar un trabajo.

(2) Una reducción del gasto cardíaco. El gasto cardíaco es un factor limitador muy importante.

b. Se produce una reducción del volumen sanguíneo en circulación que puede ser de hasta 700 a 800 ml. En algunas personas esto provoca taquicardia junto con hipotensión ortostática, mareos y desmayos cuando se intentan poner en pie.

c. Se produce una reducción del plasma y los eritrocitos, lo cual aumenta la posibilidad de eventos tromboembólicos potencialmente mortales y la prolongación del periodo de convalecencia.

d. Se reduce la masa corporal magra, lo cual provoca:

(1) Una reducción del tamaño de los músculos.

(2) Reducción de la fuerza muscular y la capacidad para realizar actividades que requieran la acción de los grupos de grandes músculos. Por ejemplo, el paciente puede tener problemas para caminar con muletas o subir escaleras.

e. Se produce un aumento de la excreción de calcio por la orina, lo cual:

(1) Es producto de una reducción del estímulo en carga crítico para mantener la integridad ósea.

(2) Provoca una pérdida ósea u osteoporosis.

(3) Aumenta la posibilidad de fracturas al caerse debido a la osteoporosis.

2. Mediante un programa de ejercicio, se pueden invertir las funciones metabólicas, neuromusculares y cardiovasculares negativas. Esto determina:[1,27]

a. Una reducción de la frecuencia cardíaca en reposo, la frecuencia cardíaca con una carga dada de ejercicio, y la excreción de calcio por la orina.

b. Un aumento del volumen sistólico en reposo, el volumen sistólico durante el ejercicio, el gasto cardíaco durante el ejercicio, el volumen cardíaco total, el volumen pulmonar (volumen ventilatorio), la capacidad vital, el consumo máximo de oxígeno, el volumen de sangre circulante, el volumen de plasma y eritrocitos, y la masa corporal magra.

c. Inversión del equilibrio negativo de nitrógeno y proteínas.

d. Un aumento de los niveles de enzimas mitocondriales y las reservas de energía.

e. Una utilización menor de los sistemas anaeróbicos durante la actividad.

B. Discapacidad, limitaciones funcionales y pérdida de la forma física

Las personas con una discapacidad física o una limitación funcional no deben ser excluidas de los programas de puesta en forma porque éstos mejorarán su nivel de forma física. Esto incluye a las personas en silla de ruedas o con problemas deambulatorios, como quienes tienen paraplejía, hemiplejía o amputación de algún miembro, así como a las personas con problemas del sistema locomotor como artrodesis.[7]

1. Deben introducirse adaptaciones en las pruebas de personas con discapacidades físicas que empleen un tapiz rodante en silla de ruedas o con mayor frecuencia un ergómetro de brazos.

2. Los protocolos de ejercicio deben hacer hincapié en las extremidades superiores y en la manipulación de la silla de ruedas.

3. Es importante recordar que el gasto de energía aumenta cuando se altera la marcha y que el uso de la silla de ruedas es menos eficaz que caminar sin impedimento alguno.

C. Problemas, objetivos y plan de asistencia médica

Los objetivos de un programa de ejercicio aeróbico dependen del nivel inicial de forma física de la persona y de sus necesidades clínicas específicas. Los objetivos generales son reducir los efectos de la baja forma física causados por la enfermedad y la afección crónica, y mejorar la capacidad muscular y cardiovascular del paciente.

1. Problemas clínicos seleccionados

a. Aumento de la susceptibilidad a eventos tromboembólicos, neumonía, atelectasia, y la posibilidad de fracturas.

b. Taquicardia, mareo e hipotensión ortostática cuando se pasa de la posición sedente a la ortostática.

c. Reducción de la fuerza muscular general, con dificultad y respiración entrecortada al subir escaleras.

d. Una reducción de la capacidad de trabajo que limita las distancias que se caminan y las actividades toleradas.

e. Aumento de las respuestas de la frecuencia cardíaca y la tensión arterial (producto frecuencia-tensión) a las distintas actividades.

f. Una reducción del producto máximo frecuencia-tensión tolerado con angina de pecho y otros síntomas isquémicos con niveles bajos de ejercicio.

2. Objetivos mensurables a corto plazo

a. Prevención de los eventos tromboembólicos, neumonía, atelectasia y fracturas.

b. Reducción de la magnitud de la respuesta de la hipotensión ortostática.

c. Capacidad para subir escaleras con seguridad sin respiración entrecortada.

d. Tolerancia a caminar distancias mayores y completar actividades sin fatiga ni síntomas.

e. Reducción de la frecuencia cardíaca y la tensión arterial (producto frecuencia-tensión) con un nivel dado de actividad.

f. Un aumento del producto máximo frecuencia-tensión sin síntomas isquémicos.

3. Objetivos mensurables a largo plazo

a. Mejora de la respuesta metabólica, cardiovascular y pulmonar a los distintos niveles de ejercicio.

b. Mejora de la capacidad para completar actividades seleccionadas con respuestas adecuadas de la frecuencia cardíaca y la tensión arterial al ejercicio.

4. Plan de asistencia médica (a convalecientes)

a. Determinar la respuesta de la frecuencia cardíaca al ejercicio que puede alcanzarse con seguridad, basada en el número de latidos por encima de la frecuencia cardíaca en reposo.

b. Iniciar un programa de actividades para el paciente que no provoque una respuesta cardiovascular por encima de la frecuencia cardíaca de esfuerzo (p. ej., calistenia, caminar).

c. Dar instrucciones claras a los pacientes sobre cualquier actividad que practiquen solos.

d. Iniciar un programa educativo que aporte información sobre los síntomas del esfuerzo y precauciones para el ejercicio, monitorización de la frecuencia cardíaca y modificación, cuando esté indicada, de los factores de riesgo.

5. Plan de asistencia médica (con énfasis en la adaptación)

a. Determinar la frecuencia cardíaca máxima o la frecuencia cardíaca limitada por los síntomas mediante una prueba multiestadios con monitorización ECG.

b. Decidir el umbral de estímulo (porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima o limitada por los síntomas) que provocará una respuesta a la puesta en forma en la persona sometida a prueba y que se empleará como frecuencia cardíaca de esfuerzo.

c. Determinar la intensidad, duración y frecuencia del ejercicio que permitirá conseguir la frecuencia cardíaca de esfuerzo y una respuesta a la puesta en forma.

d. Determinar el modo de ejercicio empleado basándose en las capacidades físicas y el interés de la persona.

e. Iniciar un programa de ejercicio con el paciente y darle instrucciones claras por escrito sobre los detalles del programa.

f. Formar al paciente sobre:

(1) Los síntomas del esfuerzo y la necesidad de cesar o modificar el ejercicio cuando aparezcan estos síntomas, y comunicar al fisioterapeuta y/o médico estos problemas.

(2) Monitorizar la frecuencia cardíaca en reposo y durante y después del ejercicio.

(3) La importancia de hacer ejercicio dentro de las pautas marcadas por el fisioterapeuta.

(4) La importancia de un seguimiento a largo plazo del programa de ejercicio para que los progresos se hagan dentro de unos límites seguros.

(5) La importancia de modificar los factores de riesgo relacionados con problemas cardíacos.

X. Diferencias por la edad

Las diferencias en la capacidad de resistencia y trabajo físico entre niños, jóvenes adultos, adultos de mediana edad y ancianos son evidentes. Se han hecho algunas comparaciones entre el consumo máximo de oxígeno y los factores que influyen en él, y entre la tensión arterial, la frecuencia respiratoria, la capacidad vital y la ventilación voluntaria máxima en distintas categorías por la edad.

A. Niños[5,12,14,28]

Entre los 5 y 15 años de edad hay un incremento triple del peso corporal, el volumen pulmonar, el volumen cardíaco y el consumo máximo de oxígeno.

1. Frecuencia cardíaca

a. La frecuencia cardíaca en reposo está en promedio por encima de 125 (126 en las chicas, 135 en los chicos) durante la infancia.

b. La frecuencia cardíaca en reposo baja a los niveles de adulto durante la pubertad.

c. La frecuencia cardíaca máxima está relacionada con la edad (220 menos la edad).

2. Volumen sistólico

a. El volumen sistólico está muy relacionado con el tamaño.

b. Entre los niños 5 y 16 años de edad el volumen sistólico es de 30 a 40 ml.

3. Gasto cardíaco

a. El gasto cardíaco está relacionado con el tamaño.

b. El gasto cardíaco aumenta cuando se incrementa el volumen sistólico.

c. El aumento del gasto cardíaco para un aumento dado del consumo de oxígeno es una constante de por vida. Es la misma en niños que en adultos.

4. Diferencia arteriovenosa de oxígeno

a. Los niños toleran una diferencia a-$\bar{v}O_2$ mayor que los adultos.

b. La diferencia a-$\bar{v}O_2$ mayor se manifiesta cuanto menor sea el volumen sistólico.

5. Consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}O_{2máx}$)

a. El $\dot{V}O_{2máx}$ aumenta con la edad hasta los 20 años (expresado en litros por minuto).

b. Antes de la pubertad, las chicas y los chicos no tienen diferencias significativas en su capacidad aeróbica máxima.

c. El gasto cardíaco de los niños es el mismo que en los adultos para cualquier consumo de oxígeno dado.

d. Los tiempos de resistencia física aumentan con la edad hasta los 17 a 18 años.

6. Tensión arterial

a. La tensión arterial sistólica aumenta de 40 mmHg al nacer a 80 mmHg al cumplir 1 mes de vida hasta 100 mmHg varios años antes de la pubertad. Los niveles de los adultos se aprecian ya en la pubertad.

b. La tensión diastólica aumenta de 55 a 70 mmHg de los 4 a los 14 años, con pocos cambios durante la adolescencia.

7. Respiración

a. La frecuencia respiratoria disminuye de 30 inspiraciones por minuto durante la infancia a 16 respiraciones por minuto a los 17-18 años de edad.

b. La capacidad vital y la ventilación voluntaria máxima mantienen una correlación con la altura, aunque el mayor incremento en los chicos que en las chicas en la pubertad puede deberse a un aumento del tejido pulmonar.

8. Masa y fuerza musculares

a. La masa muscular aumenta durante la adolescencia, sobre todo por la hipertrofia de las fibras musculares y el desarrollo de sarcómeras. Las sarcómeras se suman en la unión musculotendinosa para compensar el aumento requerido de longitud.

b. Las chicas desarrollan un pico de masa muscular entre los 16 y los 20 años, mientras que los chicos lo hacen entre los 18 y los 25 años.

c. El aumento de la fuerza se asocia con el aumento de la masa muscular junto con la maduración natural.

9. Capacidad anaeróbica

a. Los niños suelen mostrar una capacidad anaeróbica limitada. Esto puede deberse a que la fosfofructocinasa, una enzima controladora de la vía glucolítica se halla en cantidades limitadas.

b. Los niños producen menos ácido láctico cuando trabajan anaeróbicamente. Esto puede deberse a una capacidad glucolítica limitada.

B. Adultos jóvenes[21,22,28]

Hay más datos sobre los parámetros fisiológicos de la forma física de los jóvenes y los adultos de edad mediana que de los niños y ancianos.

1. Frecuencia cardíaca

a. La frecuencia cardíaca en reposo llega a 60-65 latidos por minuto a los 17-18 años de edad (75 latidos por minuto en un varón joven sedentario y en posición sedente).

b. La frecuencia cardíaca máxima está relacionada con la edad (190 latidos por minuto en el mismo joven sedentario).

2. Volumen sistólico

a. Los valores de los adultos en lo referente al volumen sistólico son 60 a 80 ml (75 ml en un varón joven sedentario y en posición sedente).

b. Con un ejercicio máximo, el volumen sistólico es 100 ml en el mismo joven sedentario.

3. Gasto cardíaco de un joven sedentario en reposo

a. El gasto cardíaco en reposo es 75 latidos por minuto por 75 ml, o 5,6 litros por minuto.

b. Con un ejercicio máximo, el gasto cardíaco es 190 latidos por minuto por 100 ml, o 19 litros por minuto.

4. Diferencia arteriovenosa de oxígeno (diferencia a-$\bar{v}_{02}$)

a. Del 25 al 30 por ciento del oxígeno se extrae de la sangre a su paso por los músculos y otros tejidos en reposo.

b. En un joven varón normal y sedentario aumenta tres veces (5,2 a 15,8 ml/100 ml de sangre) durante el ejercicio.

5. Consumo máximo de oxígeno

a. La diferencia del $\dot{V}O_{2máx}$ entre hombres y mujeres es mayor en los adultos.

b. Las diferencias del $\dot{V}O_{2máx}$ entre sexos son mínimas cuando el $\dot{V}O_{2máx}$ se expresa en relación con el peso corporal magro.

c. En un varón joven sedentario el consumo máximo de oxígeno equivale a 3.000 ml/min (el consumo de oxígeno en reposo equivale a 300 ml/min).

6. Tensión arterial

a. La tensión arterial sistólica es 120 mmHg (promedio). En un esfuerzo pico de ejercicio, los valores oscilan entre un mínimo de 190 mmHg y un máximo de 240 mmHg.

b. La tensión arterial diastólica es 80 mmHg (promedio). La tensión diastólica no cambia de forma acusada durante el ejercicio.

7. Respiración

a. La frecuencia respiratoria es de 12 a 15 inspiraciones por minuto.

b. La capacidad vital es 4.800 ml en un hombre de 20 a 30 años de edad.

c. La ventilación voluntaria máxima varía considerablemente de un laboratorio a otro y depende de la edad y del área de la superficie corporal.

8. Masa y fuerza musculares

a. La masa muscular aumenta con el entrenamiento como resultado de la hipertrofia. Esta hipertrofia puede ser producto de un aumento del número de miofibrillas, un aumento de la actina y la miosina, el sarcoplasma y/o el tejido conjuntivo.

b. Hay pruebas limitadas que sugieren que el número de fibras musculares puede aumentar, lo cual se denomina hiperplasia.

c. A medida que madura el sistema nervioso, el aumento del reclutamiento de unidades motoras o el descenso de la inhibición autógena de los órganos tendinosos de Golgi parecen indicar también ganancias de fuerza.

9. Capacidad anaeróbica

a. El entrenamiento anaeróbico aumenta la actividad de varias enzimas que controlan la vía glucolítica y mejora las cantidades almacenadas de ATP y fosfocreatina.

b. El entrenamiento anaeróbico aumenta la capacidad de los músculos para compensar los iones hidrógeno liberados cuando se produce ácido láctico. El aumento de la compensación permite a los músculos trabajar anaeróbicamente durante períodos mayores de tiempo.

C. Adultos mayores[21,22,28]

Con el creciente interés por los mayores, están apareciendo datos en la literatura sobre este grupo de edad y su respuesta al ejercicio.

1. Frecuencia cardíaca

a. En la frecuencia cardíaca en reposo no influye la edad.

b. En la frecuencia cardíaca máxima influye la edad y decrece con la edad (en términos muy generales, 220 menos la edad). El promedio de la frecuencia cardíaca máxima en los hombres de 20 a 29 años de edad es 190 latidos por minuto; en los hombres de 60 a 69 años es 164 latidos por minuto.

c. El aumento de la frecuencia cardíaca como respuesta al ejercicio dinámico máximo y estático (prensión manual) decrece en los ancianos.

2. Volumen sistólico

El volumen sistólico decrece en los ancianos y provoca una reducción del gasto cardíaco.

3. Gasto cardíaco

El gasto cardíaco disminuye una media de 7 a 3,4 litros por minuto de los 19 años a los 86 años.

4. Diferencia a-$\bar{v}O_2$

La diferencia arteriovenosa de oxígeno disminuye como resultado de la disminución de la masa corporal magra y de una menor capacidad de transporte de oxígeno,

5. Consumo máximo de oxígeno

a. Según la clasificación de la condición cardiorrespiratoria, [3] si los hombres de 60 a 69 años con un nivel medio de forma física se comparan con hombres de 20 a 29 años con el mismo nivel de forma física, el consumo máximo de oxígeno de los ancianos es menor:

20 a 29 años	31 a 37 ml/kg por minuto
60 a 69 años	18 a 23 ml/kg por minuto

b. La capacidad aeróbica disminuye en torno a un 10 por ciento por década cuando se evalúa a hombres sedentarios. El consumo máximo de oxígeno decrece una media de 47,7 ml/kg por minuto a los 25 años, hasta 25,5 ml/kg por minuto a los 75 años. Esta reducción no es el resultado directo de la edad; los deportistas que siguen haciendo ejercicio presentan un declive significativamente menor del $\dot{V}O_{2máx}$ cuando son evaluados durante un período de 10 años.

6. Tensión arterial

La tensión arterial aumenta debido al incremento de la resistencia vascular periférica.

a. La tensión arterial sistólica de los ancianos es 150 mmHg (promedio).

b. La tensión arterial diastólica es 90 mmHg (promedio).

c. Si la definición de hipertensión es 160/95, entonces el 22 por ciento de los hombres y el 34 por ciento de las mujeres de 65 a 74 años son hipertensos.

d. Empleando el valor 150/95 mmHg como valor de corte, el 25 por ciento de las personas son hipertensas a los 50 años y el 70 por ciento entre los 85 y los 95 años.

7. Respiración

a. La frecuencia respiratoria aumenta con la edad.

b. La capacidad vital disminuye con la edad. Hay una reducción del 25 por ciento de la capacidad vital en los hombres de 50 a 60 años en comparación con los de 20 a 30 años con la misma área de superficie corporal.

c. La ventilación voluntaria máxima disminuye con la edad.

8. Masa y fuerza musculares

a. Por lo general, la disminución de la fuerza con la edad se asocia con una reducción de la masa muscular y la actividad física.

b. La reducción de la masa muscular se debe sobre todo a una menor síntesis de proteínas, junto con el declive del número de fibras de contracción rápida.

c. El envejecimiento también puede afectar a la fuerza al enlentecer el tiempo de respuesta del sistema nervioso. Esto puede alterar la capacidad para reclutar con eficacia unidades motoras.

d. El entrenamiento continuado durante el envejecimiento parece reducir los efectos de éste sobre el sistema muscular.

XI. Resumen

En este capítulo se han expuesto los temas de la forma y la resistencia físicas, y las maneras de aumentar el rendimiento de la actividad física en las personas sanas y en las personas con enfermedad coronaria, discapacidades físicas o afecciones debilitadoras. La forma física, la resistencia física, la preparación física, la pérdida de la forma física y la adaptación al ejercicio son temas de los que se ha hablado. Se ha tratado sobre la energía consumida con distintos niveles de actividad física, así como sobre la eficacia del ser humano durante la actividad. Se ha hecho hincapié en la diferenciación de la prueba de esfuerzo y la prueba de forma física, así como el desarrollo de programas de entrenamiento y la prescripción de ejercicio. Se han enumerado los cambios que se producen con el entrenamiento y los mecanismos mediante los que se producen. También se ha aportado cierta información básica sobre la comparación de los parámetros respiratorios y cardiovasculares en los distintos grupos de edad.

Bibliografía

1. American College of Sports Medicine: "Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription", ed 2. Lea y Fehiger, Filadelfia, 1993.
2. American College of Sports Medicine: *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, ed 4. Lea y Febiger, Filadelfia, 1991.
3. American Heart Association, The Committee on Exercise: *Exercise Testing and Training of Apparently Healthy Individual*: A *Handbook for Physicians*. American Heart Association, 1972.
4. Åstrand, P-O, y Rhyming, I: "A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work". J *Appl Physiol* 7:218,1954.
5. Åstrand, P, y Rodahl, K: "Textbook of Work Physiology. Physiological Basis of Exercise", ed 3. McGraw-Hill, Nueva York, 1986.
6. Balke, B: A *simple field test for the assessment of physical fitness*. Report 63-6. Civic Aeronautic Research Institute, Federal Aviation Agency, Oklahoma City, 1963.
7. Blocker, W, y Kitowski, V: "Cardiac rehabilitation of the physically handicapped (amputee, hemiplegic, spinal cord injury patient and obese patient)". En Blocker, W, y Cardus, D (eds): *Rehabilitation in Ischemic Heart Disease*. SF Medical and Scientific, Nueva York, 1983.
8. Brannon, FJ, Foley, MW, Starr, JA, y Black, MG: "Cardiopulmonary Rehabilitation: Basic Theory and Application", ed 2. FA Davis, Filadelfia, 1993.
9. Bruce, RA: "Exercise testing for ventricular function". N *Engl* J *Med* 296:671-675, 1977.
10. Butler, RM, y otros: "The cardiovascular response to circuit weight training in patients with cardiac disease". J *Cardiopulm Rehabil* 7:402, 1987.
11. Cooper, KH, y Robertson, JW: "Aerobics in Action". En Long, C (ed): *Prevention and Rehabilitation in Ischemic Heart Disease*. Rehabilitation Medicine Library. Williams & Wilkins, Baltimore, 1980.
12. Ellestad, MH: *Stress Testing*: *Principles and Practice*, ed 2. FA Davis, Filadelfia, 1986.
13. Fox, EL, y Mathews, DK: *Physiological Basis of Physical Education and Athletics*, ed 3. Saunders College Publishing, Filadelfia, 1981.
14. Godfrey, S: *Exercise Testing in Children*. WB Saunders, Filadelfia, 1974.
15. Golding, LA, Myers, CR, y Sinning, WE (eds): *Y's Way to Physical Fitness*, ed 3. Human Kinetics, Champaign, IL, 1989.
16. Howley, ET, y Franks, BD: *Health/Fitness Instructors Handbook*. Human Kinetics, Champaign, IL, 1986.
17. Irwin, S, y Tecklin, JS: *Cardiopulmonary Physical Therapy*, ed 3. CV Mosby, St Louis, 1995.
18. Kenney, RA: *Physiology of Aging*: A *Synopsis*. Year Book Medical Publishers, Chicago, 1982.
19. Kline, GM, y otros: "Estimation of $\dot{V}O_2$ max from a one-mile track walk, gender age, and body weight". *Med Sci Sports Exerc* 19:253-259, 1987.
20. Londeree, BR, y Moeschberger, ML: "Influence of age and other factors on maximal heart rate". J *Cardiac Rehabil* 4:44, 1984.
21. McArdle, WD, Katch, FI, y Katch, VL: *Exercise Physiology*: *Energy, Nutrition, and Human Performance*, ed 3. Lea & Febiger, Filadelfia, 1991.
22. McAtdle, WD, Katch, FI, y Katch, VL: *Essentials of Exercise Physiology*, Lea & Febiger, Filadelfia, 1994.
23. Powers, SK, y Howley, ET: *Exercise Physiology*: *Theory and Application to Fitness and Performance*, WC Brown, Dubuque, IA, 1990.

24. Skinner, JS: *Exercise Testing and Exercise Prescription for Special Cases. Theoretical Basis and Clinical Application*. Lea & Febiger, Filadelfia, 1987.

25. Smith, JJ, y Kampine, JP: *Circulatory Physiology: The Essentials*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1984.

26. US Department of Health and Human Services, Public Health Service: *Healthy People* 2000: *National Health Promotion and Disease Prevention Objectives*. US Government Printing Office, Washington, DC, 1990.

27. Wenger, NK, y Hellerstein, HK: *Rehabilitation of the Coronary Patient*. Wiley, Nueva York, 1984.

28. Wilmore, JH, y Costill, DL: *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics, Champaign, IL, 1994.

Capítulo

5

Estiramiento

La movilidad y la flexibilidad de los tejidos blandos que rodean las articulaciones, es decir, los músculos, el tejido conjuntivo y la piel, junto con una movilidad articular adecuada, son necesarias para tener una amplitud del movimiento normal. La amplitud del movimiento (ROM) indolora y sin restricción suele ser necesaria para realizar muchas tareas funcionales de la vida diaria así como actividades laborales o recreativas. También se cree que la movilidad adecuada de los tejidos blandos y las articulaciones es un factor importante para la prevención o la recaída de lesiones de los tejidos blandos. Las causas de un acortamiento adaptativo de los tejidos blandos de una articulación y la pérdida consiguiente de amplitud del movimiento son (1) una inmovilización prolongada, (2) restricción de la movilidad, (3) enfermedades neuromusculares o del tejido conjuntivo, (4) una patología hística debida a un traumatismo y (5) deformidades óseas congénitas o adquiridas.

La inmovilización prolongada puede producirse cuando un paciente tiene que llevar una férula o un yeso durante mucho tiempo después de una fractura o una operación. La movilidad de la persona puede ser restringida por un reposo prolongado en cama o el confinamiento en una silla de ruedas. Esto conlleva una posición estática y con frecuencia errónea de las articulaciones y tejidos blandos. Las enfermedades y los traumatismos neuromusculares pueden provocar parálisis, espasticidad, debilidad, desequilibrio muscular y dolor, todo lo cual dificulta o imposibilita que el paciente mueva las articulaciones en toda su amplitud. Las enfermedades del tejido conjuntivo (colagenosis) como esclerodermia, dermatomiositis y polimiositis, así como artropatías tipo artritis reumatoide y artrosis, causan dolor, espasmos musculares, inflamación y debilidad, y pueden alterar la estructura de los tejidos blandos. Las patologías hísticas producto de traumatismos, inflamación, edema, isquemia, hemorragias, incisiones quirúrgicas, desgarros y quemaduras pueden producir tejido fibroso denso que sustituye al tejido normal. Estos tejidos blandos pierden elasticidad y plasticidad, lo cual reduce la amplitud del movimiento.

La fuerza muscular también puede resultar alterada cuando el tejido blando se acorta con el tiempo. A medida que el músculo pierde su flexibilidad normal, también se produce un cambio de la relación longitud: tensión del músculo. A medida que el músculo se acorta, ya no es capaz de producir un pico de tensión[24,36,58] y aparece una **debilidad por acortamiento.** La pérdida de flexibilidad, por la razón que sea, también puede causar dolor muscular, del tejido conjuntivo o del periostio. Esto, a su vez, reduce la fuerza muscular.

La limitación de la amplitud del movimiento articular por una **contractura** (acortamiento adaptativo) de los tejidos blandos puede tratarse mediante estiramientos pasivos combinados con procedimientos de relajación y técnicas de inhibición activa. Los procedimientos para los estiramientos descritos en este capítulo son técnicas pensadas para elongar los tejidos contráctiles y no contráctiles de la unidad musculotendinosa. Las limitaciones del movimiento por inmovilidad articular y restricciones capsulares se tratan con movilización y manipulación articulares, y se abordan en el capítulo 6.

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, el lector podrá:

1. Definir términos específicos relacionados con el estiramiento como contractura, a acortamiento, contractura irreversible, sobreestiramiento y estiramiento selectivo.

2. Identificar los procesos patológicos y las situaciones clínicas en las que puede haber limitaciones del movimiento de los tejidos blandos y las articulaciones.

3. Describir las propiedades de los tejidos blandos contráctiles y no contráctiles que afectan a la aplicación y el éxito del estiramiento.

4. Definir y explicar las distintas técnicas terapéuticas empleadas para elongar los músculos, como la inhibición activa y el estiramiento pasivo.

5. Describir las indicaciones, objetivos, precauciones y contraindicaciones para el estiramiento.

6. Exponer los procedimientos correctos que debe seguir todo terapeuta para establecer y ejecutar los ejercicios de estiramiento.

7. Identificar los principios generales de los ejercicios de relajación y aplicarlos como preparación para el estiramiento.

8. Describir la posición correcta del paciente, la colocación de las manos y la estabilización empleada al aplicar las técnicas de estiramiento sobre las extremidades superiores e inferiores.

9. Describir la aplicación correcta de las técnicas de inhibición activa.

I. Definición de los términos relacionados con el estiramiento

A. Flexibilidad[46,53,67,75,76]

La **flexibilidad** es la capacidad para mover una articulación o una serie de articulaciones en toda la amplitud del movimiento indoloro y sin restricción. Depende de la *extensibilidad* de los músculos, que permite a los músculos que cruzan la articulación relajarse, elongarse y ceder a una fuerza de estiramiento. La artrocinemática de la articulación en movimiento, así como la capacidad de los tejidos conjuntivos periarticulares para deformarse, también afectan a la ROM articular y la flexibilidad general. A menudo, el término "flexibilidad" se usa para referirse más específicamente a la capacidad de las unidades musculotendinosas para elongarse cuando un segmento corporal o una articulación se mueven en su amplitud articular.

La *flexibilidad dinámica* comprende la amplitud del movimiento activo de una articulación. Este aspecto de la flexibilidad depende del grado en que una articulación se mueve por una contracción muscular y del grado de resistencia hística durante el movimiento activo. La *flexibilidad pasiva* es el grado en que una articulación se mueve pasivamente en toda su amplitud articular disponible y depende de la extensibilidad de los músculos y tejidos conjuntivos que cruzan y rodean la articulación. La flexibilidad pasiva es un requisito pero no garantiza la flexibilidad dinámica.

B. Estiramiento

El término **estiramiento** es general y se usa para describir cualquier maniobra terapéutica pensada para elongar estructuras de tejido blando acortadas patológicamente y, por lo tanto, para aumentar la amplitud del movimiento.

1. Estiramiento pasivo

Mientras el paciente está relajado, se aplica una fuerza externa manual o mecánicamente para elongar los tejidos acortados.

2. Inhibición activa

El paciente participa en la maniobra de estiramiento e inhibe el tono de un músculo acortado.

3. Ejercicios de flexibilidad

Los términos "estiramiento" y "ejercicio de flexibilidad" suelen usarse como sinónimos.

C. Estiramiento selectivo

El **estiramiento selectivo** es un proceso mediante el cual mejora la función general de un paciente al aplicar técnicas de estiramiento de forma selectiva sobre ciertos músculos y articulaciones, pero dejando que se produzca limitación del movimiento en otros músculos y articulaciones.

1. Por ejemplo, en pacientes con lesiones medulares es necesario estabilizar el tronco para lograr independencia al sentarse. En las lesiones dorsales y cervicales, el paciente no tiene control activo de los músculos extensores de la espalda. Si se permite que haya cierta tirantez en los músculos extensores de la región lumbar, el paciente podrá apoyarse en las estructuras ligeramente

tensas y tendrá cierta estabilidad del tronco al sentarse.

NOTA: El paciente debe tener también amplitud adecuada para gozar de independencia para vestirse y transferencias. Un exceso de tirantez en la región lumbar podría reducir el funcionamiento.

2. Al dejar que se desarrollen ligeras contracturas en los músculos flexores largos de los dedos de la mano, se permite a los pacientes con lesiones medulares y carentes de inervación en los músculos intrínsecos de los dedos que desarrollen la prensión mediante una acción de tenodesis.

D. Sobreestiramiento [39,53]

El **sobreestiramiento** es un estiramiento más allá de la amplitud normal del movimiento de una articulación y los tejidos blandos circundantes, lo cual provoca hipermovilidad.

1. El sobreestiramiento puede ser necesario para algunas personas sanas con fuerza y estabilidad normales que practican deportes que requieren mucha flexibilidad.

2. El sobreestiramiento es perjudicial cuando las estructuras que soportan una articulación y la fuerza de los músculos de la articulación son insuficientes y no pueden mantener la articulación en una posición funcional estable durante las actividades. Esto suele denominarse **debilidad por estiramiento.**

E. Contractura

La **contractura** se define como el acortamiento adaptativo del músculo y otros tejidos blandos que cruzan una articulación, lo cual limita la amplitud del movimiento.[14,35,36]

1. Las contracturas se describen al identificar la acción de los músculos acortados. Si un paciente refiere tirantez en los músculos flexores del codo y no puede extender éste, se dice que tiene una contractura de flexión del codo. Cuando un paciente no puede mover en abducción completa la pierna por la tirantez de los músculos abductores de la cadera, se dice que tiene una contractura de abducción de la cadera.

2. Los términos *contractura* y *contracción* (proceso de tensión que se desarrolla en un músculo durante el acortamiento o elongación)[32] no son *sinónimos* y no deben emplearse como intercambiables.

F. Tipos de contracturas

Las contracturas se describen de modo más específico y se clasifican según las estructuras de tejidos blandos implicadas.

1. Contractura miostática[13]

a. No hay una patología hística específica. La unidad musculotendinosa se ha acortado de modo adaptativo y se aprecia una pérdida significativa de la amplitud del movimiento.

b. *Tirantez* es un término poco específico que alude a un acortamiento leve de una unidad musculotendinosa por lo demás sana. El término "tirantez" se usa a veces para describir una contractura transitoria leve. Los músculos "tirantes" pueden elongarse hasta los límites externos de su amplitud. Las personas normales que no participan de forma regular en un programa de flexibilidad pueden desarrollar contracturas miostáticas o tirantez leves, sobre todo en los músculos biarticulares como los isquiotibiales, el recto femoral y el gastrocnemio.

c. Las contracturas miostáticas se resuelven en un tiempo relativamente corto con ejercicios de estiramientos suaves.

2. Adherencias

El movimiento es necesario para mantener el tejido sano y flexible. La falta de movimiento provoca un aumento de enlaces cruzados o adherencias entre las fibras de colágeno. Si el tejido se inmoviliza en una posición acortada durante períodos largos de tiempo, se produce una pérdida de movilidad normal; es decir, las contracturas se forman a partir de cambios arquitectónicos del tejido conjuntivo.[14]

3. Adherencias de tejido cicatrizal

a. Se forma tejido cicatrizal como respuesta a las lesiones y la respuesta inflamatoria. Las nuevas fibras se forman al principio de modo aleatorio; si se adhieren entre sí y con el tejido circundante normal según un patrón desorganizado, la cicatriz restringirá el movimiento a menos que se remodele a lo largo de las líneas de tensión.[28,64]

b. La inflamación crónica por irritación química o mecánica continuada perpetúa la deposición de fibras, lo cual provoca el desarrollo de una cicatriz importante y restringe el movimiento.[64]

4. Contractura irreversible

Se produce una pérdida permanente de extensibilidad de los tejidos blandos que no puede liberarse con un tratamiento conservador cuando el tejido blando normal y el tejido conjuntivo organizado han sido sustituidos por una cantidad excesiva de tejido inextensible como tejido óseo o fibrótico.

5. Contractura pseudomiostática[13]

La limitación del movimiento puede ser también resultado de hipertonía causada por una lesión del sistema nervioso central. El músculo parece estar en un estado constante e inapropiado de contracción, lo cual provoca una limitación aparente del movimiento.

II. Propiedades de los tejidos blandos que afectan a la elongación

Como se dijo con anterioridad, los tejidos blandos que pueden restringir el movimiento articular son los músculos, el tejido conjuntivo y la piel. Cada uno de ellos tiene cualidades únicas que afectan a su extensibilidad, es decir, a su capacidad para elongarse. Cuando se aplican procedimientos de estiramiento a estos tejidos blandos, la velocidad, intensidad y duración de la fuerza de estiramiento, así como la temperatura de los tejidos blandos, afectan a la respuesta de los distintos tipos de tejidos blandos. Las características mecánicas del tejido contráctil y no contráctil, y las propiedades neurofisiológicas del tejido contráctil afectan a la elongación de los tejidos blandos.

Cuando se estiran los tejidos blandos, se producen cambios elásticos o plásticos. La **elasticidad** es la capacidad de los tejidos blandos para recuperar su longitud en reposo después de un estiramiento pasivo. La **plasticidad** es la tendencia de los tejidos blandos a asumir una longitud nueva y mayor después de suprimir la fuerza de estiramiento.[55] Los tejidos contráctiles y no contráctiles tienen cualidades elásticas y plásticas.[39,55]

A. Propiedades mecánicas del tejido contráctil

El músculo se compone básicamente de tejido contráctil, pero se inserta y entreteje con tejido no contráctil como tendones y fascias. La estructura del tejido conjuntivo del músculo, los componentes contráctiles inactivos, es la fuente primaria de resistencia a la elongación pasiva del músculo.

1. Elementos contráctiles del músculo (fig. 5.1)

Los músculos individuales se componen de muchas *fibras musculares*. Una sola fibra muscular se compone de muchas *miofibrillas*. Las miofibrillas se componen de *sarcómeras*, que adoptan una disposición en serie. Las sarcómeras son unidades contráctiles de las miofibrillas y se componen de puentes cruzados de actina y miosina superpuestos . Las sarcómeras dotan al músculo de su capacidad para contraerse y relajarse. Cuando un músculo se contrae, los filamentos de actina y miosina se deslizan y aproximan y el músculo se acorta. Cuando un músculo se relaja, los puentes cruzados se deslizan y apartan ligeramente, con lo que el músculo recupera su longitud en reposo (fig. 5.2).

2. Respuesta mecánica de la unidad contráctil al estiramiento

a. Cuando un músculo se estira pasivamente, se produce una elongación inicial en el componente elástico en se-

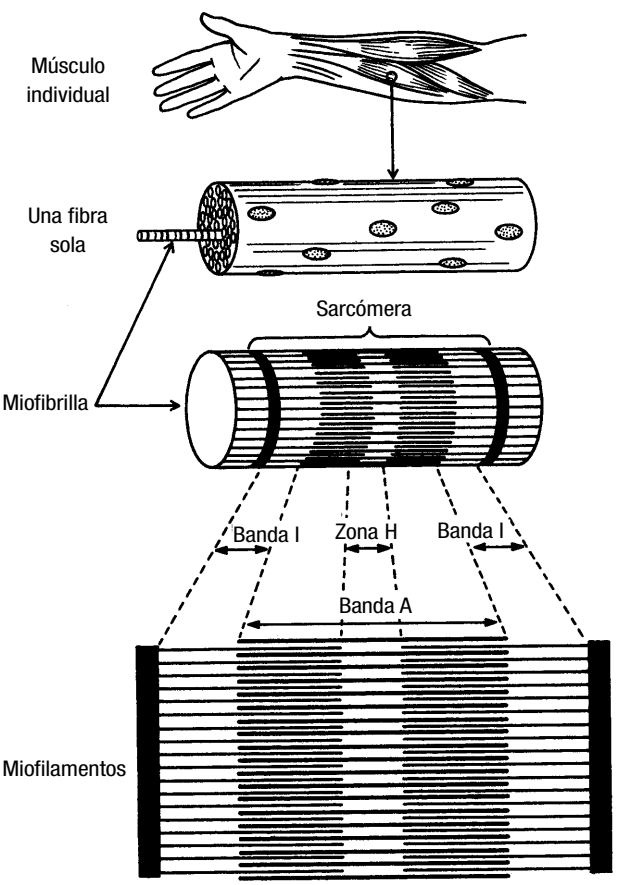


Figura 5.1. Estructura del músculo esquelético.

rie y la tensión aumenta bruscamente. Pasado un punto se produce una interrupción mecánica de los puentes cruzados cuando los filamentos se deslizan y separan produciéndose una elongación brusca de las sarcómeras (*las sarcómeras ceden*).[19] Cuando se interrumpe la fuerza de estiramiento, las sarcómeras individuales recuperan su longitud en reposo (fig. 5.2). La tendencia del músculo a recuperar su longitud en reposo después de un estiramiento de poca duración se llama elasticidad.[55,60,63]

b. Después de permanecer inmovilizado un músculo durante un período de tiempo, se produce una reducción del número de proteínas y mitocondrias, lo cual conlleva atrofia y debilidad.[2,13,58]

c. Si un músculo se inmoviliza en una posición elongada durante un período prolongado de tiempo, aumentará el número de sarcómeras en serie, lo cual da lugar a una forma más permanente (plástica) de elongación muscular. El músculo ajustará su longitud con el tiempo para mantener la máxima superposición funcional de la actina y la miosina.[60,62,73]

d. Un músculo que se inmoviliza en una posición acortada produce cantidades aumentadas de tejido conjuntivo que protegen al músculo cuando se estira. Se produce una reducción del número de sarcómeras como resultado de la absorción de sarcómeras.[60,62,73]

e. La adaptación de las sarcómeras a posiciones prolongadas (elongación o acortamiento) es transitoria si se permite al músculo recuperar su longitud normal después de la inmovilización.

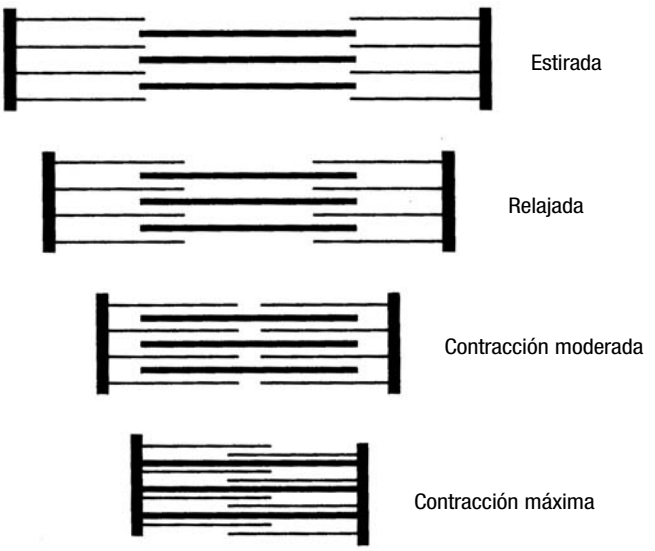


Figura 5.2. Elongación y acortamiento de la sarcómera o unidad contráctil del músculo.

B. Propiedades neurofisiológicas del tejido contráctil

1. Los husos musculares (fig. 5.3)

Los husos musculares son el principal órgano sensorial del músculo y se componen de fibras intrafusales microscópicas que se disponen en paralelo a las fibras extrafusales. Los husos musculares controlan la velocidad y duración de los estiramientos y detectan los cambios de longitud del músculo.[6,53,67,75,76] Las fibras del huso muscular detectan la rapidez con la que se estira el músculo. Las fibras aferentes primarias (tipo Ia) y secundarias (tipo II) surgen de los husos musculares, forman sinapsis en las motoneuronas alfa o gamma, respectivamente, y facilitan la contracción de las fibras extrafusales e intrafusales.[67,75,76]

2. Órganos tendinosos de Golgi (OTG)

Los OTG se localizan cerca de la unión musculotendinosa, envuelven los extremos de las fibras extrafusales del músculo y son sensibles a la tensión del músculo causada por un estiramiento pasivo o la contracción activa del músculo.

a. Los OTG son un mecanismo protector que inhibe la contracción del músculo en el que están. Tienen un umbral muy bajo de activación (se activan con facilidad) después de una contracción activa, y un umbral alto de activación con estiramiento pasivo.[20,75,76]

b. Cuando se desarrolla tensión excesiva en un músculo, se activan los OTG, inhiben la actividad de las motoneuronas α, y reducen la tensión del músculo. Durante los procedimientos de estiramiento, la tensión del tendón determina si las sarcómeras del músculo se elongan.[53, 75, 76]

3. La respuesta neurofisiológica del músculo al estiramiento [6,46,53,67,75,76]

a. Cuando un músculo se estira muy rápido, las fibras aferentes primarias estimulan las motoneuronas α de la médula espinal y facilitan la contracción de las fibras extrafusales, aumentando la tensión muscular.[67,75,76] Esto se denomina *reflejo de estiramiento monosináptico*. Los procedimientos de estiramiento que se realizan a gran velocidad pueden aumentar la tensión de un músculo que debe elongarse.

b. Si se aplica una fuerza de estiramiento lenta a un músculo, los OTG se activan e inhiben la tensión del músculo, dejando que se elongue el componente elástico paralelo (la sarcómera) del músculo.

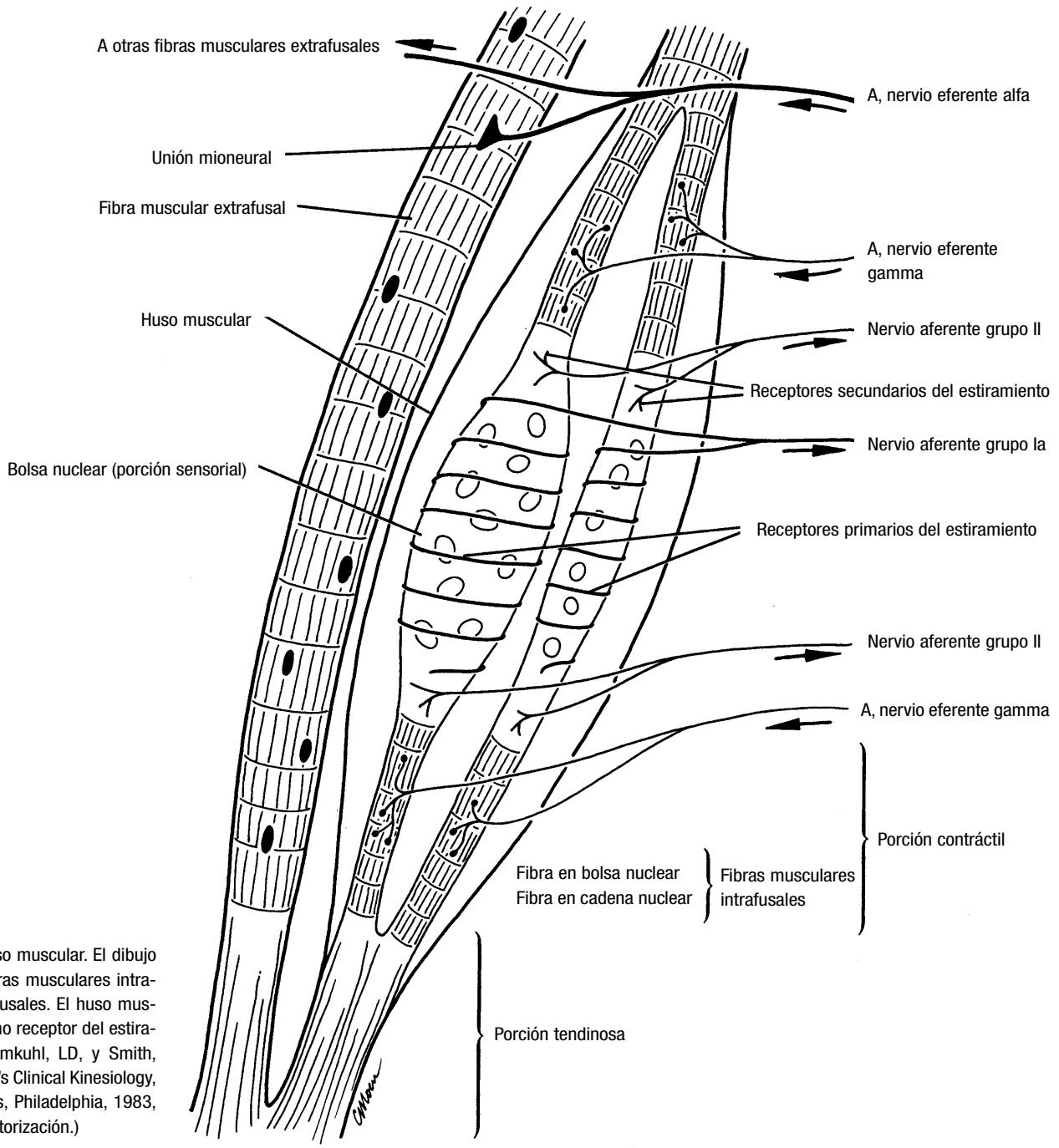


Figura 5.3. Huso muscular. El dibujo muestra las fibras musculares intrafusales y extrafusales. El huso muscular actúa como receptor del estiramiento. (De Lemkuhl, LD, y Smith, LK: Brunnstrom's Clinical Kinesiology, 4.ª ed. FA Davis, Philadelphia, 1983, pág. 97, con autorización.)

C. Características mecánicas de los tejidos blandos no contráctiles

Los tejidos blandos no contráctiles están en todo el cuerpo y se organizan en distintos tipos de tejido conjuntivo para sostener las estructuras del cuerpo. Ligamentos, tendones, cápsulas articulares, fascias, tejido no contráctil de los músculos y piel tienen características que llevarán al desarrollo de adherencias y contracturas, y, por tanto, afectan a la flexibilidad de los tejidos que cruzan la articulación. Cuando estos tejidos restringen la amplitud del movimiento y requieren estiramiento, es importante saber cómo responden a las distintas intensidades y duración de las fuerzas de estiramiento, y reconocer que la única forma de aumentar la flexibilidad del tejido conjuntivo es remodelando su arquitectura básica.[14]

1. Resistencia de materiales

La resistencia de cada tejido se relaciona con su capacidad para oponerse a una carga o tensión.[12,43]

a. **Tensión** es fuerza por unidad de área. La tensión me-

cánica es la reacción interna o resistencia a una carga externa. Hay tres clases de tensión.

(1) *Tracción*: fuerza tensil que se aplica perpendicular al área transversal del tejido en una dirección que se aleja del tejido. Tensión de tracción es una fuerza de estiramiento.

(2) *Compresión*: fuerza compresiva que se aplica perpendicular al área transversal del tejido en una dirección hacia el tejido. La tensión de compresión se produce en las articulaciones, con la contracción muscular y en carga cuando se apoya la articulación.

(3) *Cizallamiento*: fuerza paralela al área transversal del tejido.

b. **Deformación** es la cantidad de modificación de la forma que se produce cuando se aplica una carga (tensión).

c. Una *curva de deformación* describe la resistencia mecánica de las estructuras (fig. 5.4).

(1) *Margen elástico*: inicialmente la deformación es directamente proporcional a la capacidad del material para resistir la fuerza. El tejido vuelve a su tamaño y forma originales cuando se libera la carga.

(2) *Límite elástico*: el punto más allá del cual el tejido no vuelve a su forma y tamaño originales.

(3) *Margen plástico*: margen superado el cual el límite elástico se extiende hasta el punto de rotura. La deformación del tejido dentro de este margen es permanente.

(4) *Resistencia de deformación*: carga superior al límite elástico que produce una deformación permanente del tejido. Una vez alcanzado el punto de deformación, hay una incapacidad secuencial del tejido con deformación permanente (remodelación), y el tejido se adentra en el margen plástico de la curva de deformación. La deformación puede derivar de una carga única o de la suma de varias cargas subcríticas.[12]

(5) *Resistencia límite*: carga máxima que el tejido puede soportar. Una vez alcanzada la carga máxima, hay un alargamiento mayor (deformación) sin un aumento de la tensión.

(6) *Cuello*: región en la que se aprecia una debilidad considerable del tejido; se necesita menos fuerza para que haya deformación, y se llega pronto a la insuficiencia.

(7) *Resistencia de rotura*: carga en el momento en que el tejido cede.

(8) *Insuficiencia*: rotura de la integridad del tejido.

d. Influencias sobre la curva de deformación:

(1) *Resistencia elástica* (*resiliencia*): capacidad para absorber energía dentro del margen elástico cuando se realiza un trabajo. Se libera energía cuando se elimina la carga y el tejido vuelve a su forma original.

(2) *Dureza*: capacidad para absorber energía dentro del margen plástico sin rotura (insuficiencia). Si se absorbe demasiada energía con el estrés, habrá una rotura.

(3) *Fluencia*: cuando se aplica una carga durante un período extenso de tiempo, el tejido se elonga, lo cual provoca una deformación permanente o una rotura. Está relacionada con la viscosidad del tejido y, por tanto, depende del tiempo. La deformación depende de la cantidad de fuerza y el ritmo al cual se aplica la fuerza. La fluencia se produce con cargas de baja magnitud, usualmente dentro del margen elástico, durante un período largo de tiempo. Cuanto mayor sea la carga, más rápido será el ritmo de fluencia,

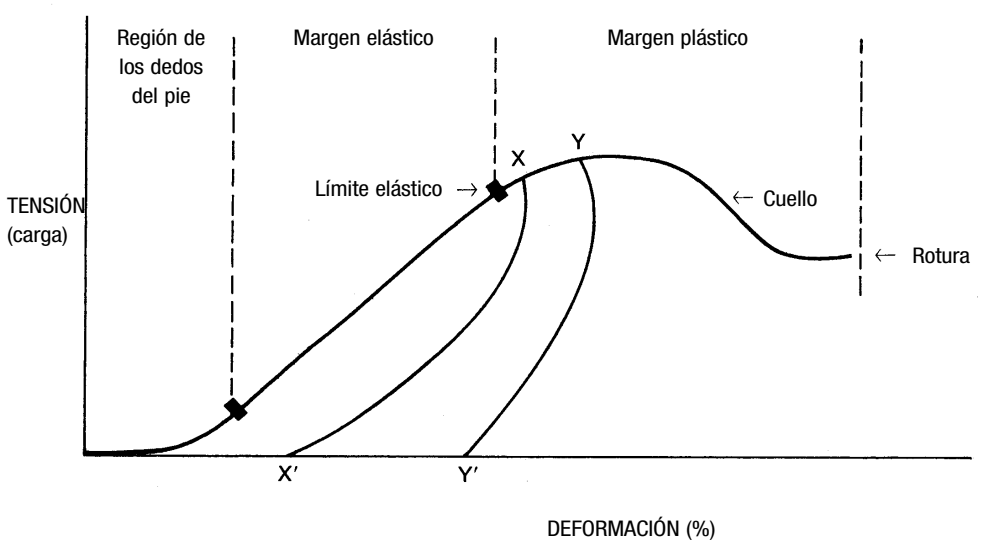


Figura 5.4. Curva de deformación. Cuando se someten a tensión continuada, inicialmente las fibras onduladas de colágeno se enderezan (región de los dedos del pie). Con tensión adicional, se produce una deformación recuperable en el margen elástico. Una vez que se alcanza el límite elástico, se produce una insuficiencia secuencial de las fibras de colágeno y del tejido en el margen plástico, lo cual produce la liberación de calor (histéresis) y una nueva longitud cuando se libera la tensión. La longitud desde el punto de tensión (X) resulta en una nueva longitud cuando se libera (X'); el calor liberado está representado por el área situada debajo de la curva entre estos dos puntos (arco de la histéresis). (Y a Y' representa la longitud adicional de la tensión adicional cuando se libera más calor.) El cuello es la región en la que hay un debilitamiento considerable del tejido y se necesita menos fuerza para lograr deformación. La rotura sobreviene rápidamente incluso con cargas más pequeñas.

aunque no en proporción con la deformación; por tanto, una carga menor aplicada durante más tiempo provocará mayor deformación. El aumento de la temperatura incrementa la fluencia y, por tanto, la distensibilidad del tejido.[40,70,71]

(4) R*igidez estructural*: el tejido de mayor rigidez mostrará una pendiente mayor en la región elástica de la curva, lo que indica que hay menor deformación elástica con mayor tensión continuada. Las contracturas y el tejido cicatrizal tienen mayor rigidez, probablemente por un mayor grado de unión entre las fibras de colágeno y su matriz circundante.

(5) P*roducción de calor*: energía liberada en forma de calor cuando se aplica una tensión continuada. Se describe como el área por debajo de la curva (curva de histéresis) dentro del margen plástico. A medida que se calienta el tejido, se distiende con mayor facilidad.

(6) F*atiga*: la carga cíclica del tejido aumenta la producción de calor y puede causar rotura por debajo del punto de deformación. Cuanto mayor sea la carga aplicada, se necesitará un menor número de ciclos para que el tejido se rompa. Se requiere una carga mínima para esta rotura; por debajo de la carga mínima, un número infinito aparente de ciclos no causará rotura. Éste es el *límite de la resistencia física*. Ejemplos de fatiga son las fracturas por sobrecarga y los síndromes por uso excesivo. El tejido biológico tiene capacidad para repararse después de una carga cíclica si la carga no es excesiva y se deja tiempo antes de que se aplique de nuevo una carga cíclica.

2. Composición del tejido conjuntivo

El tejido conjuntivo se compone de tres tipos de fibras y sustancia fundamental no fibrosa.[12,28,64]

a. Las *fibras de colágenos* resisten la deformación tensil y son responsables de la fuerza y rigidez del tejido. Las fibras de colágenos se componen de cristales de tropocolágeno, que forman los bloques que componen las microfibrillas colágenas. Cada nivel adicional de composición de las fibras adopta una relación y dimensión organizadas (fig. 5.5). Hay cinco clases de colágeno; las fibras de tendones y ligamentos contienen en mayor medida colágeno tipo I, que es muy resistente a la tensión.[64] Cuando las fibras colágenas se desarrollan y maduran, se unen, inicialmente mediante enlaces inestables de hidrógeno, que luego se convierten en enlaces covalentes estables. Cuanto más fuertes sean los enlaces, mayor será la estabilidad mecánica del tejido.

b. Las *fibras de elastina* aportan extensibilidad. Experimentan una gran elongación con cargas pequeñas y se rompen bruscamente sin deformación con cargas superiores. Los tejidos con grandes cantidades de elastina poseen mayor flexibilidad.

c. Las *fibras de reticulina* dotan de volumen al tejido.

d. La *sustancia fundamental*, en su mayor parte un gel orgánico que contiene agua, reduce la fricción entre fibras, transporta nutrientes y metabolitos, y tal vez ayude a prevenir un excesivo cruzamiento entre las fibras al mantener el espacio entre ellas.[15,64]

3. Comportamiento mecánico del tejido no contráctil

El comportamiento mecánico de los distintos tejidos no contráctiles está determinado por la proporción de fibras de colágeno y elastina que posean, y por su orientación estructural. El colágeno es el elemento estructural que absorbe la mayor parte de la tensión tensil. El colágeno se elonga con rapidez bajo cargas ligeras (las fibras onduladas se enderezan dentro de la región de los dedos del pie); al aumentar la tensión, las fibras se

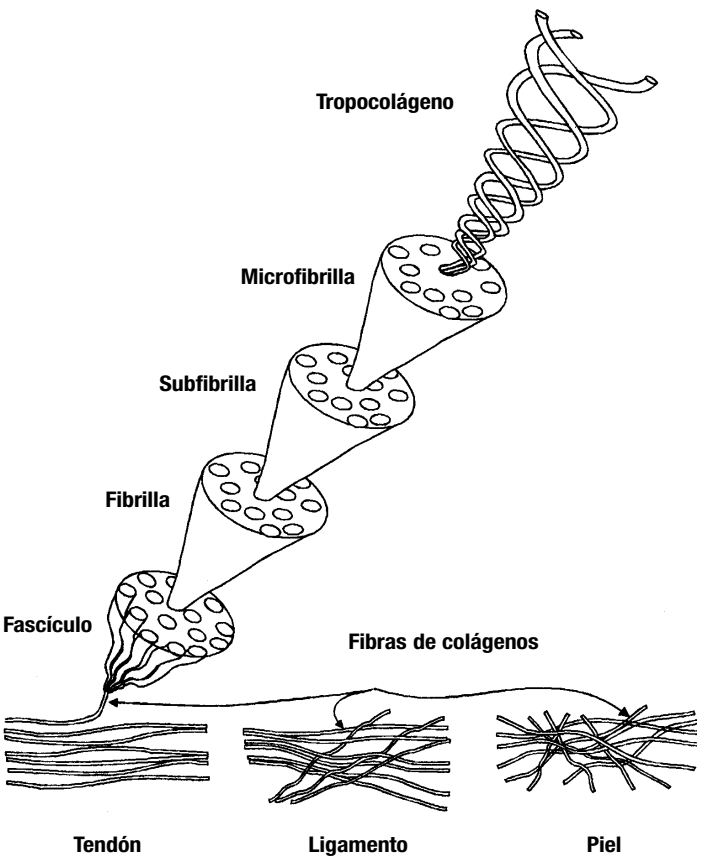


Figura 5.5. Composición de las fibras de colágenos que muestra la agregación de cristales de tropocolágeno en forma de bloques constituyentes. La organización de las fibras dentro del tejido conjuntivo está relacionada con la función del tejido. Los tejidos con orientación paralela de las fibras, como los tendones, soportan mayores cargas tensiles que otros tejidos como el cutáneo donde la orientación de las fibras parece más errática.

vuelven rígidas. Resisten con firmeza la fuerza deformadora que empieza a romper los enlaces entre fibrillas y moléculas de colágeno. Cuando se rompe un número sustancial de enlaces, las fibras se rompen. El tejido con una proporción mayor de colágeno confiere mayor estabilidad. El colágeno es cinco veces más fuerte que la elastina.

a. En los tendones, las fibras de colágeno son paralelas y resisten una carga tensil máxima.

b. En la piel, las fibras de colágeno adoptan una disposición azarosa y son más débiles al resistir la tensión.

c. En los ligamentos, cápsulas articulares y fascias, las fibras de colágeno varían entre los dos extremos. Los ligamentos que resisten las principales tensiones articulares presentan una orientación más paralela de las fibras de colágeno y un área transversal mayor.[51]

4. Interpretación de la curva de tensión deformación[63,64,77]

a. Las fibras de colágenos son onduladas en reposo, por lo que inicialmente se enderezan cuando soportan una tensión continuada. Se requiere poca fuerza para elongarlas dentro de este margen (región de los dedos del pie) donde se produce la mayor parte de la actividad funcional. Adicionalmente, en la región de los dedos del pie, la tensión continuada elimina cualquier laxitud macroscópica de la matriz tridimensional de los tejidos colágenos.

b. A medida que el tejido alcanza el extremo de la amplitud normal de movimiento y se aplica un estiramiento suave, el tejido actúa dentro de la porción elástica (fase lineal) de la curva. Con esta tensión las fibras de colágenos se alinean con la fuerza aplicada; los enlaces entre las fibras y entre la matriz circundante se alargan, se empiezan a producir microdesgarros entre los enlaces del colágeno, y tal vez algo de agua se desplace de la sustancia fundamental. La recuperación de esta deformación normal es completa si se interrumpe la tensión.

c. Si la tensión prosigue, el tejido alcanza el punto de deformación y la rotura secuencial de los enlaces entre las fibras de colágenos y, finalmente, la rotura de las fibras de colágenos. Se libera calor que absorbe el tejido y se produce una deformación permanente. Como el colágeno es cristalino, las fibras individuales no se estiran sino que se rompen. Dentro del margen plástico es el desgarro de las fibras el que provoca el aumento de la longitud.

d. Si se alcanzan una carga máxima y el punto de resistencia límite, se produce un aumento de la deformación sin aumento de la tensión. Si se llega al cuello, el tejido se rompe con rapidez. El terapeuta debe conocer el tacto del tejido cuando aplique un estiramiento, ya que cuando el tejido alcanza el punto en que empieza a estrecharse y se mantiene la tensión, se producirá una rotura completa. Experimentalmente, la deformación tensil máxima de fibras de colágenos aisladas antes de la rotura es el 7-8 por ciento; los ligamentos soportan una tensión del 20 al 40 por ciento.[51]

e. Empleando el principio de la fluencia, las cargas de baja magnitud aplicadas durante períodos largos de tiempo aumentan la deformación del tejido no contráctil, lo cual permite la reorganización gradual de los enlaces de las fibras de colágenos (remodelación) y la redistribución del agua que rodea los tejidos.[59,63] El aumento de la temperatura de la parte incrementará la fluencia.[40,71,72] Con tiempo puede haber una recuperación completa de la fluencia, pero no tan rápidamente como con una sola deformación. Una carga baja aplicada durante un período largo se tolera mejor y permite la remodelación de las fibras de colágenos. La reacción del paciente dicta el tiempo que se tolera una carga específica. Se ha documentado que 15 a 20 minutos de estiramiento sostenido de baja intensidad, repetido durante 5 días consecutivos, causa un cambio de la longitud de los músculos isquiotibiales.[47]

f. La *carga cíclica* o tensión submáxima repetitiva aumenta la producción de calor y los efectos de la adaptación del tejido (remodelación) a una nueva longitud. Starring y sus colaboradores[59] han descrito un aumento de la longitud de los isquiotibiales empleando un estiramiento de 10 segundos seguido por un descanso de 8 segundos, repetido durante 15 minutos en 5 días consecutivos.

g. La rotura del tejido puede producirse por un único evento máximo (desgarro agudo por una lesión o manipulación que excede el punto de rotura) o por una tensión submáxima repetitiva (fatiga o rotura por la carga cíclica).

h. La capacidad de curación y adaptación (remodelación) del tejido biológico le permite responder a cargas repetitivas si se deja tiempo entre las series. Esto es importante para aumentar la flexibilidad y la resistencia tensil del tejido.

(1) Si no se deja tiempo para que se produzca la curación y remodelación, se produce la degradación del tejido (insuficiencia), como en los síndromes por uso excesivo y las fracturas por sobrecarga.

(2) El estiramiento intensivo no suele practicarse a diario para dejar tiempo a la curación. Si la inflamación por microdesgarros es excesiva, se formará tejido cicatrizal adicional, que llegará a ser más restrictivo.[14]

(3) Se requieren mayores precauciones con el envejecimiento porque el colágeno pierde elasticidad y hay un menor riego sanguíneo a los capilares, lo cual reduce la capacidad de curación.

5. Cambios en el colágeno que afectan a la respuesta de tensión-deformación

a. E*fectos de la inmovilización*

Se produce un debilitamiento del tejido por el recambio metabólico del colágeno y por los enlaces débiles entre las fibras nuevas no sometidas a tensión. Se produce también la formación de adherencias porque hay más enlaces cruzados entre las fibras de colágenos desorganizadas y por la menor eficacia de la sustancia fundamental para mantener el espacio y la lubricación entre las fibras.[15,63] El índice de vuelta a la resistencia tensil es lento. Pasadas 8 semanas de inmovilización, el ligamento cruzado anterior de monos se desgarró con un 61 por ciento de la carga máxima; pasados 5 meses de recuperación física, se desgarró con el 79 por ciento; pasados 12 meses de recuperación física, se desgarró con el 91 por ciento.[49,50] Se produjo también una reducción de la energía absorbida y un aumento de la distensibilidad (menor rigidez) antes de romperse después de la inmovilización, La recuperación completa y casi completa siguió el mismo patrón de 5 y 12 meses.[50]

b. E*fectos de la inactividad* (*reducción de la actividad normal*)

Se produce un aumento del tamaño y cantidad de las fibras de colágenos, lo cual debilita el tejido; hay un aumento proporcional del predominio de fibras de elastina, lo cual también incrementa la distensibilidad. La recuperación lleva unos 5 meses con carga cíclica regular.

c. E*fectos de la edad*

Hay una disminución de la resistencia tensil máxima y del módulo elástico, y el índice de adaptación a la tensión es más lento.[51] Aumenta la tendencia a sufrir síndromes por uso excesivo, fatiga y desgarros con el estiramiento.[77]

d. E*fectos de los corticosteroides*

Existe un efecto perjudicial duradero sobre las propiedades mecánicas del colágeno con una reducción de la resistencia tensil.[77] Se produce la muerte de fibroblastos cerca del lugar de la inyección con retraso en su reaparición de hasta 15 semanas.[51]

El conocimiento de las cualidades de los tejidos contráctiles y no contráctiles y sus respuestas a la inmovilización y el estiramiento ayudará a los terapeutas a seleccionar los procedimientos de estiramiento más seguros y eficaces para los pacientes.

III. Métodos terapéuticos para elongar los tejidos blandos

Hay tres métodos básicos para elongar los componentes contráctiles y no de la unidad musculotendinosa: estiramientos pasivos aplicados de modo manual o mecánico, inhibición activa y autoestiramientos.[5,10,32,39,65] Los autoestiramientos pueden consistir en estiramientos pasivos y/o inhibición activa. Todos los procedimientos deben ir precedidos por cierto ejercicio activo de baja intensidad o termoterapia para calentar los tejidos que se van a estirar. Los tejidos blandos ceden con mayor facilidad al estiramiento si el músculo está caliente cuando se aplica la fuerza.

A. Estiramiento pasivo

Los procedimientos de **estiramiento pasivo** se clasifican por el tipo de fuerza de estiramiento aplicada, por la intensidad del estiramiento y la duración de éste. Tanto los tejidos contráctiles como los no contráctiles pueden elongarse mediante estiramiento pasivo.

1. Estiramiento pasivo manual

a. El terapeuta aplica la fuerza externa y controla la dirección, velocidad, intensidad y duración del estiramiento sobre los tejidos blandos que han causado la contractura y restricción del movimiento articular. Los tejidos se elongan más allá de su longitud en reposo.

b. Esta técnica no debe confundirse con ejercicios de la amplitud del movimiento pasivo. El estiramiento pasivo lleva las estructuras más allá de la amplitud del movimiento libre. La amplitud del movimiento pasivo, tal y como se definió en el capítulo 2, se aplica sólo dentro de la amplitud disponible no restringida.

c. El paciente debe estar lo más relajado posible durante los estiramientos pasivos.

d. La fuerza de estiramiento suele aplicarse no menos de 6 segundos, pero preferiblemente al menos 15 a 30 segundos, y se repite varias veces en una misma sesión de ejercicio. Los estiramientos pasivos manuales se consideran por lo general estiramientos de corta duración.[32,67]

(1) No se ha determinado un número específico de segundos que sea el más eficaz para los estiramientos pasivos.

(2) En un estudio[45] se aplicaron estiramientos pasivos sobre los músculos abductores de la cadera de personas sanas durante 15 segundos, 45 segundos y 2 minutos con la misma intensidad. El estiramiento de 15 segundos fue igual de eficaz que el de 2 minutos. En otro estudio,[3] donde se realizaron estiramientos diarios de los músculos isquiotibiales durante 15, 30 y 60 segundos, se determinó que los estiramientos de 30 y 60 segundos aumentaban más la amplitud articular que el estiramiento de 15 segundos, pero no había una diferencia significativa en la eficacia de los estiramientos de 30 y 60 segundos.

e. La intensidad y duración de los estiramientos dependen de la tolerancia del paciente y de la fuerza y resistencia física del terapeuta. Un estiramiento manual de baja intensidad aplicado el mayor tiempo posible será más cómodo y más tolerado inicialmente por el paciente y se obtendrán índices óptimos de mejora sin exponer el tejido debilitado a una fuerza excesiva ni poner en peligro su estructura.[14]

f. Estiramientos balísticos (dinámicos) frente a estiramientos mantenidos (estáticos).[46,54]

(1) Cuando se aplica como debe un estiramiento pasivo manual, el estiramiento es muy lento y suave. La fuerza de estiramiento se *mantiene*, como ya se ha dicho, durante 15 o 30 segundos o más. Un estiramiento mantenido de baja intensidad que se aplique gradualmente es menos probable que facilite el reflejo de estiramiento y aumente la tensión del músculo que se elonga. Con frecuencia se denomina *estiramiento estático*.[21,23]

(2) El *estiramiento balístico* es un estiramiento con rebote de muy corta duración y gran intensidad. Suele conseguirse cuando el paciente provoca un rebote activo contrayendo el grupo de músculos antagonista al grupo de músculos tirantes, así como usando el peso del cuerpo y el momento como fuerza para elongar el músculo tenso. Aunque ha quedado demostrado que los estiramientos balísticos aumentan la amplitud articular, se consideran poco seguros por el escaso control y el peligro de desgarro de los tejidos debilitados. Ancianos, personas sedentarias y personas con tejidos en proceso de curación (incluidos operados) o después de una inmovilización corren un riesgo específico de sufrir traumatismos indeseables con estiramientos balísticos por el estado debilitado del tejido conjuntivo. Además, los estiramientos balísticos elongan con rapidez los husos musculares y facilitan el reflejo de estiramiento, lo cual causa un aumento de la tensión del músculo que se estira. Los músculos y los tejidos conjuntivos son más propensos a sufrir microtraumatismos con los estiramientos balísticos que con los estiramientos mantenidos de baja intensidad.

(3) Se ha demostrado que la tensión creada en el músculo durante los estiramientos balísticos es casi el doble de la generada por estiramientos mantenidos de baja intensidad.[69]

g. En comparación con los estiramientos mecánicos de larga duración, que se aplican durante 20 minutos o más, los estiramientos pasivos manuales son de corta duración. Es corriente que los terapeutas apliquen manualmente un estiramiento estático de amplitud total durante 15 a 30 segundos. Si este procedimiento se repite ocho veces, por ejemplo, la duración total del tratamiento será sólo 2 a 4 minutos. Algunos estudiosos han sugerido que las mejoras temporales de la amplitud articular como resultado de las técnicas de estiramiento pasivo manual de corta duración son transitorias y se atribuyen a la cesión temporal de las sarcómeras (cambios elásticos en la superposición de la actina y la miosina)[25] o a la recuperación del tejido conjuntivo de la respuesta de fluencia (retorno del agua y realineamiento de los enlaces del colágeno).[64]

2. Estiramiento pasivo mecánico prolongado*[40,55,59,70,71]

a. Se aplica una fuerza externa de baja intensidad (el 5-10 por ciento del peso corporal) para elongar los tejidos durante un período prolongado mediante un equipo mecánico.

b. La fuerza de estiramiento se aplica durante la colocación del paciente, con tracción lastrada y sistemas de poleas, o con férulas dinámicas o yesos en serie o progresivos.

c. El estiramiento prolongado puede mantenerse durante 20 a 30 minutos, o hasta varias horas.

(1) Varios autores han sugerido que se necesita un período de 20 minutos o más para que los estiramientos sean eficaces y aumenten la amplitud del movimiento cuando se emplea estiramiento mecánico prolongado de baja intensidad.[8,39,55] Bohannon [8] evaluó la eficacia de un estiramiento de 8 minutos de los isquiotibiales en comparación con un estiramiento de 20 minutos o más empleando una sistema de poleas y cables en suspensión. El estiramiento de 8 minutos sólo consiguió un pequeño aumento de la flexibilidad de los isquiotibiales, que se perdió transcurridas 24 horas. Se sugirió que se necesitaba un estiramiento de 20 minutos o más para aumentar con eficacia la amplitud del movimiento de forma más permanente. También se han registrado aumentos significativos de la amplitud del movimiento en personas sanas pero con mucha tirantez en la musculatura de las extremidades inferiores empleando sólo estiramiento mecánico prolongado de baja intensidad durante 10 minutos.[23]

(2) Bohannon y Larkin [9] emplearon también un régimen de bipedestación sobre una tabla oscilante durante 30 minutos al día para aumentar la amplitud de la dorsiflexión de los tobillos en pacientes con trastornos neurológicos.

(3) El estiramiento de baja intensidad y prolongado y el aumento de la amplitud también pueden conseguirse con una férula dinámica[30] como la Dynasplint (fig. 5.6). La férula se lleva puesta durante 8 a 10 horas. Hay unidades para el codo, la muñeca, la rodilla y el tobillo.

d. El estiramiento prolongado de baja intensidad (fuerza de estiramiento de 2,5 a 6 kg durante 1 hora diaria) ha demostrado ser bastante más eficaz que el estiramiento manual pasivo en un período de 4 semanas en pacientes

* N. del Revisor:
Esta técnica se puede considerar como posturas osteoarticulares o posturs mantenidas, descritas por otros autores.

con contractura bilateral prolongada de flexión de la rodilla.[44] Los pacientes también refirieron que el estiramiento mecánico prolongado era más cómodo que el manual.

e. Los cambios plásticos de los tejidos contráctiles y no contráctiles pueden ser la base de mejorías "permanentes" o a largo plazo de la flexibilidad.[8,14]

(1) Cuando los músculos se mantienen en una posición elongada durante varias semanas, las sarcómeras se suman en serie.[60,62,73]

(2) Cuando los tejidos conjuntivos no contráctiles se estiran con una fuerza de estiramiento prolongada y de baja intensidad, se produce una deformación plástica y aumenta la longitud del tejido.[40,70,71]

NOTA: El término *elongación permanente* significa que la longitud se mantiene después de suprimir la fuerza de estiramiento. El aumento de la longitud sólo será "permanente" si la nueva longitud se emplea con regularidad.

3. Estiramiento mecánico cíclico o intermitente

El estiramiento pasivo que recurre a un aparato mecánico como el Autorange (Valley City, ND) también puede realizarse de modo cíclico. La intensidad del estiramiento, la duración de cada ciclo de estiramiento y el número de ciclos de estiramiento por minuto pueden ajustarse con esta unidad de estiramiento mecánico.

Starring y otros [59] emplearon el término **estiramiento cíclico** para describir un estiramiento repetido aplicado mediante un aparato mecánico. La autora comparó el estiramiento cíclico empleando una fuerza repetida de estiramiento mecánico de amplitud final durante 10 segundos seguida de un breve descanso, con un estiramiento mecánico sostenido (mantenido). La intensidad de la fuerza de estiramiento se aplicó al nivel de tolerancia y capacidad del paciente para permanecer relajado. Los procedimientos de estiramiento se aplicaron sobre los isquiotibiales de personas sanas durante 15 minutos diarios durante 5 días consecutivos. Se lograron incrementos significativos de la extensibilidad de los isquiotibiales empleando ambas técnicas de estiramiento. Una semana después de interrumpir los estiramientos, ambos grupos mantuvieron la mejora de la amplitud articular adquirida. Aunque ambas técnicas de estiramiento fueron eficaces, las personas informaron de que el estiramiento cíclico era más cómodo y más tolerable que el estiramiento sostenido. Por tanto, los autores abogaron por el estiramiento cíclico más que por el estiramiento sostenido.

Este estudio sobre el estiramiento cíclico y sostenido respalda la importancia de imponer un estiramiento prolongado sobre los músculos tirantes y el tejido conjuntivo para conseguir una deformación plástica y la elongación de los tejidos blandos. Es más probable que un estiramiento prolongado mejore la movilidad a largo plazo. El estiramiento mecánico prolongado, cíclico o sostenido, parece ser bastante más eficaz que el estiramiento pasivo manual porque la fuerza de estiramiento se aplica durante bastante más tiempo de lo que sería práctico con el estiramiento manual.

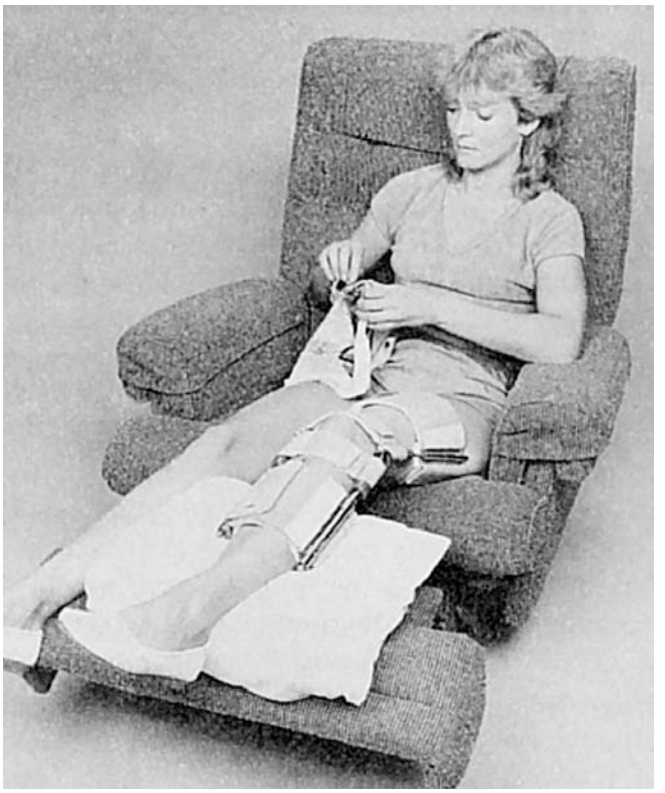


Figura 5.6. La Dynasplint Systems® Unit ejerce un estiramiento prolongado sobre los tejidos blandos para reducir la contractura de flexión de la rodilla. (Reproducido con autorización de Dynasplint Systems, Inc., Baltimore, MD.)

B. Inhibición activa[3,18,39,54,61,65,68]

La **inhibición activa** comprende las técnicas en las que el paciente relaja de forma refleja el músculo que se va a elongar antes o durante la maniobra de estiramiento. Cuando se inhibe un músculo (se relaja), la resistencia a la elongación del músculo es mínima. Las técnicas de inhibición recíproca sólo relajan las estructuras contráctiles del músculo, y no los tejidos conjuntivos. Este tipo de estiramiento sólo es posible si el músculo que se va a elongar cuenta con una inervación normal y está bajo control voluntario. No puede emplearse en pacientes con debilidad muscular grave, espasticidad o parálisis por una disfunción neuromuscular.

Los terapeutas han empleado las técnicas de inhibición activa, la mayoría de las cuales se han adaptado a partir de las técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP),[68] como alternativa o combinación durante muchos años de los estiramientos pasivos manuales. Las técnicas de inhibición aumentan la longitud muscular relajando y elongando los componentes contráctiles del músculo. La suposición es que las sarcómeras cederán con mayor facilidad cuando el músculo está relajado, siendo menor la resistencia activa (tensión) del músculo mientras se elonga. Una ventaja de las técnicas de inhibición es que la elongación del músculo es una forma más cómoda de estiramiento que los estiramientos tradicionales pasivos de corta duración y gran intensidad. Una desventaja de la inhibición activa es que, por ser un estiramiento de gran intensidad, afecta primariamente las estructuras elásticas del músculo y produce un aumento menos permanente de la extensibilidad de los tejidos blandos que los métodos de estiramiento más prolongados.

Pueden emplearse varias variaciones de las técnicas de inhibición activa para relajar primero (inhibir) y luego elongar los músculos acortados, como (1) la técnica de sustentación-relajación, (2) la técnica de sustentación-relajación con contracción del agonista y (3) la técnica de contracción del agonista. En la FNP clásica, estas técnicas de inhibición se realizan mediante patrones diagonales.[27,68] En este capítulo describimos las técnicas de inhibición empleando los planos anatómicos de movimiento.

1. Técnica de sustentación-relajación (SR) [11,18,52,54,61,67,68]

a. Mediante esta técnica, el paciente realiza una *contracción isométrica en recorrido externo* del músculo tenso antes de que se elongue pasivamente. La razón de esta técnica es que, después de una contracción previa al estiramiento del músculo tirante, éste se relaja como resultado de la *inhibición autógena* (o autoinhibición posisométrica) y por tanto se elonga con mayor facilidad. Los órganos tendinosos de Golgi (OTG) pueden activarse e inhibir la tensión del músculo para que se elongue con mayor facilidad.

b. Una variación de esta técnica es la técnica de *contracción-relajación*. [68] Después de elongar pasivamente el músculo tenso, el paciente realiza una contracción *isotónica concéntrica* del músculo tenso frente a una resistencia antes de elongar el músculo.

c. En los lugares de entrenamiento deportivo y clínico, los médicos han informado de que ambas técnicas parecen conseguir la elongación pasiva del músculo con mayor comodidad para el paciente que los procedimientos de estiramiento pasivo manual.

d. Los médicos han asumido que la contracción previa al estiramiento causa una relajación refleja acompañada de una reducción de la actividad electromiográfica (EMG) del músculo tenso. Algunos autores[11,16,48] han refutado este supuesto, mientras que otros los respaldan. En dos estudios[16,48] se identificó una descarga sensorial postcontracción (aumento de la actividad EMG) en el músculo que se iba a elongar. Esto manifiesta que el músculo que se va a estirar no se relajó bien. En otro estudio no se halló una elevación poscontracción de la actividad EMG con el empleo de la técnica de contracción-relajación.[11]

2. Técnica de sustentación-relajación con contracción del agonista[11,17,18,48,68]

a. Esta variación de la técnica de sustentación-relajación es una contracción isométrica previa al estiramiento del músculo tirante y la relajación seguida por una contracción concéntrica del músculo agonista opuesto al músculo tirante. A medida que el músculo agonista se acorta, se elonga el músculo tirante. Esta técnica combina la *inhibición autógena* y la *inhibición recíproca* para elongar los músculos tirantes.

b. En un estudio[17] esta técnica produjo un mayor incremento de la amplitud de dorsiflexión del tobillo que la técnica de sustentación-relajación. En otro estudio no hubo diferencias significativas entre ambas técnicas. [48]

3. Contracción del músculo agonista [3,10,11,18]

a. Otra técnica de inhibición es la contracción del músculo agonista. Este término se ha empleado en varios estudios, pero puede llevar a confusión. Al igual que con la técnica anterior, "agonista" se refiere al músculo contrario al músculo tirante; "antagonista", por tanto, se refiere al músculo tirante. Durante este procedimiento, el paciente contrae de modo dinámico (acorta) el músculo *contrario al músculo tirante* ante una resistencia. Esto provoca una *inhibición recíproca* del músculo tirante, y el músculo tirante se elonga con mayor facilidad a medida que se mueve la extremidad.

b. Los terapeutas han descubierto que es una forma eficaz y muy suave para elongar un músculo tirante, en especial si el músculo tirante duele o está en las fases iniciales de la curación. Este método es menos eficaz cuando el paciente muestra una amplitud casi normal.

C. Autoestiramiento

El autoestiramiento es un tipo de ejercicio de flexibilidad que los pacientes realizan por sí mismos. Los pacientes pueden estirar pasivamente sus propias contrac-

turas empleando el peso del cuerpo como fuerza de estiramiento. También pueden inhibir de forma activa un músculo para aumentar su longitud. El autoestiramiento permite a los pacientes mantener o aumentar con independencia la movilidad ganada en las sesiones de tratamiento. Las pautas de la intensidad y duración del estiramiento son las mismas que para el estiramiento pasivo realizado por un terapeuta o el estiramiento mecánico.

Las técnicas de autoestiramiento son un aspecto importante de los programas de ejercicio en casa y del tratamiento a largo plazo de muchos problemas musculoesqueléticos y neuromusculares. La formación del paciente para que haga correctamente el autoestiramiento en casa es importante para la prevención de recaídas en lesiones o futuras disfunciones, Los procedimientos específicos del autoestiramiento no se abordarán en este capítulo. Las ilustraciones y explicaciones de muchos ejercicios de autoestiramiento se hallarán en los capítulos 8, 13 y 15, todos los cuales tratan sobre ejercicios para las extremidades superiores e inferiores, y el tronco.

IV. Indicaciones y objetivos del estiramiento[1,3,5,18,39,65]

A. Indicaciones

1. Cuando la amplitud del movimiento está limitada por contracturas, adherencias y formación de tejido cicatrizal, lo que provoca el acortamiento de los músculos, el tejido conjuntivo y la piel.

2. Cuando las limitaciones pueden provocar deformidades estructurales (esqueléticas) de otro modo evitables.

3. Cuando las contracturas interfieren con las actividades funcionales diarias o los cuidados en clínicas o asilos.

4. Cuando se aprecia debilidad muscular y tirantez en los tejidos opuestos. Los músculos tirantes deben elongarse antes de que los músculos débiles puedan fortalecerse con eficacia.

B. Objetivos

1. El objetivo general de los estiramientos es recuperar o restablecer la amplitud normal del movimiento de las articulaciones y la movilidad de los tejidos blandos que rodean una articulación.

2. Son objetivos específicos:

a. Prevenir contracturas irreversibles.

b. Aumentar la flexibilidad general de una porción del cuerpo junto con ejercicios de fortalecimiento.

c. Impedir o reducir al mínimo el riesgo de lesiones musculotendinosas relacionadas con actividades físicas y deportes específicos.

V. Procedimientos para aplicar estiramiento pasivo[1,5,18,32,46,53,61,67]

A. Evaluación del paciente antes del estiramiento

1. Identificar las limitaciones funcionales que son el resultado de la movilidad limitada.

2. Determinar si la limitación articular o de los tejidos blandos es la causa de la reducción del movimiento y elegir técnicas apropiadas de estiramiento o movilización articular, o una combinación de ambas para corregir la limitación. Siempre se evalúa la articulación para comprobar si el juego articular es adecuado. Antes de comenzar las técnicas de estiramiento de los tejidos blandos en cualquier sesión de tratamiento, se emplean las técnicas de movilización articular para restablecer un tanto el juego articular.

3. Se evalúa la fuerza de los músculos en los que se aprecia limitación del movimiento y se tiene en cuenta de forma realista el valor de someter a estiramiento las estructuras causantes de la limitación. El individuo puede tener capacidad para desarrollar suficiente fuerza y controlar la nueva amplitud del movimiento.

B. Antes de iniciar los estiramientos

1. Se tiene en cuenta cuáles son los mejores estiramientos o la alternativa a éstos para aumentar la amplitud.

2. Se explican los objetivos de los estiramientos al paciente.

3. Se coloca al paciente en una posición estable y cómoda que le permita el mejor plano de movimiento en que realizar los estiramientos. La dirección de los estiramientos será exactamente la contraria a la dirección de la tirantez (acción del músculo).

4. Se explicará el procedimiento al paciente y se asegurará el terapeuta de que lo entienda.

5. El área que se va a estirar se dejará libre de ropa, vendas o férulas que restrinjan el movimiento.

6. Explicar al paciente que es importante estar lo más relajado posible durante el período de estiramiento y que los procedimientos se llevarán a cabo hasta donde lo permita su nivel de tolerancia.

7. Se emplearán técnicas de relajación antes de los estiramientos, si fuera necesario. (Ver sección VI de este capítulo para obtener información más específica.)

8. Se aplica calor o se realizan ejercicios de calentamiento para los tejidos blandos que se van a estirar. El calentamiento de las estructuras tirantes aumenta su extensibilidad y reduce la posibilidad de lesiones.

C. Cuando se aplican los estiramientos

1. Se mueve la extremidad con lentitud en toda la amplitud libre hasta el punto de restricción.

2. Se sujeta la extremidad por el área proximal y distal a la articulación en la que se produce el movimiento. La presa debe ser firme, pero nunca incómodo para el paciente. Se empleará algún tipo de almohadillado, si fuera necesario, en algunas áreas de tejido subcutáneo mínimo, sobre superficies óseas o con sensibilidad reducida. Se emplearán las superficies anchas de las manos para aplicar la fuerza.

3. Se estabiliza con firmeza el segmento proximal (manualmente o con equipo) y se mueve el segmento distal.

a. Para estirar un músculo poliarticular, se estabiliza el segmento distal o proximal en el que se inserta el músculo.

b. Se estira el músculo sobre una articulación cada vez, luego en todas las articulaciones a la vez hasta conseguir la longitud óptima de los tejidos blandos.

c. Reducir al mínimo las fuerzas compresivas de las articulaciones pequeñas, estirar las articulaciones distales primero y avanzar en sentido proximal.

4. Para evitar la compresión de las articulaciones durante los estiramientos, se aplica una tracción muy suave (grado I) sobre la articulación en movimiento.

5. Se aplica la fuerza del estiramiento de modo sostenido, lento y suave. Se llevan los tejidos blandos restringidos hasta el punto de la tirantez y luego se continúa el movimiento más allá.

a. La fuerza debe ser suficiente para generar tensión sobre las estructuras de partes blandas, aunque no tan grande que cause dolor o lesiones en las estructuras.

b. Se evitarán los estiramientos balísticos. No se harán rebotes con la extremidad al final de la amplitud. Esto facilitará el reflejo de estiramiento y causará una facilitación refleja del músculo que se va a estirar. Los estiramientos balísticos tienden a causar la máxima cantidad de traumatismos y lesiones en los tejidos.

c. En la posición de estiramiento, el paciente debe experimentar una sensación de tracción o tirantez de las estructuras que se estiran, pero nunca dolor.

6. Se mantiene al paciente en la posición del estiramiento al menos 15 a 30 segundos o más.

a. Durante este tiempo la tensión sobre los tejidos debe reducirse lentamente.

b. Cuando se reduce la tensión, se mueve la extremidad o la articulación un poco más allá.

7. Se libera gradualmente la fuerza del estiramiento.

8. Se deja al paciente y al terapeuta descansar momentáneamente y luego se repite la maniobra.

NOTA: No se intentará recuperar la amplitud completa con una o dos sesiones de tratamiento. El incremento de la flexibilidad es un proceso lento y gradual. Pasarán varias semanas de tratamiento hasta obtener resultados significativos.

D. Después de los estiramientos

1. Se aplica frío sobre los tejidos blandos que se han estirado y se deja que se enfríen en una posición elongada. Esto reducirá al mínimo la mialgia posterior al estiramiento que puede producirse como resultado de microtraumatismos durante los estiramientos. Cuando los tejidos blandos se enfrían en una posición elongada, el aumento de la amplitud del movimiento se mantiene mejor.[42,55]

2. Se hará que el paciente realice ejercicios activos y actividades funcionales que empleen la amplitud del movimiento adquirida.

3. Se desarrolla un equilibrio de la fuerza de los músculos antagonistas dentro de la nueva amplitud para que haya control y estabilidad a medida que aumente la flexibilidad.

VI. Inhibición y relajación

Durante años muy distintos profesionales han empleado los procedimientos de inhibición y relajación para aliviar el dolor, la tensión muscular, y disfunciones mentales, incluyendo cefaleas por tensión, hipertensión y dificultad respiratoria.[32,34,37,56,74]

Las técnicas de inhibición activa son los procedimientos de relajación refleja que los terapeutas emplean para inhibir la tensión muscular o la rigidez refleja de la musculatura antes de la elongación. Las bases de estas técnicas se han expuesto en la sección III.B de este capítulo.

Los procedimientos para la aplicación de las técnicas de inhibición activa se subrayan en esta sección.

En esta sección también se expone una breve revisión de otras modalidades terapéuticas empleadas para promover la relajación y la extensibilidad de los tejidos blandos.

A. Técnicas de inhibición activa: procedimientos para la aplicación

1. Técnica de sustentación-relajación (SR)

a. Procedimiento.

(1) Se empieza con el músculo acortado en una posición elongada que sea cómoda.

(2) Se pide al paciente que contraiga isométricamente el músculo acortado contra la resistencia sustancial durante 5 a 10 segundos hasta que el músculo llegue a la fatiga.

(3) Luego se hace que el paciente se relaje voluntariamente.

(4) Luego, el terapeuta elonga el músculo moviendo pasivamente la extremidad en toda la amplitud adquirida.

(5) Se repite todo el procedimiento después de varios segundos de reposo. Se hace que el paciente descanse con el músculo en una posición elongada confortable.

b. ***Precauciones.***

(1) La contracción isométrica del músculo acortado no debe ser dolorosa.

(2) No es necesario que el paciente realice una contracción isométrica máxima del músculo acortado antes del estiramiento. Una contracción isométrica *submáxima* durante un período más largo inhibirá adecuadamente el músculo acortado. La descarga sensorial postcontracción (tensión persistente en el músculo después de la contracción previa al estiramiento) puede ser un problema mayor si se realiza una contracción máxima. Será más fácil para el terapeuta controlar una contracción submáxima de larga duración si el paciente es fuerte.

c. Ejemplo: músculos flexores plantares acortados del tobillo.

(1) Se mueve el tobillo en dorsiflexión adoptando una posición cómoda para elongar los músculos acortados.

(2) El terapeuta coloca la mano sobre la superficie plantar del pie del paciente.

(3) El paciente contrae isométricamente los músculos flexores plantares contra la resistencia del terapeuta durante 5 a 10 segundos.

(4) Se pide al paciente que se relaje; luego se mueve pasivamente en dorsiflexión el tobillo del paciente para elongar los flexores plantares.

2. Técnica de sustentación-relajación con contracción del músculo agonista

a. Procedimiento.

(1) Se sigue el mismo procedimiento que con la técnica de sustentación-relajación.

(2) Una vez que el paciente ha contraído el músculo acortado, se hace que el paciente realice una contracción concéntrica del músculo agonista opuesto al músculo acortado. El paciente mueve activamente la extremidad en la amplitud incrementada.

b. ***Precauciones*:** las mismas que para la técnica de sustentación-relajación.

c. Ejemplo: los flexores plantares acortados del tobillo.

(1) Se siguen los procedimientos de la técnica de sustentación-relajación.

(2) Después de que el paciente contraiga isométricamente los músculos flexores plantares, el paciente mueve activamente en dorsiflexión el pie para elongar los flexores plantares.

3. Contracción del músculo agonista

a. Procedimiento.

(1) Se elonga pasivamente el músculo acortado hasta una posición cómoda.

(2) Se hace que el paciente realice una contracción concéntrica del músculo agonista, el músculo opuesto al músculo acortado.

(3) Se aplica una resistencia leve sobre el músculo que se contrae, pero se permite que haya un movimiento articular.

(4) El músculo acortado se relajará y elongará como resultado de la inhibición recíproca cuando se produzca el movimiento articular.

b. ***Precauciones.***

(1) No se aplica una resistencia excesiva sobre el músculo que se contrae. Esto puede causar la irradiación de la tensión del músculo acortado más que la relajación y puede restringir el movimiento de la articulación o causar dolor.

(2) Recuerda: Este procedimiento se emplea a menudo cuando los espasmos musculares restringen el movimiento articular. Este tipo de inhibición activa es muy útil si el paciente no puede realizar una contracción fuerte indolora con el músculo acortado, lo cual se hará con la técnica de sustentación-relajación.

c. Ejemplo: los músculos flexores plantares del tobillo acortados y dolorosos.

(1) Se coloca el tobillo del paciente en una posición cómoda.

(2) Se aplica una resistencia leve sobre el dorso del pie mientras el paciente contrae dinámicamente los músculos dorsiflexores. Se permite movimiento articular (aumento de la dorsiflexión) cuando se produce la relajación y elongación de los flexores plantares.

B. Relajación local

1. Calor[8]

El calentamiento de los tejidos blandos antes de los estiramientos aumenta la extensibilidad de los tejidos acortados. Los músculos calientes se relajan y elongan con mayor facilidad, haciendo los estiramientos más cómodos para el paciente. A medida que aumenta la temperatura de los músculos, la cantidad de fuerza requerida para elongar los tejidos contráctiles y no contráctiles y la duración de la fuerza del estiramiento se reducen. A medida que aumenta la temperatura intramuscular, el tejido conjuntivo cede con mayor facilidad al estiramiento pasivo y aumenta la sensibilidad de los OTG (lo que hace más probable que se activen e inhiban la tensión muscular).[20] El calor también reduce al mínimo la posibilidad de microtraumatismos de los tejidos blandos durante los estiramientos y, por tanto, puede reducir la mialgia diferida postejercicio.[29,42,75,76] El calentamiento se conseguirá con calor aplicado a nivel superficial o profundo en los tejidos blandos antes o durante los estiramientos. El ejercicio activo de baja intensidad realizado antes de los estiramientos aumenta la circulación de los tejidos blandos y calienta los tejidos que se van a estirar. Aunque difieran los resultados de los estudios, un paseo corto, montar en una bicicleta estática sin llegar a la fatiga o unos pocos minutos de ejercicios activos de brazos sirven para aumentar la temperatura intramuscular antes de iniciar las actividades de estiramiento.[22,33,57]

Aunque a menudo se cree que los estiramientos son una actividad de calentamiento y se realizan antes de un ejercicio vigoroso, médicos y pacientes deben recordar siempre que debe haber un calentamiento adecuado como preparación para el estiramiento.

El empleo de calor sin estiramiento ha demostrado tener poco o ningún efecto sobre la mejora a largo plazo de la flexibilidad muscular.[29,59] La combinación de calor y estiramiento mejora más la longitud a largo plazo de los tejidos que el estiramiento sin aplicación previa de calor.[29]

NOTA: Se ha abogado por la aplicación de frío antes del estiramiento (crioestiramiento) para reducir el tono muscular y hacer los músculos menos sensibles al estiramiento en las personas sanas[26] y en los pacientes con espasticidad o rigidez secundaria a lesiones de las motoneuronas superiores.[68] El empleo de frío inmediatamente después de una lesión en los tejidos blandos reduce con eficacia el dolor y los espasmos musculares.[38,52] Una vez comienza la curación de los tejidos blandos y la cicatrización, el frío hace los tejidos en proceso de curación menos extensibles y más propensos a microtraumatismos durante los estiramientos.[14,38] También se ha demostrado que el enfriamiento de los tejidos blandos en una posición elongada después de un estiramiento favorece mejoras más permanentes de la longitud de los tejidos blandos y reduce al mínimo la mialgia posterior a los estiramientos.[42,55]

Las autoras recomiendan que se aplique frío sobre los tejidos blandos dañados durante las primeras 24 a 48 horas después de la lesión con el fin de reducir al mínimo la hinchazón, los espasmos musculares y el dolor. Cuando estén indicados los estiramientos, se calentarán los tejidos blandos antes o durante la maniobra. Después de los estiramientos, debe aplicarse frío sobre los músculos mantenidos en una posición elongada con el fin de minimizar la mialgia posterior a los estiramientos y favorecer un aumento más duradero de la amplitud del movimiento.

2. Masaje[4,37]

Está bien documentado que el masaje, en concreto el masaje profundo, aumenta la circulación local y reduce los espasmos y la rigidez musculares. Al masaje suele precederle la aplicación de calor para aumentar la extensibilidad de los tejidos blandos antes de los estiramientos.

3. Biorretroalimentación (biofeedback)[37]

Los pacientes, si cuentan con la preparación adecuada, puede vigilar y reducir la tensión de un músculo mediante biorretroalimentación. Mediante retroalimentación visual o auditiva, los pacientes puede empezar a sentir o percibir lo que es la relajación muscular. La biorretroalimentación es sólo una herramienta que puede ser útil para que los pacientes aprendan y practiquen el proceso de relajación. Al reducir la tensión muscular, el dolor se reduce y aumenta la flexibilidad.

4. Tracción u oscilación articulares[18,32]

a. Puede recurrirse a una ligera distracción manual de las superficies articulares antes o junto con la movilización articular o las técnicas de estiramiento para inhibir el dolor articular y los espasmos de los músculos que rodean la articulación (véase el capítulo 6).[18]

b. Los movimientos pendulares[32] de una articulación,

recomendados por Codman, emplean el peso de la extremidad para separar las superficies articulares y, por tanto, hacer oscilar y relajar el miembro (véase la fig. 8.1). La distracción de la articulación puede aumentar añadiendo medio kilo o 1 kilo a la extremidad, lo que causará una fuerza de estiramiento en los tejidos articulares.

C. Relajación general[34,37,56]

1. Las técnicas de relajación progresiva general pueden ser un complemento útil para un programa de estiramientos. Los pacientes aprenden a relajar todo el cuerpo o una extremidad. La tensión de los músculos se alivia con un esfuerzo consciente. Algunas técnicas, como la relajación autógena recomendada por Schultz,[56] sugieren que haya un control consciente y progresivo y se relajen los músculos y la tensión corporal. Otras técnicas, como la relajación progresiva de Jacobson,[34] sugieren una progresión sistemática de distal a proximal de la contracción y relajación conscientes de los músculos.

2. Procedimientos para el entrenamiento de la relajación progresiva.[7,34,37,56]

a. Se lleva al paciente a un área tranquila y se le coloca en una posición cómoda, y se asegura el terapeuta de que no lleve ropa que estorbe el movimiento.

b. Se pide al paciente que respire profundamente y de forma relajada.

c. Se pide al paciente que contraiga de modo voluntario la musculatura distal de las manos o pies unos segundos. Luego se pide al paciente que relaja conscientemente esos músculos.

d. Se indica al paciente que trate de percibir una sensación de pesadez en las manos o pies.

e. Se indica al paciente que perciba una sensación de calor en los músculos relajados.

f. Se avanza hacia un área más proximal del cuerpo. Se hace que el paciente contraiga y luego relaje activamente la musculatura más proximal. Finalmente, se hace que el paciente contraiga isométricamente y luego contraiga conscientemente toda la extremidad.

g. Se indica al paciente que perciba una sensación de pesadez y calor por todo el miembro y finalmente por todo el cuerpo.

NOTA: El terapeuta puede usar cualquier combinación de relajación local y general para favorecer una relajación muscular máxima y, por tanto, mejorar el potencial de flexibilidad muscular máxima dentro de un programa de estiramientos.

VII. Precauciones y contraindicaciones

A. Precauciones para los estiramientos[1,5,18,31,39,66]

1. No se debe forzar pasivamente una articulación más allá de la amplitud normal del movimiento. Recuérdese que la amplitud normal varía de una persona a otra.

2. Las fracturas consolidadas recientemente deben protegerse con estabilización entre el punto de la fractura y la articulación en la que se produce el movimiento.

3. Se emplearán precauciones especiales en los pacientes con osteoporosis conocida o posible debido a una enfermedad, un reposo prolongado en cama, la edad y el consumo prolongado de esteroides.

4. Se evitará un estiramiento vigoroso de los músculos y tejidos conjuntivos que hayan estado inmovilizados durante mucho tiempo. Los tejidos conjuntivos (tendones y ligamentos) pierden fuerza su resistencia tensil después de una inmovilización prolongada.

a. Los estiramientos de corta duración y gran intensidad tienden a causar más traumatismos con la debilidad consiguiente de los tejidos blandos que los estiramientos de larga duración y baja intensidad.

b. Los ejercicios de fortalecimiento deben integrarse en un programa de estiramientos a medida que aumente la amplitud del movimiento para que los pacientes desarrollen un equilibrio apropiado entre flexibilidad y fuerza.

5. Si un paciente experimenta artralgias o mialgias que duren más de 24 horas después de los estiramientos, es que se ha empleado demasiada fuerza durante aquéllos y se está produciendo una respuesta inflamatoria que aumentará la formación de tejido cicatrizal. Los pacientes no deben experimentar más que malestar residual y una sensación transitoria de dolor a la palpación.

6. Se evitará el estiramiento del tejido edematoso, ya que es más propenso a las lesiones que el tejido normal. La irritación continua de los tejidos edematosos suele aumentar el dolor y el edema.

7. Se evitará estirar en exceso los músculos débiles, sobre todo los que soportan estructuras corporales ante la fuerza de la gravedad.

B. Contraindicaciones para los estiramientos

1. Cuando un bloqueo óseo limite el movimiento articular.

2. Después de una fractura reciente.

3. Siempre que haya pruebas de un proceso infeccioso o inflamatorio agudo (calor e hinchazón) en los tejidos acortados y la región circundante.

4. Siempre que haya un dolor agudo e intenso con el movimiento articular o la elongación de los músculos.

5. Cuando se observe un hematoma u otra señal de un traumatismo hístico.

6. Cuando una contractura o un acortamiento de los tejidos blandos aumenten la estabilidad articular en lugar de la estabilidad estructural normal o la fuerza muscular.

7. Cuando una contractura o un acortamiento de los tejidos blandos sean la base del aumento de la capacidad funcional, sobre todo en pacientes con parálisis o debilidad muscular grave.

VIII. Técnicas de estiramiento que usan los planos anatómicos de movimiento

Al igual que con los ejercicios para la amplitud del movimiento (ROM) descritos en el capítulo 2, las técnicas o maniobras siguientes se describen con el paciente en decúbito supino. Las posiciones alternativas del paciente en decúbito prono o sentado son adecuadas para algunos movimientos y se especifican cuando es necesario.

Las técnicas de estiramiento manual eficaces requieren una estabilización adecuada del paciente y suficientes fuerza y buena mecánica corporal por parte del terapeuta. Dependiendo del tamaño (altura y peso) del terapeuta y del paciente, el terapeuta tendrá que introducir variaciones en la posición del paciente y la colocación de las manos.

Cada una de las descripciones de una técnica de estiramiento se identifica con el plano de movimiento que hay que aumentar y le sigue una notación del grupo de músculos que se estira. Cada sección contiene una exposición de consideraciones especiales para cada articulación.

Las técnicas de estiramiento pasivo prolongado que emplean equipamiento mecánico se aplican en las mismas posturas y recurren a los mismos puntos de estabilización que los estiramientos pasivos manuales. La fuerza del estiramiento se aplica con menor intensidad y durante un período mucho más largo que con los estiramientos pasivos manuales. La fuerza del estiramiento procede más de un sistema de poleas lastradas que de la fuerza del terapeuta. El paciente es estabilizado con cinturones, cinchas o contrapesos.

Las técnicas de autoestiramiento de las extremidades y el tronco, que el paciente puede realizar sin ayuda del terapeuta, no aparecen en este capítulo. Estas técnicas se hallarán, para cada una de las articulaciones de las extremidades en los capítulos 8 a 13. Los procedimientos para estirar la musculatura de las columnas cervical, dorsal y lumbar se encontrarán en el capítulo 15.

A. Extremidad superior

1. El hombro: consideraciones especiales

Muchos de los músculos que intervienen en el movimiento del hombro se insertan en la escápula y no en el tórax. Por tanto, cuando se estira la mayoría de los músculos de la cintura escapular, es obligatorio estabilizar la escápula. Sin la estabilización escapular, la fuerza del estiramiento se transmitirá a los músculos que normalmente estabilizan la escápula durante el movimiento del brazo. Esto somete estos músculos a un posible estiramiento excesivo y oculta la amplitud verdadera del movimiento de la articulación glenohumeral.

Recuérdese:

–Cuando la escápula está estabilizada y no se le permite moverse en abducción o rotación ascendente, sólo hay 120 grados de flexión y abducción del hombro en la articulación glenohumeral.

–Cuando se estabiliza el movimiento escapular, el húmero debe girar externamente para conseguir una amplitud total del movimiento.

–Los músculos más aptos para mostrar tirantez son los que *impiden* la flexión, abducción y rotación completas del hombro. Es poco habitual hallar tirantez en las estructuras que impiden la aducción y extensión del hombro a una posición neutra.

a. **Para aumentar la flexión del hombro** (para estirar los músculos extensores del hombro) (fig. 5.7).

(1) Colocación de las manos.

Se sujeta la cara posterior de la porción distal del húmero, justo por encima del codo.

(2) Se estabiliza el borde axilar de la escápula para estirar el músculo redondo mayor, o se estabiliza la cara lateral del tórax y la cara superior de la pelvis para estirar el músculo dorsal ancho.

(3) Se mueve al paciente para que adopte una flexión total del hombro con el fin de elongar los músculos extensores del hombro.

b. **Para aumentar la hiperextensión del hombro** (para estirar los músculos flexores del hombro) (fig. 5.7)

(1) Posición alternativa.

Se coloca al paciente en decúbito prono.

(2) Colocación de las manos.

Se sostiene el antebrazo y se sujeta la porción distal del húmero.

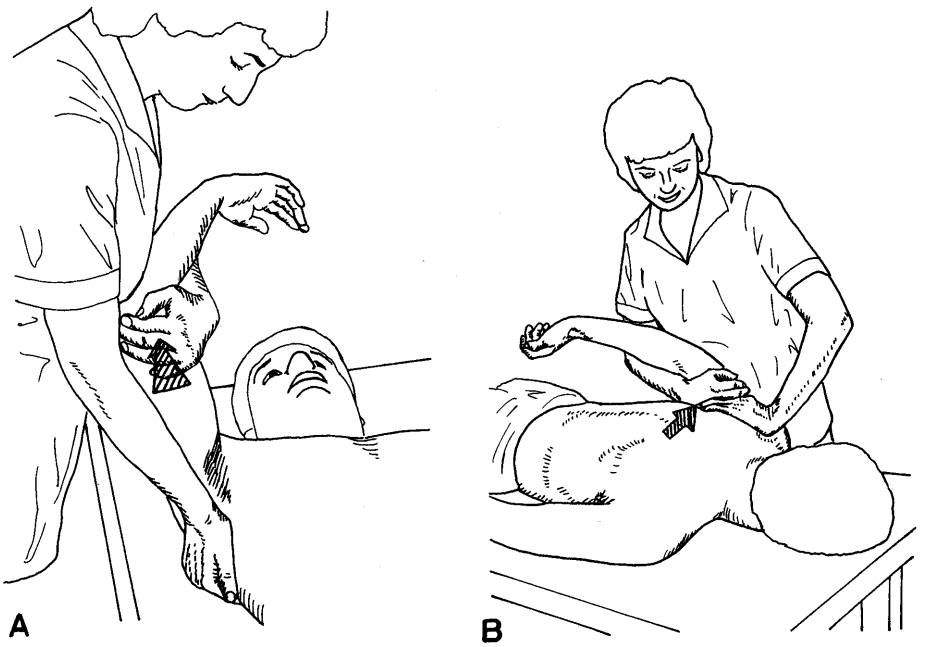


Figura 5.7. (A) Colocación de las manos y estabilización de la escápula para el estiramiento con el fin de elongar el músculo redondo mayor. (B) Colocación de las manos y estabilización de la escápula para aumentar la hiperextensión del hombro.

(3) Se estabiliza la cara posterior de la escápula para impedir movimientos sustitutivos.

(4) Se mueve el brazo del paciente para que el hombro adopte hiperextensión completa con el fin de elongar los músculos flexores del hombro.

c. **Para aumentar la abducción del hombro** (para estirar los músculos aductores) (Fig. 5.8)

(1) Colocación de las manos.

Con el codo flexionado 90 grados, se sujeta la porción distal del húmero.

(2) Se estabiliza el borde axilar de la escápula.

(3) Se mueve al paciente para que el hombro adopte abducción completa con el fin de elongar los músculos aductores del hombro.

d. **Para aumentar la aducción del hombro** (para estirar los músculos abductores)

(1) Es poco corriente que un paciente no pueda mover en aducción completa el hombro hasta 0 grados (para que el brazo quede al costado del paciente).

(2) Incluso si el paciente ha llevado una férula de abducción después de una lesión articular o en los tejidos blandos del hombro, cuando esté de pie la tracción constante de la fuerza de la gravedad elonga los abductores del hombro de modo que el paciente puede moverlo en aducción hasta una posición neutra.

e. **Para aumentar la rotación externa del hombro** (para estirar los rotadores internos) (Fig. 5.9)

(1) Colocación de las manos.

Se mueve el hombro en abducción 45 a 90 grados o se coloca el brazo al costado y se flexiona el codo 90 grados. Se sujeta la porción distal del antebrazo con una mano y se estabiliza el codo con la otra.

(2) La estabilización de la escápula se consigue con la mesa sobre la cual yace el paciente.

(3) Se rota externamente el hombro del paciente moviendo el antebrazo del paciente cerca de la mesa. Esto elongará por completo los músculos rotadores internos.

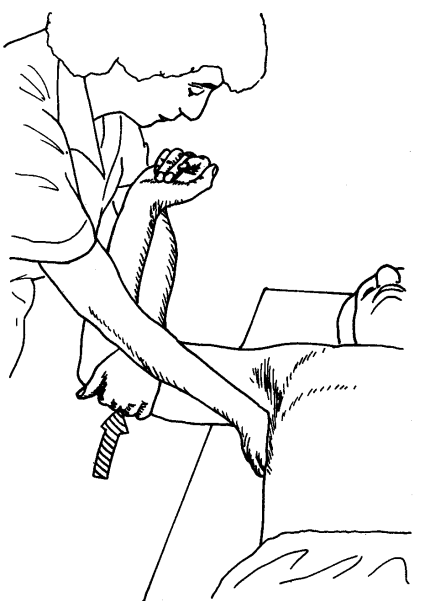


Figura 5.8. Colocación de las manos y estabilización de la escápula para el estiramiento con el fin de aumentar la abducción del hombro.

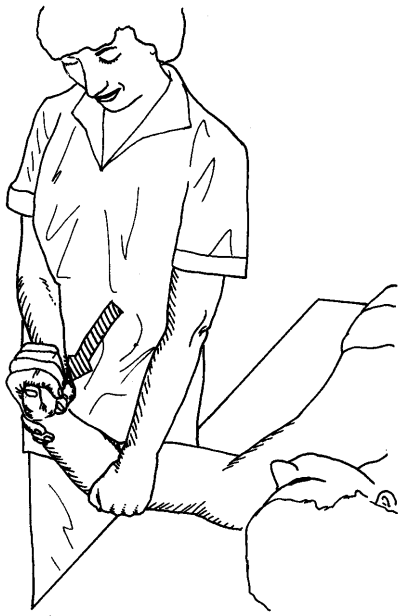


Figura 5.9. Colocación de las manos y estabilización de la escápula para el estiramiento con el fin de aumentar la rotación externa del hombro.

Figura 5.10. Colocación de las manos y estabilización del hombro para aumentar su rotación interna.

NOTA: Es necesario aplicar las fuerzas de estiramiento sobre la articulación intermedia del codo cuando se elongan los rotadores internos y externos del hombro. Por tanto, hay que estar seguros de que la articulación del codo es estable e indolora.

f. **Para aumentar la rotación interna del hombro** (para estirar los rotadores externos) (fig. 5.10).

(1) Colocación de las manos.

Igual que cuando se aumenta la rotación externa del hombro.

(2) Estabilización de la cara anterior del hombro.

(3) Se moverá al paciente para que adopte rotación interna con el fin de elongar los rotadores externos del hombro.

g. **Para aumentar la abducción horizontal del hombro** (para estirar los músculos pectorales)

(1) Posición alternativa.

Para conseguir abducción horizontal completa en decúbito supino, el hombro del paciente debe estar en el borde de la mesa. Al igual que con la movilidad pasiva (véase fig. 2.5A), se empieza con el hombro con 90 grados de abducción; el codo del paciente también puede estar flexionado.

(2) Colocación de las manos.

Se sujeta la cara anterior de la porción distal del húmero.

(3) Se estabiliza la cara anterior del hombro.

(4) Se mueve el brazo del paciente para que adopte abducción horizontal completa con el fin de estirar los músculos aductores horizontales.

NOTA: Los aductores horizontales suelen estar tirantes en sentido bilateral. El terapeuta aplica bilateralmente las técnicas de estiramiento, o puede procederse al autoestiramiento bilateral empleando una esquina o un bastón (véanse figs. 8.18 a 8.20).

h. **Movilización escapular.**

(1) Para conseguir un movimiento completo del hombro, el paciente debe presentar una movilidad escapular normal.

(2) Véanse las técnicas de movilización escapular del capítulo 6.

2. Codo y antebrazo: consideraciones especiales

Varios músculos que cruzan el codo, como el bíceps braquial y el braquiorradial, también influyen en la supinación y pronación del antebrazo. Por tanto, cuando se estiren los flexores y extensores del codo, el antebrazo debe estar en pronación y supinación.

Precaución: Los estiramientos vigorosos de los músculos flexores del codo pueden causar traumatismos internos en estos músculos. Esto puede precipitar una miositis osificante, sobre todo en los niños. Los estiramientos pasivos deben hacerse con suavidad, o habrá que plantearse el empleo de técnicas de inhibición activa.

a. **Para aumentar la flexión del codo** (para estirar los extensores del codo) (véase la fig. 2.7).

(1) Colocación de las manos.

Se sujeta la porción distal del antebrazo justo proximal a la muñeca.

(2) Se estabiliza el húmero.

(3) Se flexiona el codo del paciente justo hasta el punto de tirantez con el fin de elongar los extensores del codo.

b. **Para aumentar la extensión del codo** (para estirar los flexores del codo) (fig. 5.11).

(1) Colocación de las manos.

Se sujeta la porción distal del antebrazo.

(2) Se estabiliza la escápula y la cara anterior de la porción proximal del húmero.

(3) Se extiende el codo todo lo posible para elongar los flexores del codo.

NOTA: El terapeuta debe asegurarse de que hace esto con el antebrazo en supinación, pronación y una posición neutra para estirar todos los flexores del codo.

c. **Para aumentar la supinación o pronación del antebrazo** (véase la fig. 2.10).

(1) Colocación de las manos.

Con el húmero del paciente apoyado en la mesa y el codo flexionado 90 grados, se sujeta la porción distal del antebrazo.

(2) Se estabiliza el húmero.

(3) Se mueve el antebrazo en supinación o pronación hasta el punto de tirantez como está indicado. Hay que estar seguros de que la fuerza se aplica sobre el radio que gira en torno al cúbito. No debe girarse la mano.

(4) Se repite el procedimiento con el codo extendido. Hay que estar seguros de que se estabiliza el húmero para impedir la rotación interna o externa del hombro.

3. La muñeca: consideraciones especiales

Los músculos extrínsecos de los dedos cruzan la articulación de la muñeca y, por tanto, pueden influir en la amplitud del movimiento. También puede influir en el movimiento de la muñeca la posición del codo y el antebrazo porque los flexores y extensores de la muñeca se insertan proximalmente en los epicóndilos del húmero.

Cuando se estira la musculatura de la muñeca, la fuerza de estiramiento debe aplicarse proximal a las articulaciones metacarpofalángicas (MCF) y los dedos deben relajarse.

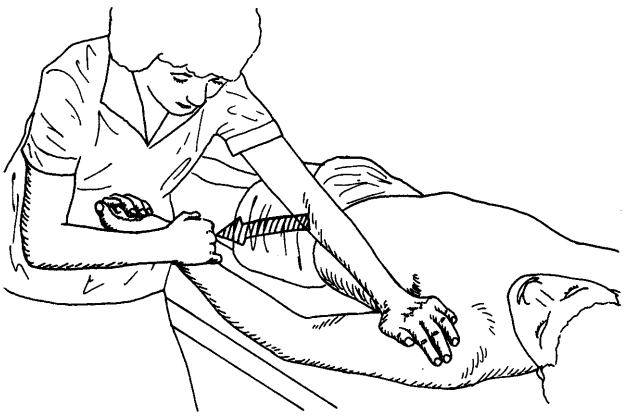


Figura 5.11. Colocación de las manos y estabilización de la escápula y la porción proximal del húmero para aumentar la extensión del codo.

Posición alternativa: Tal vez resulte más fácil que el paciente se siente en una silla pegada al terapeuta, con el antebrazo apoyado en la mesa, en vez de tumbado en decúbito supino.

a. **Para aumentar la flexión de la muñeca** (véase la fig. 2.11).

(1) Colocación de las manos.

Se mueve el antebrazo en supinación y se sujeta al paciente por la cara dorsal de la mano.

(2) Se estabiliza el antebrazo.

(3) Para elongar los músculos extensores de la muñeca, se flexiona la muñeca del paciente y se deja que los dedos se extiendan pasivamente. Para elongar más los extensores de la muñeca, se extiende el codo del paciente.

(4) Posición alternativa.

El antebrazo del paciente puede adoptar una posición media y sostenerse a lo largo del cúbito.

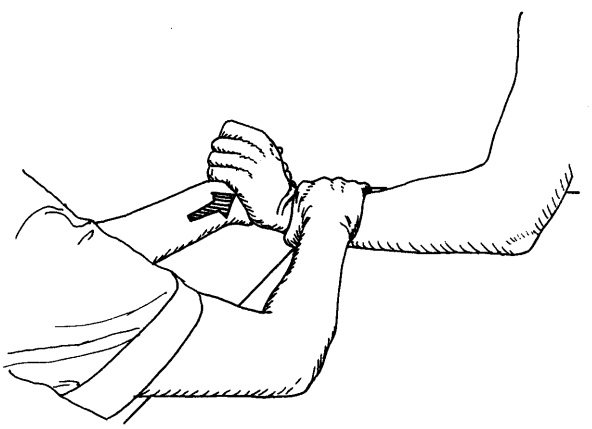


Figura 5.12. Colocación de las manos y estabilización del antebrazo para aumentar la extensión de la muñeca.

b. **Para aumentar la extensión de la muñeca** (fig. 5.12).

(1) Colocación de las manos.

Se mueve el antebrazo en pronación y se sujeta al paciente por la cara palmar de la mano.

(2) Se estabiliza el antebrazo.

(3) Para elongar los flexores de la muñeca, se extiende la muñeca del paciente, dejando que se flexionen pasivamente los dedos.

(4) Posición alternativa.

Se sostiene el antebrazo del paciente sobre la mesa, pero se deja que la mano caiga sobre el borde. Luego se extiende pasivamente la muñeca. Esto puede ser más cómodo para el terapeuta o necesario si el paciente tiene una contractura grave en flexión de la muñeca.

(5) Posición alternativa.

El antebrazo del paciente puede adoptar una posición media y apoyarse a lo largo del cúbito.

c. **Para aumentar la desviación radial.**

(1) Colocación de las manos.

Se sujeta la cara cubital de la mano a lo largo del V metacarpiano. Se mantiene la muñeca en una posición media.

(2) Se estabiliza el antebrazo.

(3) Se desvía radialmente la muñeca para elongar los desviadores cubitales de la muñeca.

d. **Para aumentar la desviación cubital.**

(1) colocación de las manos.

Se sujeta la cara radial de la mano a lo largo del II metacarpiano, no el pulgar.

(2) Se estabiliza el antebrazo.

(3) Se desvía cubitalmente la muñeca para elongar los desviadores radiales.

4. Los dedos: consideraciones especiales

La complejidad de las articulaciones y los músculos poliarticulares de los dedos requieren una evaluación cuidadosa de los factores que limitan el movimiento y específicamente la localización del movimiento limitado. Los dedos siempre deben estirarse uno por uno, no en conjunto.

Si un músculo extrínseco limita el movimiento, se elonga en una articulación mientras se estabilizan las otras. Luego se elonga en dos articulaciones a la vez, y así sucesivamente, hasta conseguir la longitud normal. Como se dijo en el capítulo 2, se empieza el movimiento con la articulación más distal para reducir la compresión articular de las pequeñas articulaciones de los dedos.

No debe producirse hipermovilidad en una articulación mientras se estira un tendón sobre dos o más articulaciones a la vez. Esto es sobre todo importante en las articulaciones MCF cuando se estira el músculo flexor profundo de los dedos.

El espacio interdigital entre el primero y segundo metacarpianos es crucial para que la mano sea funcional. Se estira esta área aplicando fuerza sobre las cabezas del primero y segundo metacarpianos y no sobre las falanges.

a. **Para aumentar la flexión y extensión, y la abducción y aducción de las articulaciones MCF** (véase la fig. 2.13A).

(1) Colocación de las manos.

Se sujeta la falange proximal con el pulgar y el índice del terapeuta.

(2) Se estabiliza el metacarpiano con el otro pulgar y el índice. Se mantiene la muñeca en una posición media.

(3) Se mueve la articulación MCF en la dirección deseada del estiramiento. Se deja que las articulaciones interfalángicas proximales (IFP) y la articulación interfalángica distal (IFD) se flexionen o extiendan pasivamente.

b. **Para aumentar la flexión y extensión de las articulaciones IFP e IFD** (véase la fig. 2.13B).

(1) Colocación de las manos.

Se sujeta la falange media o distal con el pulgar y el índice del terapeuta.

(2) Se estabiliza la falange proximal o media con el otro índice y pulgar.

(3) Se mueven las articulaciones IFP o IFD en la dirección deseada del estiramiento

c. **Estiramiento de los músculos intrínsecos y extrínsecos específicos de los dedos.**

En el capítulo 2 (sección VI.A.13) se describe la elongación de los músculos intrínsecos y extrínsecos de la mano. Para estirar estos músculos más allá de la amplitud disponible, se emplea la misma colocación y estabilización de las manos que con la ROM pasiva. La única diferencia en la técnica es que el terapeuta mueve al paciente más allá del punto de tirantez.

B. Extremidad inferior

1. La cadera: consideraciones especiales

Como los músculos de la cadera se insertan en la pelvis o la columna lumbar, la pelvis debe siempre estabilizarse cuando se elongan los músculos en torno a la cadera. Si la pelvis no se estabiliza, la fuerza de estiramiento se transferirá a la columna lumbar, en la que se producirá un movimiento compensatorio indeseable.

a. **Para aumentar la flexión de la cadera con la rodilla flexionada** (para estirar el músculo glúteo mayor) (véase la fig. 2.15B).

(1) Colocación con las manos.

Se flexiona la cadera y la rodilla simultáneamente.

(2) Se estabiliza el fémur contrario en extensión para impedir la desviación posterior de la pelvis.

(3) Se flexiona por completo la cadera y rodilla del paciente para elongar el músculo extensor monoarticular de la cadera.

b. **Para aumentar la flexión de la cadera con la rodilla extendida** (para estirar los músculos isquiotibiales [fig. 5.13A]).

(1) Colocación de las manos.

Con la rodilla del paciente completamente extendida, se sostiene la pierna del paciente con el brazo o el hombro.

(2) Se estabiliza la extremidad contraria a lo largo de la cara anterior del muslo con la otra mano o un cinturón o con la ayuda de otra persona.

(3) Con la rodilla en extensión máxima, se flexiona la cadera todo lo posible.

(4) Se alterna la posición (fig. 5.13B).

(a) El terapeuta se arrodilla en la colchoneta y coloca el talón del paciente contra su hombro. El terapeuta coloca ambas manos a lo largo de la cara anterior de la porción distal del fémur para mantener extendida la rodilla.

(b) Se estabiliza la extremidad opuesta en extensión con un cinturón o toalla y se mantiene así con la rodilla del terapeuta.

c. **Para aumentar la extensión de la cadera** (para estirar el músculo iliopsoas) (fig. 5.14).

(1) Se estabiliza la pelvis flexionando la cadera y rodilla opuestas hacia el pecho del paciente. Se mantiene esa posición para impedir la desviación anterior de la pelvis durante el estiramiento.

(2) Colocación de las manos y posición del paciente.

(a) Se mantiene al paciente cerca del borde de la camilla para poder hiperextender la cadera que se estira.

(b) Al tiempo que se estabiliza la cadera y pelvis contrarias con una mano, se mueve la cadera que se va a estirar en extensión o hiperextensión ejerciendo presión hacia abajo con la otra mano sobre la cara anterior de la porción distal del fémur.

(3) Posición alternativa.

El paciente se halla en decúbito prono (fig. 5.15).

(a) Colocación de las manos.

Se sostiene y sujeta la cara anterior de la porción distal del fémur del paciente.

(b) Se estabilizan las nalgas del paciente para impedir el movimiento de la pelvis.

(c) Se hiperextiende la cadera del paciente elevando el fémur de la mesa.

d. **Para aumentar la extensión de la cadera y la flexión de la rodilla simultáneamente** (para estirar el músculo recto femoral).

(1) Posición del paciente (véase la fig. 5.14).

Se flexiona la cadera y rodilla opuestas hacia el pecho del paciente con el fin de estabilizar la pelvis.

(2) Colocación de las manos.

Con la cadera que se va a estirar en extensión completa, se coloca la mano sobre la porción distal de la tibia y se flexiona suavemente la rodilla de esa extremidad todo lo posible.

e. **Para aumentar la abducción de la cadera** (para estirar los aductores [fig. 5.16]).

(1) Colocación de las manos.

Se sostiene la porción distal del muslo con el brazo y el antebrazo.

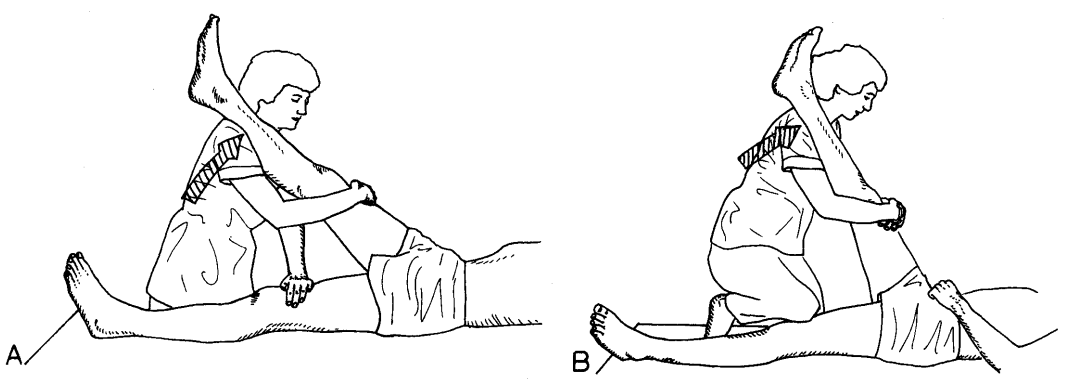


Figura 5.13. (A y B) Colocación de las manos y estabilización de la pelvis y la región lumbar para los estiramientos con el fin de aumentar la flexión de la cadera con extensión de la rodilla (estiramiento de los isquiotibiales).

Figura 5.14. Colocación de las manos y estabilización de la pelvis para aumentar la hiperextensión de la cadera (estiramiento del iliopsoas) con el paciente en decúbito supino.

(2) Se estabiliza la pelvis ejerciendo presión sobre la cresta ilíaca anterior o manteniendo la extremidad inferior opuesta en ligera abducción.

(3) Se mueve la cadera en abducción lo posible para estirar los músculos aductores.

NOTA: El terapeuta puede aplicar la fuerza de estiramiento con cuidado sobre el maléolo medial si la rodilla está estable e indolora. Esto crea mucha tensión sobre las estructuras mediales de apoyo de la rodilla y por lo general las autoras no lo recomiendan.

f. **Para aumentar la aducción de la cadera** (para estirar el músculo tensor de la fascia lata).

(1) Se alterna la posición (fig. 5.17).

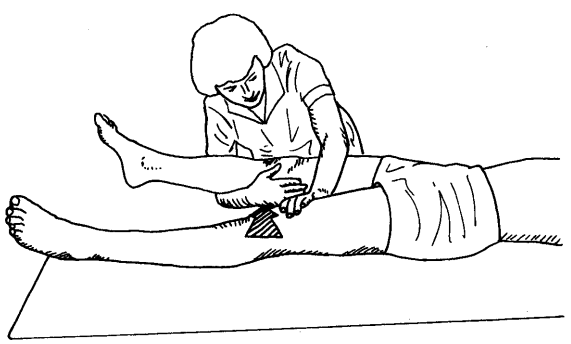


Figura 5.16. Colocación de las manos y estabilización de la extremidad y pelvis opuestas para los estiramientos con el fin de aumentar la abducción de la cadera.

Figura 5.15. Colocación de las manos y estabilización para aumentar la hiperextensión de la cadera con el paciente en decúbito prono.

Se coloca al paciente en decúbito lateral con la cadera que se va a estirar arriba. Se flexiona la cadera y rodilla inferiores para estabilizar al paciente.

(2) Colocación de las manos.

Se extiende la cadera del paciente en posición neutra y en ligera hiperextensión si es posible.

(3) Se estabiliza la pelvis en la cresta ilíaca con la otra mano.

(4) Se deja que el paciente mueva la cadera en aducción con la fuerza de la gravedad y se aplica la fuerza de estiramiento hacia la cara lateral de la porción distal del fémur para mover más la cadera en aducción.

NOTA: Si la cadera del paciente no puede extenderse en posición neutra, los flexores de la cadera deben estirarse antes de que se estire el tensor de la fascia lata.

g. **Para aumentar la rotación externa de la cadera** (para estirar los rotadores internos).

(1) Posición alternativa (fig. 5.18).

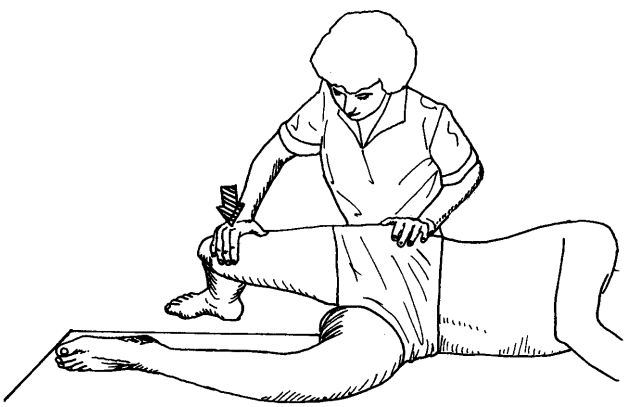


Figura 5.17. Paciente tumbado en decúbito lateral. Colocación de las manos y procedimiento para estirar el músculo tensor de la fascia lata.

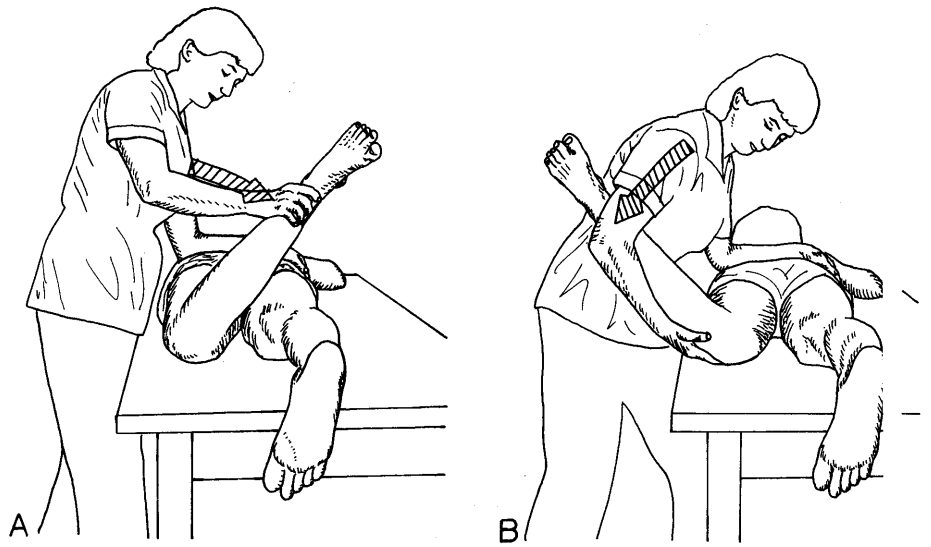


Figura 5.18. (A y B) Colocación de las manos y estabilización para aumentar la rotación interna y externa de la cadera con el paciente en decúbito prono.

Se coloca al paciente en decúbito prono, con las caderas extendidas y la rodilla flexionada 90 grados.

(2) Colocación de las manos.

Se sujeta la porción distal de la tibia de la extremidad que se va a estirar.

(3) Se estabiliza la pelvis aplicando presión con la otra mano a lo largo de las nalgas.

(4) Se aplica presión sobre el maléolo lateral y se gira externamente la cadera en lo posible.

NOTA: El terapeuta puede aplicar la fuerza de estiramiento en el tobillo, con lo cual se cruza la articulación de la rodilla. Si el terapeuta estira los rotadores de la cadera de esta manera, la rodilla debe ser estable e indolora.

h. **Para aumentar la rotación interna de la cadera** (para estirar los rotadores externos).

(1) Posición y estabilización alternativas (fig. 5.18).

Igual que cuando se aumenta la rotación externa descrita previamente.

(2) Colocación de las manos.

Se aplica presión sobre el maléolo medial y se gira internamente la cadera todo lo posible.

2. La rodilla: consideraciones especiales

La posición de la cadera durante el estiramiento influirá la flexibilidad de los músculos flexores y extensores de la rodilla. La flexibilidad de los isquiotibiales y el recto femoral debe evaluarse por separado en los músculos monoarticulares que afectan al movimiento de la rodilla.

a. **Para aumentar la flexión de la rodilla** (para estirar los músculos extensores de la rodilla).

(1) Posición alternativa.

El paciente yace en decúbito prono (fig. 5.19).

(a) Se estabiliza la pelvis aplicando una presión descendente sobre las nalgas.

(b) Colocación de las manos.

Se sujeta la cara anterior de la porción distal de la tibia y se flexiona la rodilla del paciente.

NOTA: Se coloca una toalla enrollada debajo del muslo justo por encima de la rodilla para impedir la compresión de la rótula contra la mesa durante el estiramiento.

Precaución: Si se estiran los extensores de la rodilla con demasiado vigor en decúbito prono, se puede traumatizar la articulación de la rodilla y causar edema.

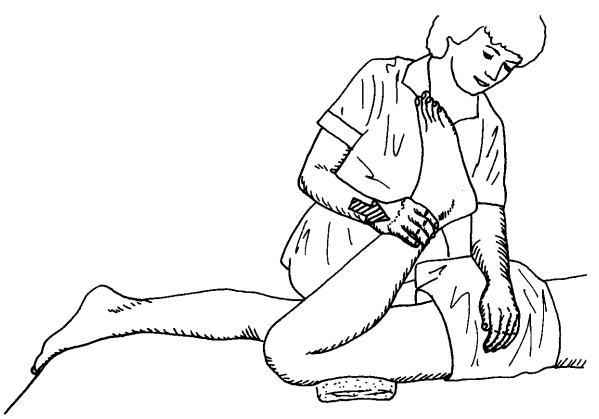


Figura 5.19. Colocación de las manos y estabilización para aumentar la flexión de la rodilla (estirar los músculos recto femoral y cuádriceps) con el paciente en decúbito prono.

(2) Posición alternativa.

(a) El paciente se sienta sobre el borde de la mesa (caderas flexionadas 90 grados y la rodilla flexionada todo lo posible).

(b) Se estabiliza la cara anterior de la porción proximal del fémur con una mano.

(c) Se aplica la fuerza de estiramiento sobre la cara anterior de la porción distal de la tibia, y se flexiona la rodilla del paciente todo lo posible.

NOTA:

i. Esta posición es útil cuando se trabaja con una amplitud de 0 a 100 grados de flexión de la rodilla.

ii. La posición en decúbito prono es mejor para aumentar la flexión de la rodilla de 90 a 135 grados.

b. **Para aumentar la extensión de la rodilla en su amplitud media** (para estirar los flexores de la rodilla).

(1) Posición alternativa (fig. 5.20).

El paciente se coloca en decúbito prono y se pone una toalla pequeña enrollada debajo de la porción distal del fémur del paciente, justo por encima de la rótula.

(2) Colocación de las manos y estabilización.

Se sujeta la porción distal de la tibia con una mano y se estabilizan las nalgas para prevenir la flexión de la cadera con la otra. Se extiende lentamente la rodilla para estirar los flexores de la rodilla.

c. **Para aumentar la extensión de la rodilla al final de la amplitud** (fig. 5.21).

(1) Colocación de las manos.

Se sujeta la porción distal de la tibia de la rodilla que se va a extender.

(2) Se estabiliza la cadera colocando la mano o antebrazo sobre la cara anterior del muslo. Esto impedirá la flexión de la cadera durante el estiramiento.

(3) Se aplica la fuerza de estiramiento sobre la cara posterior de la porción distal de la tibia y se extiende la rodilla del paciente.

3. El tobillo: consideraciones especiales

El tobillo se compone de múltiples articulaciones. Hay que tener en cuenta la movilidad de estas articulaciones (véase el capítulo 6), así como la de los tejidos blandos en torno a estas articulaciones cuando se aumente la amplitud del movimiento del tobillo.

a. **Para aumentar la dorsiflexión del tobillo con la rodilla extendida** (para estirar el músculo gastrocnemio) (véase la fig. 2.20).

(1) Colocación de las manos.

Se sujeta el talón del paciente (calcáneo) con una mano.

(2) Se estabiliza la cara anterior de la tibia con la otra mano.

(3) Se inclina el calcáneo hacia abajo con el pulgar y los dedos, y se empujan suavemente hacia arriba las cabezas de los metatarsianos.

b. **Para aumentar la dorsiflexión del tobillo con la rodilla flexionada** (para estirar el músculo sóleo).

(1) Para eliminar el efecto del músculo biarticular gastrocnemio, la rodilla debe estar flexionada.

(2) La colocación de las manos, la estabilización y la fuerza de estiramiento son las mismas que cuando se estira el gastrocnemio.

Precaución: Se evita imponer mucha presión sobre las cabezas de los metatarsianos y al estirar el arco longitudinal del pie. El estiramiento excesivo del arco longitudinal del pie puede causar deformidad en "mecedora" (*rocker bottom*) del pie.

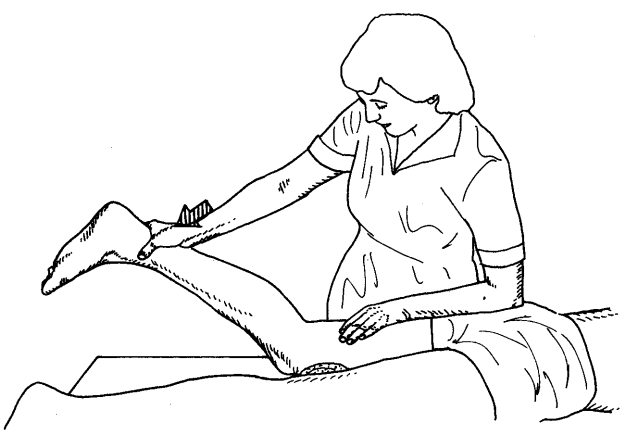


Figura 5.20. Colocación de las manos y estabilización para aumentar la extensión de la rodilla en su amplitud media con el paciente en decúbito prono.

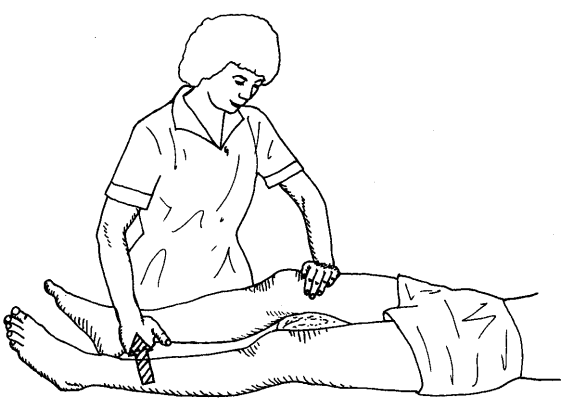


Figura 5.21. Colocación de las manos y estabilización para aumentar la extensión de la rodilla al final de la amplitud.

c. **Para aumentar la flexión plantar del tobillo.**

(1) Colocación de las manos.

(a) Se sostiene la cara posterior de la porción distal de la tibia con una mano.

(b) Se sujeta el pie a lo largo de las áreas del tarso y el metatarso.

(2) Se aplica la fuerza del estiramiento sobre la cara anterior del pie y se mueve el pie en flexión plantar todo lo posible.

d. **Para aumentar la inversión y eversión del tobillo.**

La inversión y eversión del tobillo se producen en la articulación subastragalina. La movilidad de esta articulación (con la fuerza adecuada) es importante para caminar sobre superficies irregulares.

(1) Para aumentar el movimiento de esta articulación, se sujeta el hueso calcáneo y se mueve medial y lateralmente mientras se estabiliza el astrágalo (véanse las figs. 2.21A y B).

(2) Para estirar el músculo tibial anterior (que invierte y mueve en dorsiflexión el tobillo).

(a) Se sujeta la cara anterior del pie.

(b) Se mueve el tobillo en flexión plantar y eversión.

(3) Para estirar el músculo tibial posterior (que mueve el pie en flexión plantar e inversión).

(a) Se sujeta la superficie plantar del pie.

(b) Se mueve el pie en dorsiflexión y eversión.

(4) Para estirar los músculos peroneos (que mueven el pie en eversión).

(a) Se sujeta la región tarsiana del pie.

(b) Se mueve el pie en inversión.

e. **Para aumentar la flexión y extensión de los dedos del pie** (véase la fig. 2.23).

NOTA: Lo mejor es estirar individualmente cualquier músculo acortado que afecte al movimiento de los dedos del pie. Con una mano se estabiliza el hueso proximal a la articulación tirante y con la otra mano se mueve la articulación en la dirección deseada.

C. El tronco

Las técnicas de estiramiento para aumentar el movimiento de las columnas cervical, dorsal y lumbar pueden verse en el capítulo 15.

IX. Resumen

En este capítulo se ha procedido a la revisión de las bases, principios y procedimientos para la aplicación de técnicas de estiramiento. Se han revisado las causas de las contracturas de los tejidos blandos relacionadas con la inmovilización, traumatismos y enfermedades, y los cambios que se producen en los músculos y tejidos conjuntivos cuando se inmovilizan.

Se han descrito las propiedades mecánicas y neurofisiológicas de los tejidos contráctiles y no contráctiles. También se ha hablado de la respuesta de estos tejidos a los estiramientos. Se ha pasado revista a las indicaciones y objetivos para el estiramiento y las precauciones y contraindicaciones.

Se han explicado distintos métodos de inhibición activa y el estiramiento pasivo. Se ha tratado en detalle los procedimientos y técnicas de relajación, inhibición activa y estiramiento pasivo. Se ha hecho hincapié en la colocación del paciente, la estabilización de las articulaciones y la colocación de las manos del terapeuta.

Bibliografía

1. Agre, JC: "Static stretching for athletes". *Arc d Rehabil* 59:561, 1978.
2. Åstrand, PO, y Rodahl, K: *Textbook of Work Physiology*, ed 2. McGraw-Hill, Nueva York, 1977.
3. Bandy, WB, y Irion, JM: "The effects of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles". *Phys Ther* 74:845-850, 1994.
4. Beard, G, y Wood, E: Massage: *Principles and Techniques*, ed 3. WB Saunders, Filadelfia, 1981.
5. Beaulieu, JA: "Developing a stretching program". *The Physician and Sportsmedicine* 9:59, 1981.
6. Becker, RO: "The electrical response of human skeletal muscle to passive stretch". *Surg Forum* 10:828, 1960.
7. Benson, H, Beary, JF, y Carol, MP: "The relaxation response". *Psychiatry* 37:37, 1974.
8. Bohannon, RW: "Effect of repeated eight minute muscle loading on the angle of straight leg raising". *Phys Ther* 64:491, 1984.
9. Bohannon, RW, y Larkin, PA: "Passive ankle dorsiflexion increases in patients after a regimen of tilt table:

Wedge board standing". *Phys Ther* 65:1676, 1985.

10. Cherry, D: Review of physical therapy alternatives for reducing muscle contracture. Phys Ther 60:877, 1980.
11. Condon, SN, y Hutton, RS: "Soleus muscle electromyographic activity and ankle dorsiflexion range of motion during four stretching procedures". *Phys Ther* 67:24, 1987.
12. Cornwall M: "Biomechanics of noncontractile tissue". A *review Phys Ther* 64:1869, 1984.
13. Cummings, GS, Crutchfeld, CA, y Barnes, MR: *Soft Tissue Changes in Contractures*, Vol 1. Stokesville, Atlanta, 1983.
14. Cummings GS, y Tillman, LJ: "Remodeling of dense connective tissue in normal adult tissues". En Currier DP y Nelson, RM (eds): *Dynamics of Human Biologic Tissues*. FA Davis, Filadelfia, 1992.
15. Donatelli, R, y Owens-Burkhart, H: "Effects of immobilization on the extensibility of periarticular connective tissue". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 3:67, 1981.
16. Eldred, E, Hulton, KS, y Smith, JL: "Nature of persisting changes in afferent discharge from muscle following its contraction". *Prog Brain Res* 44:157, 1976.
17. Etnyre, BR, y Abraham, LD: "Gains in range of ankle dorsiflexion using three popular stretching techniques". *Am J Phys Med* 65:189, 1986.
18. Evjenth, O, y Hamberg, J: *Muscle Stretching in Manual Therapy*: A *Clinical Manual*, Vol 1. Alfta, Rehab, Alfta, Suecia, 1984.
19. Flitney, FW, y Hirst, DG: "Cross bridge detachment and sarcomere "give" during stretch of active frog's muscle". *J Physiol* 276:449, 1978.
20. Fukami, Y, y Wilkinson, RS: "Responses of isolated golgi tendon organs of the cat". *J Physiol* 265:673-689, 1977.
21. Gajdosik, RL: "Effects of static stretching on the maximal length and resistance to passive stretch of short hamstring muscles". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 14(6):250-255, 1991.
22. Gillette, TM, y otros: "Relationship of body core temperature and warm-up to knee range of motion". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 13(3):126-131, 1991.
23. Godges, JJ, y otros: "The effects of two stretching procedures on hip range of motion and gait economy". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 10(9):350-356, 1989.
24. Gossman, M, Sahrmann, S, y Rose, S: "Review of length-associated changes in muscle". *Phys Ther* 62:1799, 1982.
25. Griffiths, PJ, y otros: "Cross bridge slippage in skinned frog muscle fibers". *Biophys Struct Mech* 7:107, 1980.
26. Halkovich, LR, y otros: "Effect of Fluori-Methane" spray on passive hip flexion". *Phys Ther* 61:185-189, 1981.
27. Hanten, WP and Chandler, SD: "The effect of myofascial release leg pull and saggital plane isometric contract-relax technique on passive straight-leg raise angle". *Journal of orthopaedic and Sports Physical Therapy* 20:138-144, 1994.
28. Hardy, MA: "The biology of scar formation". *Phys Ther* 69:1015, 1989.
29. Henricson, AS, y otros: "The effect of heat and stretching on range of hip motion". *Journal of orthopaedic and Sports Physical Therapy* 6(2):110-115, 1985.
30. Hepburn, G, y Crivelli, K: "Use of elbow Dynasplint for reduction of elbow flexion contracture: A case study". *J Orthop Sports Phys Ther* 5:269, 1984.
31. Hlasney, J: "Effect of flexibility exercises on muscle strength". *Phys Ther Forum* 7:3,15, 1988.
32. Hollis, M: *Practical Exercise Therapy*, ed 2. Blackwell Scientific, Oxford, 1982.
33. Hubley, CL, Korzey, JW, y Stansih, WD: "The effects of static stretching exercise and stationary cycling on range of motion at the hip joint". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 6(2):104-109, 1984.
34. Jacobson, E: *Progressive Relaxation*. University of Chicago Press, Chicago, 1929.
35. Kendall, F, y McCreary, E: *Muscles: Testing and Function*, ed 3. Williams & Wilkins, Baltimore, 1983.
36. Kendall, H. y Kendall, F: *Posture and Pain*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1952.
37. Kessler, R, y Hertling, D: *Management of Common Musculoskeletal Disorders*. Harper & Row, Filadelfia, 1983.
38. Knight, KL: Cryotherapy: *Theory, Technique and Physiology*. Chattanooga Corp, Chattanooga, TN, 1989.
39. Kottke, F: "Therapeutic exercise". En Krusen, F, Kottke, F, y Ellwood, M (eds): *Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation*, ed 2. WB Saunders, Filadelfia, 1971.
40. Kottke, FJ, Pauley, DL, y Park, KA: "The rationale for prolonged stretching for correction of shortening of connective tissue". *Arch Phys Med Rehabil* 47:345, 1966.
41. Lehmann, JF, y otros: "The effect of therapeutic temperatures on tendon extensibility". *Arch Phys Med Rehabil* 51:481, 1970.
42. Lentell, G, y otros: "The use of thermal agents to influence the effectiveness of a low-load prolonged

stretch". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 16(5):200-207, 1992.

43. Leveau, B: "Basic biomechanics in sports and orthopedic therapy". En Gould, J, and Davies, G (eds): *Orthopedic and Sports Physical Therapy*. CV Mosby, St Louis, 1985.
44. Light, KE, y otros: "Low-load prolonged stretch vs. high-load brief stretch in treating knee contractures". *Phys Ther* 64:330, 1984.
45. Madding, SW, y otros: "Effect of duration of passive stretch on hip abduction range of motion". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 8:409, 1987.
46. McClure, M: "Exercise and training for spinal patients. Part B: Flexibility training". En Basmajian, JV, and Nyberg, R (eds): *Rational Manual Therapies*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1993.
47. Medeiros, J, y otros: "The influence of isometric exercise and passive stretch on hip joint motion". *Phys Ther* 57:518, 1977.
48. Moore, MA, y Hutton, R: "Electromyographic investigation of muscle stretching techniques". *Med Sci Sports Exer* 12:322, 1980.
49. Noyes, FR, y otros: "Biomechanics of ligament failure". J *Bone Joint Surg Am* 56:1406, 1974.
50. Noyes, FR: "Functional properties of knee ligaments and alterations induced by immobilization". *Clin Orthop Rel Res* 123:210, 1977.
51. Noyes, FR, Keller, CS, Grood, ES, y Butler, DL: "Advances in understanding of knee ligament injury, repair and rehabilitation". *Med Sci Sports Exerc* 16:427, 1984.
52. Prentice, WE: "A electromyographic analysis of the effectiveness of heat or cold and stretching for inducing relaxation in an injured muscle". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 3:133-140, 1982.
53. Prentice, WE: *Rehabilitation Techniques in Sports Medicine*. Times Mirror/Mosby, St Louis, 1990.
54. Sady, SP, Wortman, M, y Blanke, D: "Flexibility training: Ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation". *Arch Phys Med Rehabil* 63:261, 1982.
55. Sapega, A, y otros: "Biophysical factors in range of motion exercises". *The Physician and Sportsmedicine* 9:57, 1981.
56. Schultz, JH, y Luthe, W: *Autogenic Training*: A *Psychophysiologic Approach in Psychotherapy*. Grune & Stratton, Nueva York, 1959.
57. Smith, CA: The warm-up procedure: "To stretch or not to stretch. A brief review". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 19(1):12-17, 1994.
58. Sotoberg, GL: "Skeletal muscle function". En Currier, DP, y Nelson, RM (eds): *Dynamics of Human Biologic Tissues*, FA Davis, Filadelfia, 1992.
59. Starring, DT, y otros: "Comparison of cyclic and sustained passive stretching using a mechanical device to increase resting length of hamstring muscles". *Phys Ther* 68:314, 1988.
60. Tabary, JC, y otros: "Physiological and structural changes in the cat soleus muscle due to immobilization at different lengths by plaster casts". J *Physiol* (Londres) 224:231, 1972.
61. Tannigawa, M: "Comparison of the hold-relax procedure and passive mobilization on increasing muscle length". *Phys Ther* 52:725, 1972.
62. Tardieu, C, y otros: "Adaptation of connective tissue length to immobilization in the lengthened and shortened position in cat soleus muscle". J *Physiol* (París) 78:214, 1982.
63. Threlkeld, AJ: "The effects of manual therapy on connective tissue". *Phys Ther* 72:893, 1992.
64. Tillman, U, y Cxummings, GS: "Biologic mechanisms of connective tissue mutability". En Currier, DP, y Nelson, FM (eds): *Dynamics of Human Biologic Tissues*. FA Davis, Filadelfia, 1992.
65. Trombly, CA: *Occupational Therapy for Physical Dysfunction*, 2ed . Williams & Wilkins, Baltimore, 1983.
66. Van Beveren, PS: "Effects of muscle stretching program on muscle strength". *Empire State Phys Ther* 20:5, 1979.
67. Vesco, JJ: "Principles of stretching". En Torg, JS, Welsh, RP, y Shephard, RJ (eds): *Current Therapy in Sports Medicine*, Vol 2. BC Decker, Toronto, 1990.
68. Voss, DE, Ionla, MK, y Myers, BJ: *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*, ed 3. Harper & Row, Filadelfia, 1985.
69. Walker; SM: "Delay of twitch relaxation induced by stress and stress relaxation". J *Appl Physiol* 16:801, 1961.
70. Warren, CG, Lehmann, JF, y Koblanski, JN: "Heat and stretch procedures: An evaluation using rat tail tendon". *Arch Phys Med Rehabil* 57:122, 1976.
71. Warren, CG, Lebmann, JF, y Koblanski, JN: "Elongation of rat tail tendon: Effect of load and temperature". *Arch Phys Med Rehabil* 51:481, 1970.
72. Wessling, KC, Derane, DA, y Hylton, CR: "Effect of static stretch vs. static stretch and ultrasound combined on triceps surae muscle extensibility in healthy women". *Phys Ther* 67:674, 1987.
73. Wiliams, PR, y Goldspink, G: "Changes in sarcomere length and physiological properties in immobilized muscle". J *Anat* 127:459, 1978.

74. Wolpe, J: *Psychotherapy by Reciprocal Inhibition*. Stanford University Press, Stanford, 1958.

75. Zachazewski, JE: "Flexibility in sports". En Sanders, B (ed): *Sports Physical Therapy*. Appleton & Lange, Norwalk, CT, 1990.

76. Zachazewski, JE: "Improving flexibility". En Scully, RM, y Barnes, MR (eds): *Physical Therapy*, JB Lippincott, Filadelfia, 1989.

77. Zarins, B: "Soft tissue injury and repair: Biomechanical aspects". *Int J Sports Med* 3:9, 1982.

Capítulo

6

Movilización pasiva articular de la periferia

Históricamente, cuando un paciente tenía una amplitud del movimiento limitada, el tratamiento terapéutico consistía en estirar la región con técnicas de estiramiento pasivo (véase capítulo 5). Durante los últimos 30 años, los terapeutas han identificado y aprendido técnicas que abordan más directamente el estiramiento del *origen* de la limitación y, por tanto, tratan mejor y con menos traumatismos las disfunciones. Las técnicas de estiramiento muscular o inhibición activa se emplean para contrarrestar la pérdida de flexibilidad de los elementos contráctiles del músculo (véase el capítulo 5); las técnicas de masaje transverso de las fibras musculares se emplean para aumentar la movilidad de los ligamentos y tendones seleccionados, y las técnicas de movilización articular y de manipulación se utilizan para estirar con seguridad a estructuras con el fin de restablecer la mecánica articular normal con menos traumatismos que con los estiramientos pasivos.

La movilización articular comprende técnicas que se emplean para tratar disfunciones articulares como rigidez, hipomovilidad articular reversible o dolor.[8] En la actualidad varias escuelas de pensamiento y técnicas de tratamiento gozan de popularidad en Estados Unidos, y los mejores terapeutas y profesores tratan de combinar los puntos en común para conseguir un tratamiento más uniforme a partir de los distintos métodos.[2,9]

Para emplear con eficacia la movilización articular con fines terapéuticos, el practicante debe saber y ser capaz de evaluar la anatomía, artrocinemática y patología del sistema neuromusculoesquelético[8] y saber cuándo las técnicas están indicadas o cuándo otras técnicas de estiramiento son más eficaces para recuperar el movimiento perdido. El empleo indiscriminado de las técnicas de movilización articular cuando no están indicadas puede provocar daños en las articulaciones del paciente.

La importancia de la capacidad de evaluación e identificación de las distintas estructuras que pueden causar una disminución de la amplitud del movimiento y dolor explica la presentación de material en este capítulo. Damos por supuesto que, antes de aprender las técnicas de movilización articular que exponemos aquí, el estudiante habrá seguido (o estará siguiendo) un curso de evaluación del aparato locomotor y, por tanto, sabrá elegir técnicas seguras y apropiadas para tratar la limitación funcional del paciente. (Véase la evaluación presentada en el capítulo 1 y las pautas del capítulo 7.) Remitimos al lector a varias fuentes para el estudio adicional de los procedimientos de evaluación.[2,3,7-9,11,19,20]

Cuando esté indicada, la movilización articular es un medio seguro y eficaz para restablecer o mantener el juego articular y también se emplea para tratar el dolor.[8,10,13]

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, el lector podrá:

1. Definir la terminología de la movilización articular.

2. Resumir los conceptos básicos del movimiento articular.

3. Identificar las indicaciones y objetivos para la movilización articular.

4. Identificar las limitaciones de la movilización articular.

5. Identificar las contraindicaciones para la movilización articular.

6. Describir los procedimientos para aplicar la movilización articular.

7. Aplicar las técnicas básicas de la movilización articular a las articulaciones de las extremidades.

I. Definiciones de movilización pasiva articular

A. Movilización pasiva

Un movimiento pasivo realizado por el terapeuta con velocidad suficientemente lenta como para que el paciente pueda detener el movimiento. La técnica puede aplicarse con un movimiento oscilatorio o un estiramiento sostenido cuya intención es reducir el dolor o aumentar la movilidad. Las técnicas pueden recurrir a movimientos fisiológicos o movimientos accesorios.[8,11]

1. Movimientos fisiológicos

Son movimientos que el paciente puede hacer voluntariamente; por ejemplo, los movimientos clásicos o tradicionales como flexión, abducción y rotación. El término *osteocinemática* se emplea cuando se describen estos movimientos de los huesos.

2. Movimientos accesorios

Movimientos dentro de una articulación y los tejidos circundantes necesarios para la amplitud normal del movimiento, pero que no puede realizar de modo activo el paciente.[13] Términos que se relacionan con los movimientos accesorios son los movimientos de componentes y el juego articular.

a. Los **movimientos de componentes** (complementarios) son los que acompañan al movimiento activo, pero no están bajo control voluntario; el término se emplea a menudo como sinónimo de movimiento accesorio.[9] Movimientos como la rotación ascendente de la escápula y la clavícula, que se produce durante la flexión del hombro, y la rotación del peroné, que se produce al mover el tobillo, son movimientos complementarios.

b. El **juego articular** describe los movimientos que se producen entre las superficies articulares así como la distensibilidad o "cesión" de la cápsula articular, que permite que los huesos se muevan. Los movimientos son necesarios para el normal funcionamiento articular en la amplitud del movimiento, y pueden demostrarse de modo pasivo, aunque el paciente no pueda realizarlos de modo activo.[13] Los movimientos impiden tracciones, deslizamientos, compresión, rodamiento y rotación de las superficies articulares (véase la sección II).[9] El término *artrocinemática* se emplea cuando se describen estos movimientos de las superficies óseas dentro de la articulación.

NOTA: En este libro se describen también los procedimientos para la tracción o deslizamiento de las superficies articulares o para reducir el dolor o restablecer el juego articular que son las técnicas fundamentales de movilización articular.

B. Manipulación

Es un movimiento pasivo que recurre a movimientos accesorios y fisiológicos, que se aplican con un movimiento rápido terapéutico o cuando el paciente esté bajo los efectos de la anestesia.

1. Movilización de alta velocidad *(thrust)*

Es un movimiento repentino realizado con gran velocidad y amplitud corta que el paciente no puede prevenir.[11,13] El movimiento se realiza al final del límite patológico de la articulación e intenta alterar las relaciones posicionales, deshacer adherencias o estimular los receptores articulares.[13] Por límite patológico se entiende el final de la amplitud del movimiento disponible cuando hay una restricción. L*as técnicas con* thrust *quedan fuera del alcance de este libro*.

2. Movilización bajo anestesia

Es un procedimiento médico empleado para recuperar la amplitud total del movimiento rompiendo las adherencias en torno a una articulación mientras el paciente está anestesiado. La técnica puede consistir en una movilización rápida o un estiramiento pasivo empleando movimientos fisiológicos o accesorios.

II. Conceptos básicos del movimiento articular: artrocinemática

A. Estructura de las articulaciones

El tipo de movimiento que se produce entre los huesos de una articulación está influido por la forma de las su-

perficies articulares. La forma se describe como *ovoide* o *en silla de montar*.[14]

1. Ovoide

Una superficie es convexa; la otra es cóncava (fig. 6.1A)

2. En silla de montar

Una superficie es cóncava en una dirección y convexa en la otra, mientras que la superficie opuesta es convexa y cóncava respectivamente; se parece a un jinete en oposición complementaria a la forma de una silla de montar (fig. 6.1B).

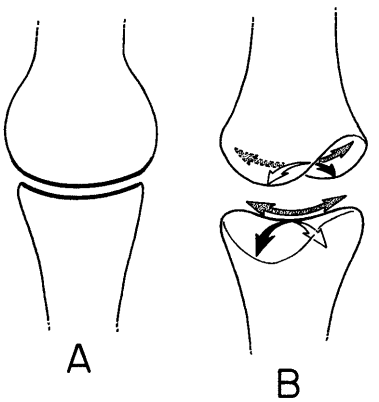


Figura 6.1. (A) En el caso de las articulaciones ovoides, una superficie es convexa y la otra cóncava. (B) En el caso de las articulaciones en silla de montar, una superficie es cóncava en una dirección y convexa en la otra, y la superficie opuesta es convexa y cóncava, respectivamente.

B. Tipos de movimiento

Cuando una palanca ósea se mueve en torno a un eje de movimiento, también hay movimiento de la superficie ósea sobre la superficie del hueso opuesto de la articulación.

1. El movimiento de la palanca ósea se llama *movimiento angular* (*swing*) y clásicamente se describe como flexión, extensión, abducción, aducción y rotación. La cantidad de movimiento puede medirse en grados con un goniómetro y se llama amplitud del movimiento o movilidad articular.

2. El movimiento de las superficies óseas dentro de la articulación es una combinación variable de *rodamiento*, *deslizamiento* y *rotación*.[8,9,12,15] Estos movimientos accesorios permiten una mayor angulación del hueso mientas éste oscila. Para que se produzca el rodamiento, deslizamiento y rotación, debe haber suficiente laxitud capsular o juego articular.

a. **Rodamiento.**
Características de un hueso que rueda sobre otro (fig. 6.2).

(1) Las superficies son incongruentes.

(2) Nuevos puntos de una superficie se encuentran con nuevos puntos de la superficie opuesta.

(3) El rodamiento provoca un movimiento angular del hueso (oscilación).

(4) El rodamiento es siempre en la misma dirección que el movimiento del hueso móvil (figs. 6.3A y B), sea la superficie convexa o cóncava.

(5) El rodamiento, si se da solo, provoca compresión de las superficies del lado sobre el cual se angula el hueso y separación en el otro lado. Los estiramientos pasivos que sólo recurren a la angulación ósea tal vez generen fuerzas compresivas excesivas en porciones de la super-

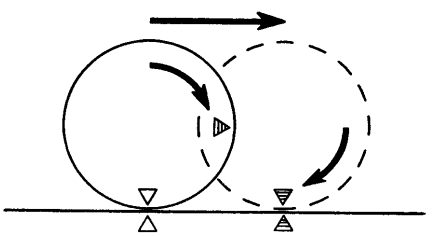


Figura 6.2. Representación esquemática de una superficie que rueda sobre otra. Nuevos puntos de una superficie se encuentran con puntos nuevos de la superficie opuesta.

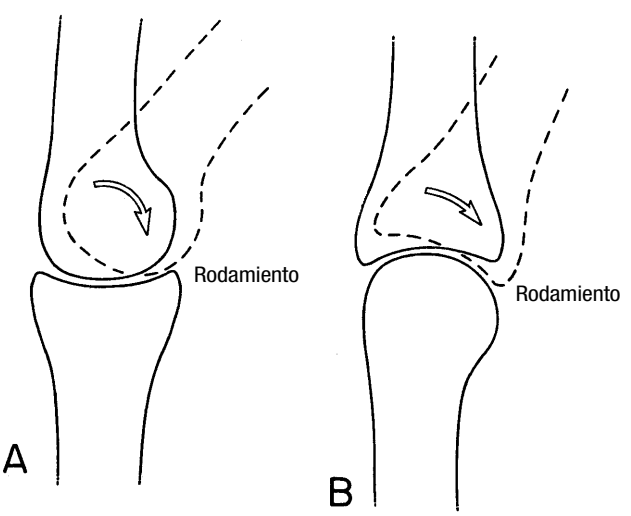


Figura 6.3. El rodamiento se produce siempre en la misma dirección del movimiento óseo, sea el hueso que se mueve (A) convexo o (B) cóncavo.

ficie articular, lo cual supone un peligro de daños articulares.

(6) En las articulaciones de funcionamiento normal no se produce un rodamiento puro, sino en combinación con deslizamiento y rotación articulares.

b. **Deslizamiento.**

Características de un hueso que se desliza sobre otro.

(1) En el caso de un deslizamiento puro, las superficies deben ser congruentes, sean planas (fig. 6.4.A) o curvas (fig. 6.4B).

(2) El mismo punto de una superficie entra en contacto con nuevos puntos sobre la superficie contraria.

(3) No se produce un deslizamiento puro en las articulaciones porque las superficies no son completamente congruentes.

(4) La dirección en la que se produce la oscilación depende de si la superficie que se mueve es cóncava o convexa. El deslizamiento se produce en la dirección contraria al movimiento angular del hueso si la superficie de la articulación que se mueve es convexa (fig. 6.5A). El deslizamiento es en la misma dirección que el movimiento angular del hueso si la superficie que se mueve es cóncava (fig. 6.5B).

NOTA: Esta relación mecánica se conoce como *regla cóncavo-convexa* y constituye la base para determinar la dirección de la fuerza que moviliza cuando se emplean técnicas de deslizamiento y movilización articulares.[8]

c. **Deslizamiento y rodamiento combinados de una articulación.**[8]

(1) Cuanto más congruentes sean las superficies articulares, más deslizamiento habrá de una superficie ósea sobre la otra durante el movimiento.

(2) Cuanto más incongruentes sean las superficies articulares, más rodamiento habrá de una superficie ósea sobre la otra.

(3) Cuando los músculos se contraen activamente para mover un hueso, algunos de los músculos pueden causar o controlar el movimiento deslizante de las superficies articulares. Por ejemplo, el movimiento de deslizamiento caudal de la cabeza del húmero durante la abducción del hombro está causada por los músculos del manguito de los rotadores, y el deslizamiento posterior de la tibia durante la flexión de la rodilla está causado por los músculos isquiotibiales. Si se pierde esta función, la mecánica articular anormal resultante puede causar microtraumatismos y disfunción articular.

(4) Las técnicas de movilización pasiva articular descritas en este capítulo emplean el componente de deslizamiento del movimiento articular para restablecer el juego articular e invertir la hipomovilidad articular. El rodamiento (movimiento angular pasivo) no se emplea para estirar cápsulas articulares tensas porque causa compresión articular.

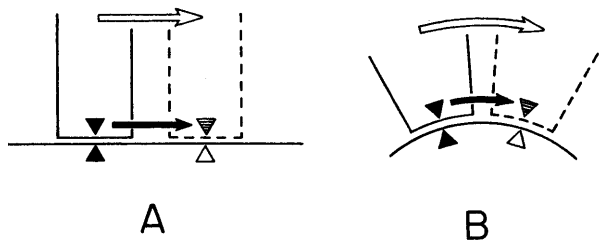


Figura 6.4. Representación esquemática de una superficie que se desliza sobre otra, sea (A) plana o (B) curva. El mismo punto de una superficie entra en contacto con nuevos puntos de la superficie opuesta.

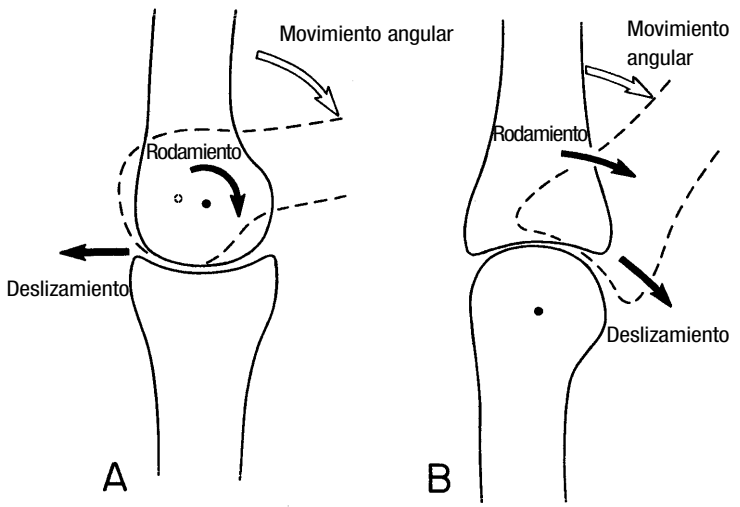


Figura 6.5. Representación esquemática de la regla cóncavo-convexa. (A) Si la superficie del hueso que se mueve es convexa, el deslizamiento es en dirección contraria al movimiento angular del hueso. (B) Si la superficie del hueso que se mueve es cóncava, el deslizamiento es en la misma dirección que el movimiento angular del hueso.

NOTA: Cuando el terapeuta mueve pasivamente la superficie articular en la dirección en que se produce el deslizamiento normal, la técnica se llama deslizamiento de traslación o, simplemente, deslizamiento.[8] Se emplea para controlar el dolor cuando se aplica suavemente o para estirar la cápsula cuando se aplica con una fuerza de estiramiento.

d. **Rotación.**

Características de un hueso que rota sobre otro.

(1) Hay rotación de un segmento en torno a un eje mecánico estacionario (fig. 6.6.).

(2) El mismo punto sobre la superficie que se mueve crea un arco de un círculo cuando el hueso rota.

(3) La rotación pocas veces se produce a lo largo de las articulaciones, sino en combinación con rodamiento y deslizamiento.

(4) Tres ejemplos de rotación en articulaciones del cuerpo son la flexión/extensión del hombro, la flexión/extensión de la cadera y la pronación/supinación de la articulación radiohumeral (fig. 6.7).

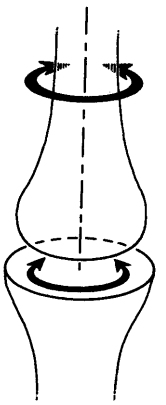


Figura 6.6. Representación esquemática de la rotación. Se produce rotación de un segmento sobre un eje mecánico estacionario.

C. Movilización pasiva articular manual simple frente a movilización pasiva articular manual específica[10]

1. La movilización pasiva articular manual simple tal vez aumente el dolor o los traumatismos articulares porque:

a. El empleo de una palanca aumenta significativamente la fuerza en la articulación.

b. La fuerza causa un exceso de compresión articular en la dirección del hueso en rodamiento (véase la fig. 6.3).

c. El rodamiento sin deslizamiento no reproduce la mecánica articular normal.

2. Los estiramientos con deslizamiento (movilización) articular, como cuando se emplea el componente de deslizamiento de traslación de los huesos para estirar una cápsula tirante, son más seguros y más selectivos porque:

a. La fuerza se aplica cerca de la superficie articular y se controla con una intensidad compatible con la patología.

b. La dirección de la fuerza reproduce el componente deslizante de la mecánica articular y no comprime el cartílago.

c. La amplitud del movimiento es pequeña pero específica de la porción restringida o adherida de la cápsula o los ligamentos; por tanto, las fuerzas se aplican selectivamente sobre el tejido deseado.

D. Otros movimientos accesorios que afectan a la articulación son la compresión y la tracción

1. La **compresión** es la reducción del espacio articular entre los huesos.

a. La compresión se produce normalmente en las articulaciones de las extremidades y la columna vertebral en carga.

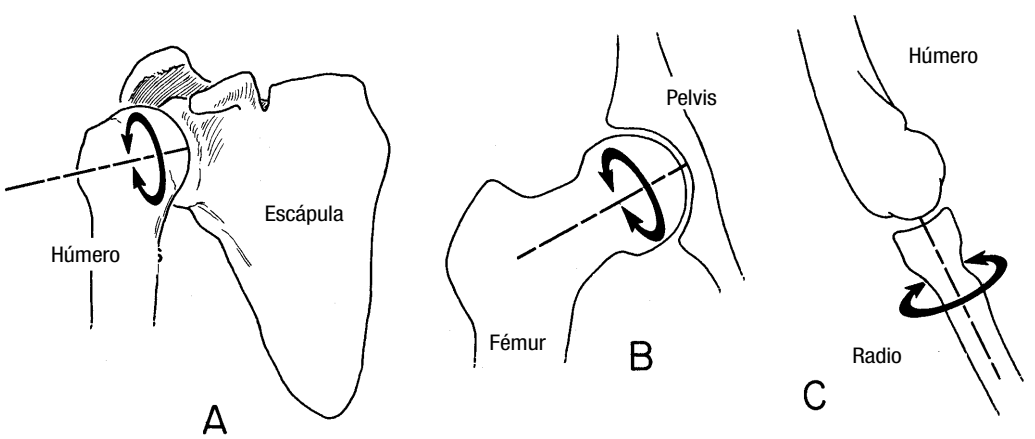


Figura 6.7. Ejemplos de rotación articular en el cuerpo. (A) Flexión/extensión del húmero. (B) Flexión/extensión del fémur. (C) Pronación/supinación de la cabeza del radio.

b. Se produce cierta compresión cuando los músculos se contraen; esto proporciona estabilidad a las articulaciones.

c. Cuando se produce rodamiento de un hueso sobre otro (véase la fig. 6.13), también hay algo de compresión en el lado sobre el cual angula el hueso.

d. Las cargas compresivas intermitentes normales ayudan a mover la sinovia y, por tanto, a mantener la salud de los cartílagos.

e. Cargas compresivas anormalmente altas tal vez provoquen cambios y deterioro de los cartílagos articulares.[6]

2. La **tracción** es la distracción o separación de las superficies articulares.

a. Para que haya distracción dentro de la articulación, las superficies deben separarse. El movimiento no siempre es el mismo que la tracción del eje longitudinal de uno de los segmentos óseos. Por ejemplo, si se aplica tracción sobre la diáfisis del húmero, se producirá un deslizamiento de la superficie articular (fig. 6.8A). La distracción de la articulación glenohumeral requiere una fuerza en ángulos rectos a la cavidad glenoidea (fig. 6.8B).

b. Por razones de claridad, siempre que se tire del eje longitudinal de un hueso, se empleará el término *tracción del eje longitudinal*. Siempre que se separen las superficies en ángulos rectos, se emplearán los términos *distracción*, *tracción articular* o *separación articular*.

NOTA: Para las técnicas de movilización articular, la tracción se emplea para controlar o aliviar el dolor cuando se aplica suavemente o para estirar la cápsula cuando se aplica con fuerza de estiramiento.

E. Efectos de las movilizaciones pasivas articulares (movimiento articular)

1. Las movilizaciones pasivas articulares estimulan la actividad biológica al mover la sinovia, que aporta nutrientes al cartílago articular avascular de las superficies articulares y al fibrocartílago intraarticular de los meniscos.[9] La atrofia del cartílago articular comienza pronto después de la inmovilización y se impone sobre las articulaciones.[1,4-6]

2. Las movilizaciones mantienen la extensibilidad y la resistencia tensil de los tejidos articulares y periarticulares. Con la inmovilización hay proliferación de tejido fibroadiposo, lo que causa adherencias intraarticulares, así como cambios bioquímicos en el tendón, ligamentos y tejido capsular articular, lo cual provoca contracturas articulares y debilitamiento ligamentario.[1]

3. Los impulsos nerviosos aferentes de los receptores articulares transmiten información al sistema nervioso central y, por tanto, contribuyen a la conciencia de la posición y el movimiento. En el caso de lesiones o degeneración articular, hay una disminución potencial en una fuente importante de retroalimentación propioceptiva que tal vez afecte a la respuesta del equilibrio individual.[21] El movimiento articular aporta información sensorial sobre[16,17]:

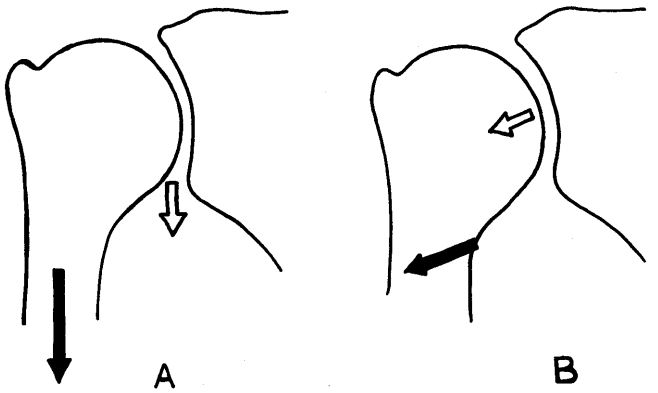


Figura 6.8. (A) La tracción aplicada sobre la diáfisis del húmero causa deslizamiento caudal de la superficie articular. (B) La tracción de la articulación glenohumeral requiere la separación en ángulos rectos a la cavidad glenoidea.

a. La posición estática y el sentido de la velocidad del movimiento (receptores tipo I hallados en la cápsula articular superficial).

b. El cambio de velocidad del movimiento (receptores tipo II hallados en las capas profundas de la cápsula articular y las bolsas de grasa articular).

c. El sentido de la dirección del movimiento (receptores de tipo I y tipo III; las de tipo III se hallan en los ligamentos articulares).

d. La regulación del tono muscular (receptores de tipo I, II y III).

e. Los estímulos nociceptivos (receptores de tipo IV hallados en la cápsula fibrosa, los ligamentos, las bolsas de grasa articular y las paredes de los vasos sanguíneos).

III. Indicaciones para la movilización pasiva articular

A. Dolor, rigidez refleja del músculo (defensa) y espasmos

Las articulaciones dolorosas, la rigidez refleja del músculo, y los espasmos musculares pueden tratarse con técnicas de *juego articular suave* con el fin de estimular efectos neurofisiológicos y mecánicos.[6,9,11]

1. Efectos neurofisiológicos

Se emplean movimientos de tracción y oscilatorios rítmicos de pequeña amplitud para estimular los mecanorreceptores que inhiben la transmisión de los estímulos nociceptivos a nivel de la médula espinal o el tronco cerebral.[9,13,15]

2. Efectos mecánicos

Los movimientos articulares de deslizamiento o de tracción de pequeña amplitud se emplean para causar el movimiento del líquido sinovial, lo cual es el vehículo para aportar nutrientes a las porciones avasculares del cartílago articular (y el fibrocartílago intraarticular cuando esté presente).[6,9] Las técnicas de juego articular suave ayudan a mantener el intercambio de nutrientes y, por tanto, a impedir los efectos dolorosos y degenerativos de la estasis cuando se hincha o duele una articulación y no puede moverse en toda la amplitud del movimiento.

NOTA: Las técnicas articulares de pequeña amplitud empleadas para tratar el dolor, la rigidez refleja de la musculatura o los espasmos musculares no deben elongar de forma brusca los tejidos afectados (véanse Contraindicaciones y Precauciones en V).

B. Hipomovilidad articular reversible

La hipomovilidad articular reversible puede tratarse con técnicas *de estiramiento y juego articular progresivamente vigoroso* para elongar el tejido capsular hipermóvil y el tejido conjuntivo ligamentario. Las fuerzas de movilización rítmica o sostenida se emplean para distender mecánicamente el tejido acortado.[8,9,11]

C. Limitación progresiva

Las enfermedades que limitan progresivamente el movimiento pueden tratarse con técnicas de juego articular para mantener el movimiento disponible o retardar restricciones mecánicas progresivas. La dosis de la distracción o el deslizamiento está dictada por la respuesta del paciente para el tratamiento y el estado de la enfermedad.

D. Inmovilidad funcional

Cuando un paciente no puede mover funcionalmente una articulación durante un período de tiempo, la articulación puede tratarse con técnicas de tracción o deslizamiento sin estiramiento para mantener el juego articular disponible y prevenir los efectos degenerativos y restrictivos de la inmovilidad.

IV. Limitaciones de las técnicas de movilización pasiva articular

A. Las técnicas de movilización no pueden cambiar el proceso patológico de trastornos como la artritis reumatoide o el proceso inflamatorio de una lesión. En estos casos el tratamiento se dirige a reducir el dolor, mantener el juego articular disponible, y reducir los efectos de cualquier limitación mecánica (véase el capítulo 7).

B. La destreza del terapeuta afecta a los resultados. Las técnicas descritas en este texto son bastante seguras si se siguen las directrices y precauciones, pero, si estas técnicas se emplean indiscriminadamente en pacientes que no se hayan evaluado adecuadamente y encontrados aptos para estas maniobras o si se aplican con demasiado vigor para la afección, pueden producirse traumatismos articulares o hipermovilidad.

V. Contraindicaciones y precauciones

A. Las únicas contraindicaciones verdaderas para las técnicas de movilización son la hipermovilidad, los derrames articulares y la inflamación[8]

1. Hipermovilidad

a. Las articulaciones de los pacientes con necrosis potencial de los ligamentos o cápsula no deben estirarse.

b. Los pacientes con articulaciones dolorosas con hipermovilidad tal vez se beneficien de las técnicas de juego articular suave (véase III.A) si se mantiene dentro de los límites de movimiento. No se practican movilizaciones.

2. Derrame articular

Puede haber hinchazón articular (derrame) por traumatismo o enfermedad. La rápida hinchazón de una articulación suele revelar la presencia de una hemorragia en la articulación que se produce con traumatismos o enfermedades como la hemofilia. Se requiere intervención médica para la aspiración de la sangre y reducir al mínimo su efecto necrotizante sobre el cartílago articular. Si la hinchazón es lenta (superior a 4 horas) suele indicar que el derrame es seroso (acumulación de un exceso de líquido sinovial) o es un edema dentro de la articulación por un traumatismo leve, una irritación o una enfermedad como la artritis.

a. Nunca se moviliza una articulación hinchada con movilización o técnicas de estiramiento pasivo. La cápsula

ya está estirada por la distensión que podría producirse para acomodar el exceso de líquido. El movimiento limitado procede del exceso de líquido y de la respuesta muscular al dolor, no de las fibras acortadas.

b. Los movimientos oscilantes rítmicos suaves que no elongan o estiran la cápsula pueden ayudar a bloquear la transmisión del estímulo doloroso de modo que no se perciba y ayude a mejorar el flujo del líquido mientras mantiene el juego articular disponible (véase III.A).

c. Si la respuesta del paciente a las técnicas suaves aumenta el dolor o la irritabilidad articular, es porque las técnicas se aplicaron con demasiado vigor o no deberían emplearse con el estado actual de la patología.

3. Inflamación

Siempre que haya inflamación, los estiramientos aumentarán el dolor y la rigidez refleja de la musculatura, lo cual aumentará los daños hísticos. Los movimientos de tracción u oscilación suaves pueden inhibir temporalmente la respuesta al dolor. Véase el capítulo 7 para un método adecuado de tratamiento cuando haya inflamación.

B. Afecciones que requieren precauciones especiales para el tratamiento

En la mayoría de los casos, las técnicas de movilización articular son más seguras que las movilizaciones simples donde se emplea la palanca ósea para estirar el tejido acortado y se produce compresión articular. La movilización puede emplearse con mucho cuidado en los siguientes casos si los signos y la respuesta del paciente son favorables:

1. Enfermedades malignas.

2. Osteopatías detectables con radiografías.

3. Fracturas no consolidadas (dependiendo del lugar de la fractura y la estabilización con la que cuente).

4. Dolor excesivo (determinar la causa del dolor y modificar el tratamiento en consecuencia).

5. Hipermovilidad en articulaciones asociadas (las articulaciones asociadas deben estabilizarse adecuadamente para que la fuerza de la movilización no se transmita a ellas).

6. Artroplastia total (el mecanismo de sustitución es autolimitado y, por tanto, las técnicas de deslizamiento y movilización tal vez sean inapropiadas).

7. Tejido conjuntivo debilitado o de reciente cicatrización después de una lesión o intervención quirúrgica o por desuso o cuando el paciente toma ciertos medicamentos como corticosteroides (las técnicas progresivas suaves dentro de los límites de tolerancia del tejido mantienen las fibrillas en desarrollo, si bien las técnicas forzadas resultan destructivas).

8. Enfermedades generales del tejido conjuntivo como la artritis reumatoide, en la que la enfermedad debilita el tejido conjuntivo (las técnicas suaves tal vez beneficien al tejido con restricciones, si bien las técnicas forzadas pueden romper el tejido y causar inestabilidades).

9. Los ancianos con el tejido conjuntivo debilitado y reducción de la circulación (las técnicas suaves dentro del nivel de tolerancia del tejido benefician e incrementan la movilidad).

VI. Procedimientos para aplicar las técnicas de movilización articular

A. Valoración previa y evaluación

Si el paciente presenta un movimiento limitado y doloroso, se evaluará y se decidirá qué tejidos limitan la función y se determinará el estado de la enfermedad (véase capítulo 1). Se decidirá si el tratamiento se encaminará sobre todo a aliviar el dolor, a estirar una articulación o a la limitación de los tejidos blandos. [3,11]

1. La calidad del dolor cuando se compruebe la amplitud del movimiento ayuda a determinar el estadio de la recuperación y la dosis de las técnicas empleadas para el tratamiento (véanse las figs. 7.2 y 7.3).

a. Si el dolor se experimenta antes de la limitación del tejido –como cuando el dolor se produce con rigidez refleja del músculo después de una lesión aguda o durante el estadio activo de una enfermedad–, pueden emplearse técnicas articulares suaves que inhiban el dolor. Las mismas técnicas también ayudan a mantener el juego articular. (Véase B, Grados o dosis de movimiento.) Están contraindicados los estiramientos en estas circunstancias.

b. Si el dolor se experimenta junto con la limitación del tejido –como el dolor y la limitación que se producen cuando el tejido dañado comienza a curarse– la limitación se trata con cuidado. Las técnicas de movilizaciones suaves específicas para la estructura acortada se emplean para mejorar gradualmente el movimiento sin exacerbar el dolor con nuevos daños en el tejido.

c. Si se experimenta dolor después de hallar una limitación del tejido por el estiramiento de un tejido capsular o periarticular acortado, la articulación rígida puede estirarse agresivamente con técnicas de juego articular, y el tejido periarticular con las técnicas de estiramiento descritas en el capítulo 5.

2. La cápsula articular es la que limita la movilidad y debe responder a las técnicas de movilización si están presentes los siguientes signos:

a. La amplitud del movimiento pasivo de esa articulación esta limitada según un patrón capsular. (Estos patrones se describen en los capítulos 8 a 13 para cada articulación periférica y en las secciones respectivas sobre problemas articulares.)

b. Hay una percepción final capsular firme cuando se aplica sobrepresión en los tejidos que limitan la amplitud.

c. Hay reducción del movimiento del juego articular cuando se realizan pruebas de movilidad (articulaciones).

3. Un ligamento acortado o adherido está limitando el movimiento si hay una reducción del juego articular y dolor cuando se alargan las fibras del ligamento. Los ligamentos a menudo responden a las técnicas de movilización articular si se aplican específicamente sobre su línea de tensión.

4. La subluxación o luxación de una porción ósea sobre otra y las estructuras intraarticulares libres que bloquean el movimiento normal tal vez respondan a la manipulación articular o las técnicas de *thrust*. Algunas de las manipulaciones más sencillas se describen en esta obra. Otras requieren una preparación más avanzada que queda fuera del alcance de este libro.

B. Grados o dosis de movimiento

Se emplean dos sistemas para graduar las dosis de movilización.

1. Técnicas de oscilación rítmica graduada[11] (fig. 6.9)

a. Dosis

(1) Grado I.

Al comienzo de la amplitud se procede con oscilaciones rítmicas de poca amplitud.

(2) Grado II.

Se realizan oscilaciones rítmicas de gran amplitud dentro del grado normal sin llegar al límite.

(3) Grado III.

Se realizan oscilaciones rítmicas de gran amplitud hasta el límite del movimiento posible y se elongan las estructuras que ofrecen resistencia.

(4) Grado IV.

Se realizan oscilaciones de pequeña amplitud hasta el límite del movimiento posible y se elongan las estructuras que ofrecen resistencia.

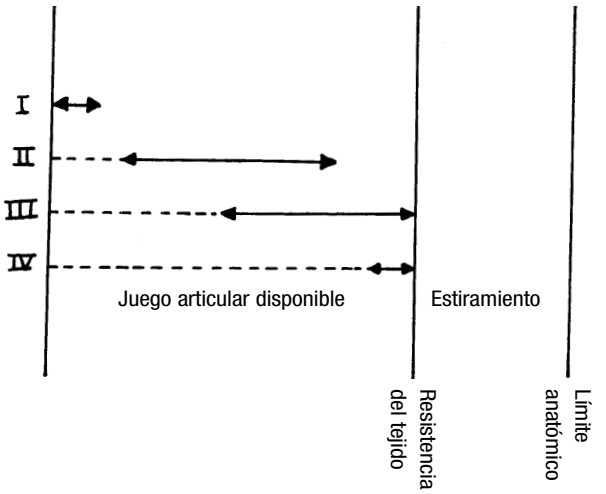


Figura 6.9. Representación esquemática de las técnicas de oscilación rítmica graduada. (Adaptado de Maitland,[11] pág. 29.)

(5) Grado V.

Se aplica una técnica de movimientos de gran velocidad y poca amplitud para soltar las adherencias en el límite del movimiento disponible. Las técnicas de *thrust* terapéutico empleadas con este fin requieren una preparación avanzada fuera del alcance de este libro.

b. Usos

(1) Los grados I y II se emplean sobre todo para el tratamiento de articulaciones limitadas por el dolor. Las oscilaciones pueden tener un efecto inhibidor sobre la percepción de los estímulos dolorosos al estimular repetidamente los mecanorreceptores que bloquean las vías nociceptivas a nivel de la médula espinal o el tronco cerebral.[13,18] Estos movimientos sin estiramiento ayudan a que la sinovia mejore la nutrición del cartílago.

(2) Los grados III y IV se emplean sobre todo como maniobras de estiramiento.

c. Técnicas

Las oscilaciones se practican empleando movimientos fisiológicos (osteocinemáticos) o técnicas de juego articular (artrocinemáticas).

2. Técnicas de juego articular de traslación sostenido[8] (fig. 6.10)

a. Dosis

(1) Grado I (laxo)

Se aplica tracción de poca amplitud sin elongar la cápsula. Se igualan las fuerzas de coaptación, la tensión muscular y la presión atmosférica que actúa sobre la articulación.

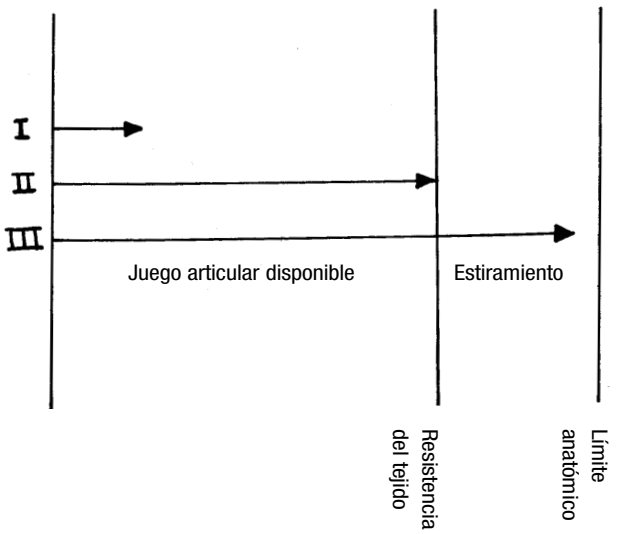


Figura 6.10. Representación esquemática de las técnicas de juego articular de traslación sostenida. (Adaptado de Kaltenborn,[8] pág. 29.)

(2) Grado II (tirante)

Se aplica suficiente tracción o deslizamiento para tensar los tejidos en torno a la articulación. Kaltenborn [8] lo denomina "eliminar la laxitud"

(3) Grado III (estiramiento)

Se aplica una tracción o deslizamiento con suficiente amplitud para estirar la cápsula articular y las estructuras periarticulares circundantes.

b. Usos

(1) Las tracciones de grado I se emplean con todos los movimientos deslizantes y puede ser útil para aliviar el dolor.

(2) Las tracciones de grado II se emplean para el tratamiento inicial con el fin de determina la sensibilidad de la articulación. Una vez conocida la reacción articular, se aumenta o reduce la dosis del tratamiento.

(3) La tracción suave de grado II aplicada intermitentemente se emplea para inhibir el dolor; los deslizamientos de grado II se emplean para mantener el juego articular cuando no se permite usar la amplitud del movimiento.

(4) Las tracciones o deslizamientos de grado III se emplean para estirar las estructuras articulares y, por tanto, aumentar el juego articular.

c. Técnicas

Este sistema de graduación describe sólo las técnicas de juego articular que separan (distraen) o deslizan las superficies articulares.

3. Comparación

Cuando se emplee un sistema de graduación, las dosis I y II son de baja intensidad y no generan una fuerza de estiramiento sobre la cápsula articular o el tejido circundante, aunque, por definición, las técnicas de grado II sostenidas eliminan la laxitud de los tejidos mientras que las técnicas de oscilación de grados II se mantienen dentro de esa laxitud. Las oscilaciones de grado III y IV y las técnicas de estiramiento sostenido de grado III son parecidas en intensidad porque se aplican con una fuerza de estiramiento en el límite del movimiento. Las diferencias se relacionan con el ritmo o la velocidad de repetición de la fuerza de movilización.

a. Por razones de claridad y consistencia, cuando nos refiramos a las dosis en este libro:

(1) La anotación *oscilaciones graduadas* significa: empleo de las dosis descritas en la sección dedicada a las técnicas de oscilación graduada.

(2) La anotación *grado sostenido* significa: empleo de las dosis descritas en la sección dedicada a las técnicas de juego articular sostenido de traslación.

b. La elección de las técnicas sostenidas o de oscilaciones depende de la respuesta del paciente.

(1) Cuando se trate el dolor, las técnicas de oscilación de grados I y II, o las técnicas de tracción articular sostenida de grados I o II intermitentes y lentas son las recomendadas. La respuesta del paciente dicta la intensidad y frecuencia de la técnica de juego articular.

(2) Cuando se trate la pérdida de juego articular y, por tanto, la reducción de la amplitud funcional, las técnicas sostenidas aplicadas de manera cíclica son las recomendadas. Cuando más tiempo pueda mantenerse la fuerza de movilización, mayor será la fluencia y la deformación plástica del tejido conjuntivo.

(3) Cuando se trate de mantener la amplitud disponible usando técnicas de juego articular, pueden usarse técnicas de grado II sostenidas o de oscilaciones de grado II.

C. Posición del paciente

El paciente y la extremidad que van a tratarse deben colocarse de modo que el paciente pueda relajarse. Las técnicas de relajación e inhibición (véase el capítulo 5) son apropiadas muchas veces antes o entre los estiramientos.

D. Posición articular

La evaluación del juego articular y el primer tratamiento se practican en la **posición de reposo** de esa articula-

ción, es decir, la posición en la cual la cápsula muestra la máxima laxitud. En esta posición se dispone del máximo juego y tracción articulares (véase H). En algunos casos, la posición empleada es aquella en la que la articulación duela menos.

E. Estabilización

Se estabiliza con firmeza y dentro de los límites confortables uno de los huesos de la articulación, por lo general el proximal. La estabilización se consigue con un cinturón, una de las manos del terapeuta, o con un ayudante que sostiene esa parte. Una estabilización apropiada previene el exceso de elongación de los tejidos y articulaciones circundantes y hace que la fuerza del estiramiento sea más específica y eficaz.

F. Fuerza del tratamiento

La fuerza del tratamiento (suave o fuerte) se aplica lo más cerca posible de la superficie articular opuesta. Cuando mayor sea la superficie de contacto, más cómodo resultará el procedimiento. Por ejemplo, en vez de forzarlo con el pulgar, se emplea la superficie plana de la mano.

G. Dirección del movimiento

1. La dirección del movimiento es paralela o perpendicular al plano del tratamiento. Kaltenborn [8] describe el *plano de tratamiento* como un plano perpendicular a una línea que discurre del eje de rotación a la mitad de la superficie articular cóncava. El plano se halla en el hueso cóncavo, por lo que su posición se determina mediante la posición del hueso cóncavo (fig. 6.11).

2. Las técnicas de tracción articular se aplican en perpendicular al plano de tratamiento. Se mueve todo el hueso para que se separen las superficies articulares.

3. Las técnicas de deslizamiento se aplican en paralelo al plano de tratamiento.

a. El deslizamiento se produce en la dirección en que sucedería normalmente con el movimiento deseado. La dirección del deslizamiento se determina fácilmente empleando la regla cóncavo-convexa (véase II.B.2). Si la superficie del hueso que se mueve es convexa, el deslizamiento terapéutico debe ser en la dirección contraria en que oscila el hueso. Si la superficie del hueso que se mueve es cóncava, el deslizamiento terapéutico será en la misma dirección (véanse las figs. 6.5A y B).

b. Se mueve todo el hueso para que haya deslizamiento de una superficie articular sobre la otra. No debe emplearse el hueso como palanca; no debe haber movimiento en arco (oscilación) que causaría rodamiento y, por tanto, compresión de las superficies articulares.

H. Inicio y progresión del tratamiento (fig. 6.12)

1. El tratamiento inicial es el mismo se trate de reducir el dolor o aumentar el juego articular. El propósito es determinar la reactividad articular antes de proceder con el tratamiento. Se emplean tracciones sostenidas de grado II de las superficies articulares manteniendo la articulación en una posición de reposo o en la posición de máxima relajación.[8] Repárese en la respuesta articular inmediata respecto a la irritabilidad y la amplitud.

2. Al día siguiente, se evalúa la respuesta articular.

a. Si existe un aumento del dolor y de la sensibilidad, se reduce la amplitud de las oscilaciones terapéuticas de grado I.

b. Si la articulación está igual o mejor, se realiza cualquiera de las cosas siguientes:

(1) Se repite la misma maniobra si el objetivo del tratamiento es mantener el juego articular.

(2) Se progresa en la maniobra pasando a la tracción sostenida de grado III o a deslizamientos si el fin del tratamiento es aumentar el juego articular.

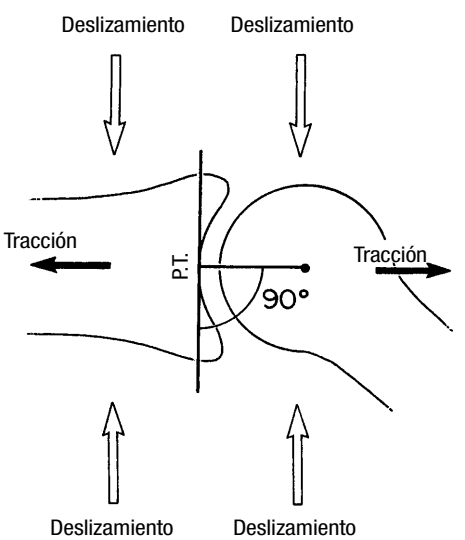


Figura 6.11. El plano de tratamiento (P. T.) adopta ángulos rectos respecto a una línea trazada del eje de rotación al centro de la superficie cóncava que se articula, y se encuentra en la superficie cóncava. Se aplica la tracción articular en perpendicular y los deslizamientos se aplican en paralelo al plano de tratamiento.

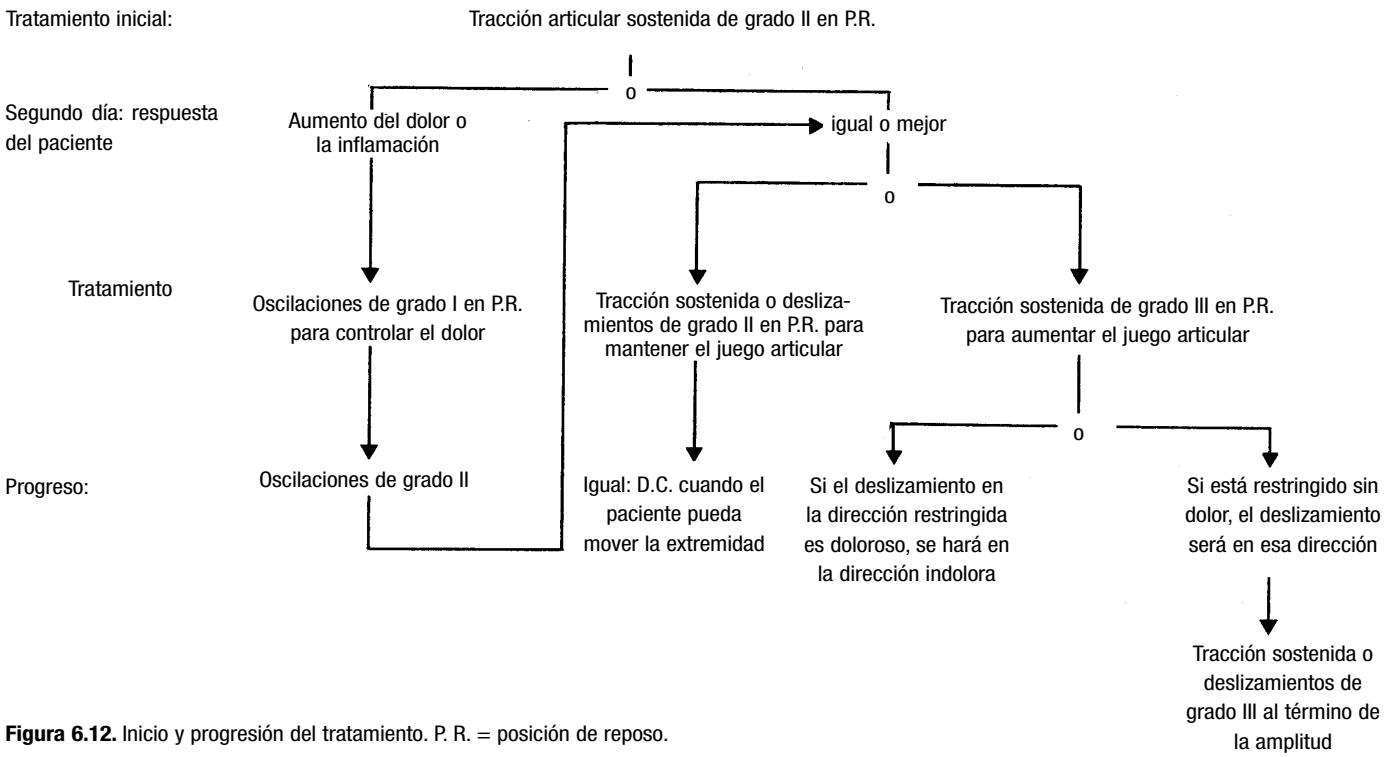


Figura 6.12. Inicio y progresión del tratamiento. P. R. = posición de reposo.

3. Para avanzar con la técnica de movilización, se mueve el hueso hasta el final de la amplitud del movimiento disponible y luego se aplican tracciones sostenidas o técnicas de deslizamiento de grado III. Las progresiones avanzadas incluyen la colocación previa del hueso en el punto final de la amplitud disponible del movimiento y su rotación antes de aplicar tracción o técnicas de deslizamiento de grado III (no hay ilustraciones en este capítulo).

4. Sugerencias.[8]

a. Caliéntese el tejido circundante de la articulación antes de las movilizaciones. Las modalidades, masajes o contracciones musculares suaves aumentan la circulación y calientan los tejidos.

b. Las técnicas de relajación muscular y las técnicas de oscilación pueden inhibir la rigidez refleja del músculo y deben alternarse con las técnicas de estiramiento si fuera necesario.

c. Cuando se emplean técnicas de deslizamiento sostenido, debe emplearse una tracción de grado I. Las tracciones de grados II o III no deben emplearse con los deslizamientos de grado III para evitar traumatismos excesivos en la articulación.

d. Si el deslizamiento en la dirección de la restricción es demasiado doloroso, se iniciarán las movilizaciones con deslizamiento en la dirección indolora. Se progresa al deslizamiento en la dirección de la restricción cuando mejora un poco la movilidad y no causa dolor.

e. Cuando se aplican las técnicas de movilización, se mueve primero el hueso en toda la amplitud disponible del juego articular; es decir, para "eliminar la laxitud". Cuando se aprecia la resistencia del tejido, se aplica la fuerza de estiramiento contra la restricción.

5. Para mantener el juego articular empleando las técnicas de deslizamiento cuando las técnicas de amplitud del movimiento están contraindicadas o no son posibles durante un período de tiempo, se emplean las técnicas de oscilación sostenida de grado II.

I. Velocidad, ritmo y duración de los movimientos

1. Oscilaciones[11]

a. Los grados I y IV son por lo general oscilaciones rápidas, como vibraciones manuales.

b. Los grados II y III son oscilaciones regulares y armónicas, dos o tres por segundo durante 1 a 2 minutos.

c. Se varía la velocidad de las oscilaciones para conseguir distintos efectos, como baja amplitud y gran velocidad para inhibir el dolor, o velocidad lenta para relajar la rigidez refleja del músculo.

2. Sostenidas[8]

a. Para las articulaciones dolorosas, se aplica tracción intermitente durante 7 a 10 segundos con unos pocos segundos de reposo entre varios ciclos. Repárese en la respuesta con el fin de repetirla o suspendida.

b. Para las articulaciones con restricción, se aplica un mínimo de una fuerza de estiramiento de 6 segundos, seguido por una liberación parcial (grados I o II); luego se repite con estiramientos (o puesta en tensión) intermitentes lentos con intervalos de 3 a 4 segundos.

J. Sensibilidad dolorosa al tratamiento

Las maniobras de movilización suelen causar sensibilidad dolorosa. Se realizan las maniobras en días alternos para reducir el dolor y curar el tejido entre sesión y sesión. El paciente debe utilizar la amplitud del movimiento para utilizar la amplitud ganada durante este período. Si aumenta el dolor pasadas 24 horas, es porque la dosis (amplitud) ha sido muy vigorosa o la duración excesiva. Se reduce la dosis o la duración hasta que el dolor esté bajo control.

K. Reevaluación

Se vuelve a evaluar la articulación del paciente y su amplitud del movimiento después del tratamiento y de nuevo antes del siguiente. Las variaciones del tratamiento están dictadas por la respuesta articular.

L. Programa total

Las técnicas de movilización son una parte de un programa de tratamiento total en el que se reduce la función. Si los músculos o tejidos conjuntivos también limitan el movimiento, se alterna las técnicas de inhibición y estiramientos musculares con otras de movilización en la misma sesión de tratamiento. La terapia también debe incluir una amplitud del movimiento adecuada y técnicas funcionales y de fortalecimiento (véanse capítulos 8 a 13).

VII. Técnicas de movilización de las articulaciones de la periferia

A continuación presentamos técnicas de deslizamiento y tracción articular que sugerimos para terapeutas de nivel inicial y quienes traten de adquirir unas bases sobre la movilización articular. Puede hacerse variedad de adaptaciones de estas técnicas. Las técnicas de tracción y deslizamiento deben aplicarse siguiendo las dosis, frecuencia, progresión, precauciones y procedimientos descritos en los capítulos previos.

NOTA: Términos como mano proximal, mano distal, mano lateral y otros términos descriptivos indican que el terapeuta debe usar la mano más proximal, distal o lateral al paciente o a la extremidad del paciente.

A. Complejo de la cintura escapular (fig. 6.13)

1. Articulación glenohumeral

La cavidad glenoidea cóncava recibe la cabeza convexa del húmero.

POSICIÓN EN REPOSO

El hombro adopta 55 grados de abducción, 30 grados de aducción horizontal y gira de modo que el antebrazo esté en el plano horizontal.

PLANO DE TRATAMIENTO

En el de la cavidad glenoidea y se mueve con la escápula. (Véase la definición en VI.G.)

ESTABILIZACIÓN

Se fija la escápula con un cinturón o la colaboración de un ayudante.

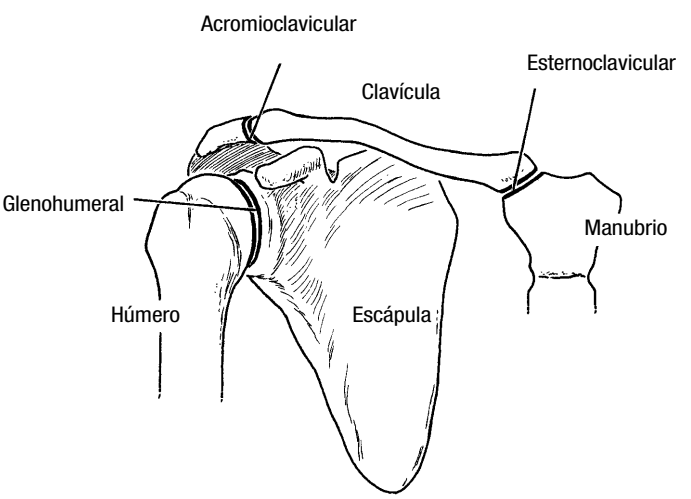


Figura 6.13. Huesos y articulación del complejo de la cintura escapular.

a. **Tracción articular** (tracción manual) (fig. 6.14)

INDICACIONES

Prueba; tratamiento inicial (grado II sostenido); control del dolor (oscilaciones de grados I o II); movilidad general (grado III sostenido).

POSICIÓN DEL PACIENTE

Decúbito supino, con un brazo en posición de descanso; se sostiene el antebrazo entre el tronco y el codo.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Se emplea la mano más cercana a la porción que se trata (por ejemplo, mano izquierda si se trata el hombro izquierdo del paciente) y se coloca en la axila del paciente con el pulgar distal al borde de la articulación en sentido anterior y los dedos en sentido posterior. La otra mano sostiene el húmero por la superficie lateral.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Con la mano en la axila, se mueve el húmero lateralmente.

NOTA: Se mueve todo el brazo en un movimiento de traslación lejos del plano de la cavidad glenoidea. Pueden realizarse tracciones con el húmero en cualquier posición (véanse figs. 6.17, 6.19 y 8.7). El terapeuta debe ser consciente del grado de rotación escapular y ajustar la fuerza de tracción contra el húmero para que esté perpendicular al plano de la cavidad glenoidea.

b. **Deslizamiento caudal** (fig. 6.15)

INDICACIONES

Aumentar la abducción (grado III sostenido); reposición de la cabeza del húmero si se colocan en sentido superior.

POSICIÓN DEL PACIENTE

Igual que para la tracción.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Se coloca una mano en la axila del paciente (como en a) para realizar tracciones de grado I; el espacio interdigital de la otra mano se coloca distal al acromion.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Con la mano colocada en sentido superior, se desliza el húmero en dirección caudal.

c. **Deslizamiento caudal: alternativa.**

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Igual que para la tracción (fig. 6.14).

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Procede de la mano que rodea el brazo, que tira de él caudalmente cuando el terapeuta se inclina hacia atrás.

NOTA: Este deslizamiento también se llama tracción sobre el eje longitudinal.

d. **Progresión del deslizamiento caudal** (fig. 6.16A)

INDICACIÓN

Aumentar la abducción cuando la amplitud se acerque a 90 grados.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito supino, con el brazo en abducción al final de la amplitud disponible. La rotación externa del hú-

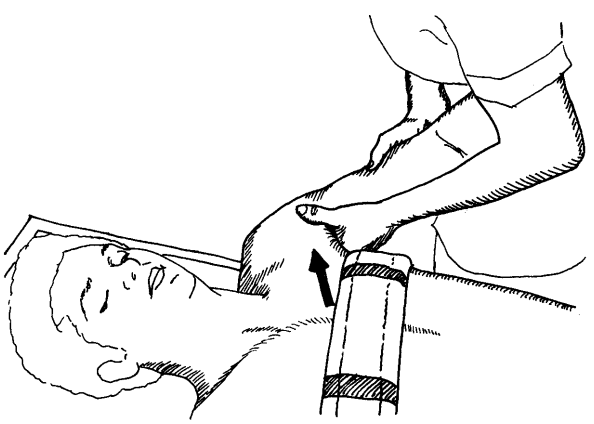


Figura 6.14. Tracción articular; articulación glenohumeral.

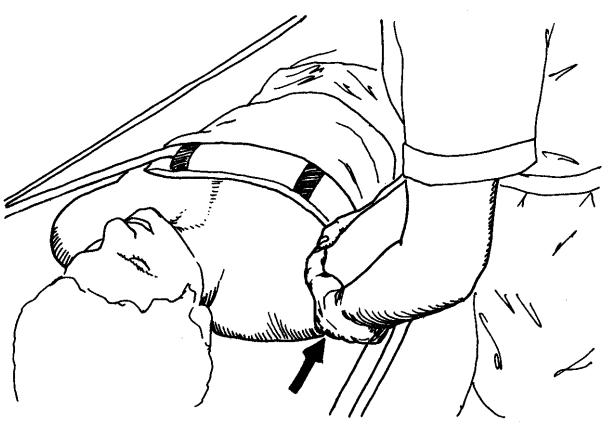


Figura 6.15. Deslizamiento caudal; articulación glenohumeral.

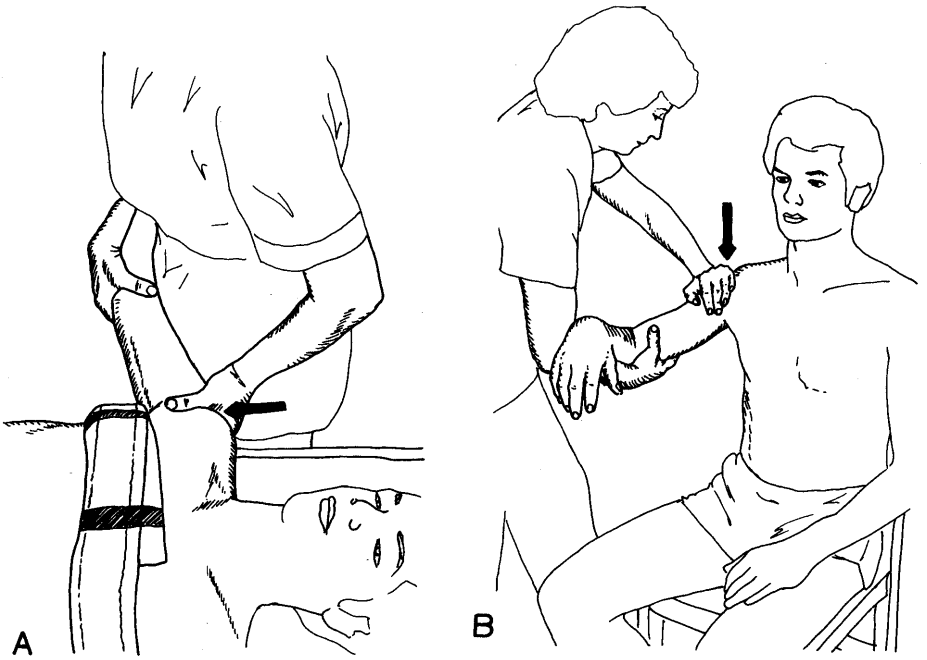


Figura 6.16. Deslizamiento caudal con el hombro cercano a 90 grados, (A) en decúbito supino y (B) en posición sedente.

mero debe añadirse a la posición final cuando el brazo se acerca y supera los 90 grados.

POSICIÓN DEL TERAPEUTA Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

De pie mirando los pies del paciente; estabiliza el brazo del paciente contra el tronco del terapeuta con la mano más alejada del paciente. Un ligero movimiento lateral del tronco proporciona tracción de grado I. Se coloca el espacio interdigital de la otra mano distal al acromion sobre la porción proximal de húmero.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Con la mano sobre la porción proximal del húmero, se desliza el húmero en dirección caudal.

POSICIÓN ALTERNATIVA

Sentado (fig. 6.16B).

e. **Progresión de la elevación** (fig. 6.17A)

INDICACIÓN

Aumentar la elevación por encima de 90 grados de abducción.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito supino, con el brazo en abducción y elevado hasta el final de la amplitud disponible. A continuación se hace girar el húmero externamente hasta su límite.

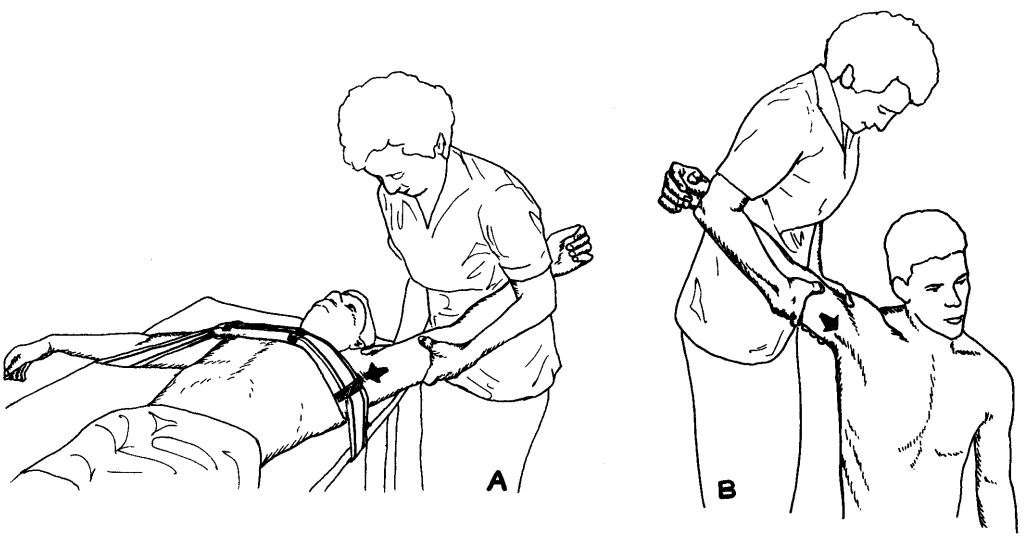


Figura 6.17. Progresión de la elevación; articulación glenohumeral (A) en decúbito supino y (B) en posición sedente. Se emplea cuando la amplitud supera 90 grados. Repárese en la posición de giro externo del húmero.

POSICIÓN DEL TERAPEUTA Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Igual que para la progresión del deslizamiento caudal; el terapeuta ajusta la posición de su cuerpo para que la mano que ejerce la fuerza de movilización se alinee con el plano de tratamiento. La mano que sujeta el codo aplica una fuerza de tracción de grado I.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Con la mano sobre la porción proximal del húmero, éste se desliza progresivamente en dirección anterior. La dirección de la fuerza depende de la cantidad de rotación ascendente y de la aducción de la escápula. La fuerza dirige la cabeza del húmero contra los pliegues inferiores de la cápsula en la axila.

POSICIÓN ALTERNATIVA

Sentado (fig. 6.17B).

f. **Deslizamiento posterior** (fig. 6.18)

INDICACIONES

Aumentar la flexión; aumentar la rotación interna.

POSICIÓN ALTERNATIVA

En decúbito supino, con el brazo en posición de descanso.

POSICIÓN DEL TERAPEUTA Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

De pie y de espaldas al paciente, entre su tronco y brazo; se apoya el brazo contra el tronco del terapeuta, se sujeta la porción distal del húmero con la mano lateral. Esta posición permite practicar la tracción de grado I de la articulación. Se coloca el borde lateral de la mano superior distal al borde anterior de la articulación, con los dedos apuntando en sentido superior. Esta mano es la que ejerce la fuerza de movilización.

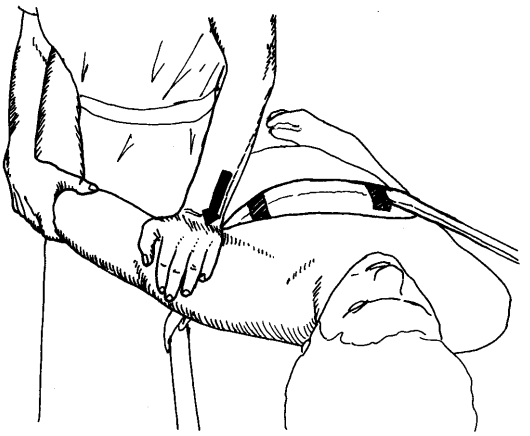


Figura 6.18. Deslizamiento posterior; articulación glenohumeral.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se desliza la cabeza del húmero posteriormente moviendo todo el brazo mientras el terapeuta flexiona las rodillas.

g. **Progresión del deslizamiento posterior** (fig. 6.19)

INDICACIONES

Aumentar el deslizamiento posterior cuando la flexión se acerca a 90 grados; aumentar la aducción horizontal.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito supino, con un brazo flexionado 90 grados, rotado internamente, con el codo flexionado. El brazo también puede adoptar aducción horizontal.

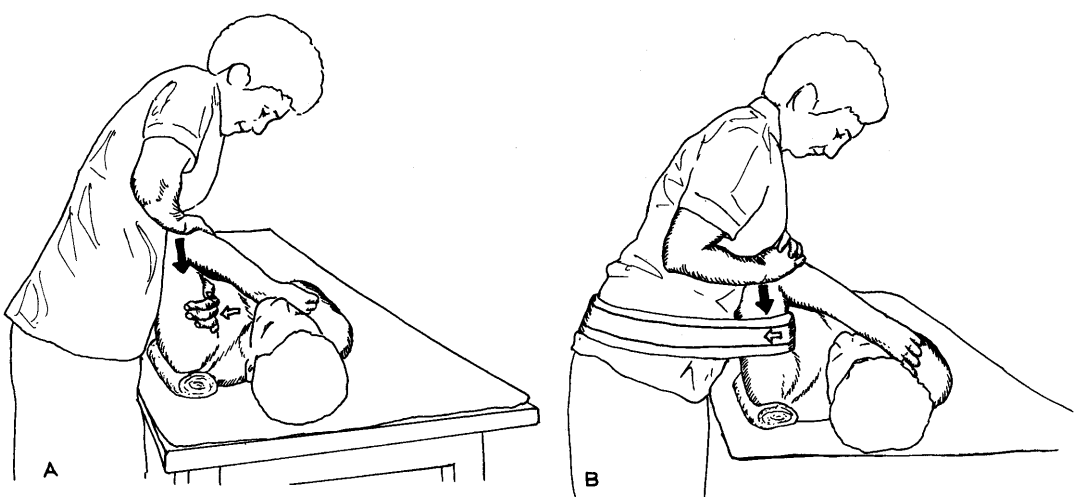


Figura 6.19. Progresión del deslizamiento posterior; articulación glenohumeral. (A) Empleando una mano o (B) empleando un cinturón para aplicar una fuerza de tracción de grado I.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Se colocan debajo de la escápula para lograr estabilización. Se coloca una mano sobre la superficie proximal del húmero para aplicar una tracción de grado I. Se coloca la otra mano por encima del codo del paciente. Se puede rodear la pelvis y el húmero del paciente con un cinturón para aplicar la fuerza de tracción.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se desliza el húmero posteriormente empujando hacia abajo el codo a lo largo del eje longitudinal del húmero.

h. **Deslizamiento anterior** (fig. 6.20)

INDICACIONES

Aumentar la extensión; aumentar la rotación externa.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito prono, con el brazo en posición de reposo por encima del borde de la mesa, apoyado en el muslo del terapeuta. Se estabiliza el acromion con una almohadilla.

POSICIÓN DEL TERAPEUTA Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

De pie mirando el extremo superior de la mesa con la pierna más cercana a ésta abierta e inclinada hacia delante. Se sostiene el brazo del paciente contra el muslo del terapeuta con la mano externa. Se procede a una tracción de grado I del brazo colocado sobre el muslo del terapeuta. Se coloca el borde cubital de la otra mano distal al ángulo posterior del acromion, con los dedos apuntando en sentido craneal. Esta mano aporta la fuerza de movilización.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se aplica en dirección anterior o ventral y ligeramente medial. Se flexionan ambas rodillas para que todo el brazo se mueva en sentido anterior.

***Precaución*:** No debe levantarse el brazo por el codo para no crear un movimiento angular del húmero; este movimiento podría provocar una subluxación anterior de la cabeza del húmero.

i. **Progresión del deslizamiento anterior**

INDICACIÓN

Aumentar la rotación externa.

***Precaución*:** No debe hacerse que el hombro adopte 90 grados de abducción al rotar el brazo externamente mientras se procede a un deslizamiento anterior o ventral. Esta técnica puede provocar la subluxación anterior de la cabeza del húmero.

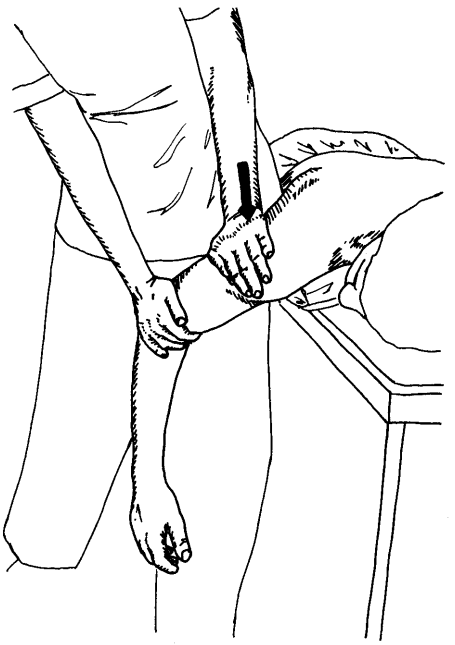


Figura 6.20. Deslizamiento anterior; articulación glenohumeral.

TÉCNICAS

Se procede a una progresión de la tracción del húmero. Se empieza con el hombro en posición de reposo, se rota el húmero externamente, luego se aplica una tracción de grado III perpendicular al plano de la cavidad glenoidea (véase la fig. 8.7).

Se procede a una progresión de la elevación (véase la fig. 6.17), dado que la rotación externa se incorpora en esa técnica.

NOTA: Para conseguir la elevación completa del húmero, se necesitan movimientos de componentes y movimientos accesorios de elevación y rotación claviculares, rotación escapular y rotación externa del húmero, además de un juego articular adecuado en sentidos anterior e inferior. Las movilizaciones clavicular y escapular se describen en las secciones siguientes.

2. Articulación acromioclavicular: deslizamiento anterior (fig. 6.21)

INDICACIÓN

Aumentar la movilidad de la articulación.

ESTABILIZACIÓN

Fijar la escápula por el acromion.

POSICIÓN DEL PACIENTE

Sentado o en decúbito prono.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Con el paciente sentado, el terapeuta se coloca de pie detrás de aquél y estabiliza el acromion con los dedos de la mano lateral, El pulgar de la otra mano se coloca posteriormente sobre la clavícula, medial al espacio articular. Con el paciente en decúbito prono, se estabiliza el acromion con una toalla enrollada debajo del hombro.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

El pulgar del terapeuta empuja la clavícula en sentido anterior.

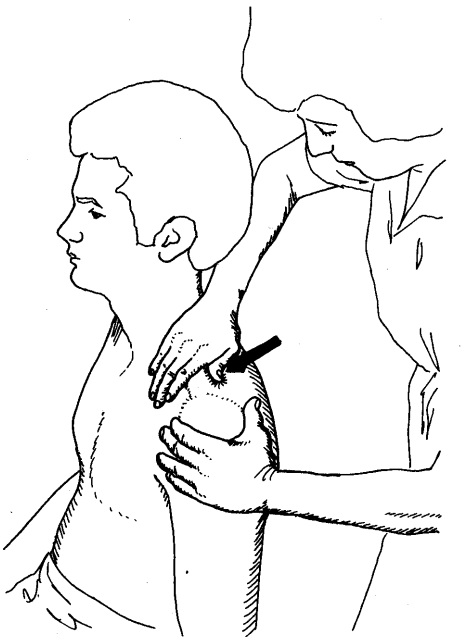


Figura 6.21. Deslizamiento anterior; articulación acromioclavicular.

3. Articulación esternoclavicular

La superficie proximal que se articula de la clavícula es convexa en sentido superior/inferior, y cóncava en sentido anterior/posterior.

POSICIÓN Y ESTABILIZACIÓN DEL PACIENTE

En decúbito supino. El tórax aporta estabilidad al esternón.

a. **Deslizamiento posterior o dorsal** (fig. 6.22)

INDICACIÓN

Aumentar la aducción.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

El terapeuta coloca el pulgar sobre la superficie anterior del extremo proximal de la clavícula; flexiona el índice y coloca la falange media a lo largo de la superficie caudal de la clavícula para apoyar el pulgar.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

El pulgar empuja en dirección posterior.

Figura 6.22. Deslizamiento posterior de la articulación esternoclavicular; se emplea la misma colocación de las manos que para el deslizamiento superior.

b. **Deslizamiento anterior** (fig. 6.23)

INDICACIÓN

Aumentar la abducción.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Los dedos del terapeuta se colocan en sentido superior, el pulgar en sentido inferior, rodeando la clavícula.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Los dedos y el pulgar elevan la clavícula en sentido anterior.

c. **Deslizamiento inferior** (fig. 6.23)

INDICACIÓN

Aumentar la elevación.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Los dedos se colocan por encima de la clavícula como en b.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Los dedos del terapeuta tiran de la porción proximal de la clavícula en sentido caudal.

d. **Deslizamiento superior** (véase la fig. 6.22)

INDICACIÓN

Aumentar la depresión.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Igual que en la sección anterior.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

El índice del terapeuta empuja en dirección superior.

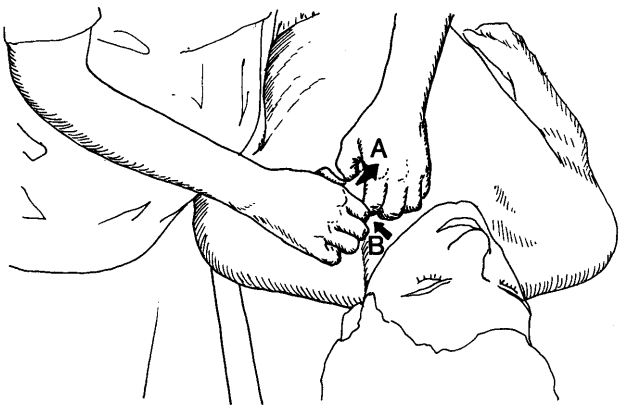


Figura 6.23. (A) Deslizamiento anterior de la articulación esternoclavicular. (B) Se emplea la misma colocación de las manos para el deslizamiento inferior.

4. Articulación escapulotorácica

No es una articulación verdadera, pero los tejidos blandos se estiran para obtener una movilidad normal de la cintura escapular (fig. 6.24).

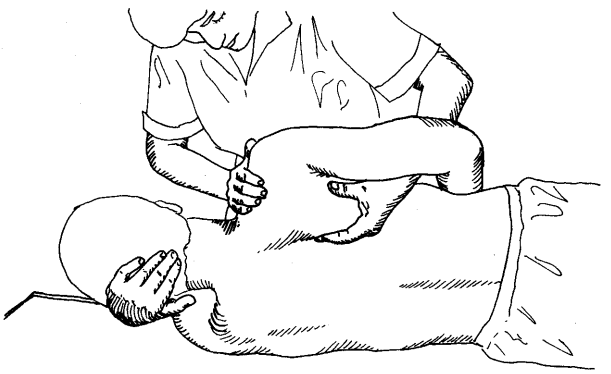


Figura 6.24. Movilización escapulotorácica.

INDICACIONES

Aumentar los movimientos escapulares de elevación, depresión, abducción, aducción, rotación y oscilación. (*winging* es un movimiento accesorio que se produce cuando una persona trata de colocar la mano detrás de la espalda, acompañándose de rotación interna del hombro y rotación descendente de la escápula.)

POSICIÓN DEL PACIENTE

Si hay poca movilidad, se empieza con el paciente en decúbito prono (véase la fig. 2.6) y se pasa a decúbito lateral, con el paciente mirando al terapeuta. El brazo del paciente se pasa por encima del brazo inferior del terapeuta y se deja que cuelgue para que los músculos se relajen.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

La mano superior del terapeuta se coloca sobre el acromion para controlar la dirección del movimiento. Los dedos de la mano inferior se ahuecan debajo del borde medial y el ángulo inferior de la escápula.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se mueve la escápula en la dirección deseada elevándola por el ángulo inferior o empujando sobre el acromion.

B. El complejo del codo y el antebrazo (fig. 6.25)

1. Articulación humerocubital

La tróclea convexa se articula con la fosa olecraniana cóncava.

POSICIÓN DE REPOSO

El codo flexionado 70 grados, el antebrazo en 10 grados de supinación.

PLANO DE TRATAMIENTO

En la fosa olecraniana, se angula aproximadamente 45 grados respecto al eje longitudinal del cúbito (fig. 6.26).

ESTABILIZACIÓN

Se fija el húmero contra la mesa de tratamiento con un cinturón o se emplea un ayudante.

a. **Tracción articular** (fig. 6.27A).

INDICACIONES

Prueba; tratamiento inicial (grado II sostenido); control del dolor (oscilación de grado I y II); aumentar la flexión o extensión.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito supino, con el codo por encima del borde de la mesa de tratamiento o sostenida por una almohadilla proximal al olécranon. La muñeca descansa contra el hombro del terapeuta, con lo cual el codo está en una posición de reposo.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Se emplea la mano medial poniendo los dedos por encima de la porción proximal del cúbito sobre la superficie palmar; se refuerza con la otra mano.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se ejerce fuerza contra la porción proximal del cúbito en un ángulo de 45 grados sobre la diáfisis.

b. **Progresión de la tracción**

INDICACIONES

Aumentar la flexión o extensión.

POSICIÓN DEL PACIENTE

Igual que en la sección a, excepto por que el codo se coloca al final de su amplitud disponible de movimiento antes de aplicar la fuerza de tracción.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Se ajusta la posición del paciente para aplicar mejor la fuerza de movilización y se estabiliza el antebrazo. Cuando el codo está cerca de la extensión, se coloca la base de la mano contra la porción proximal del cúbito.

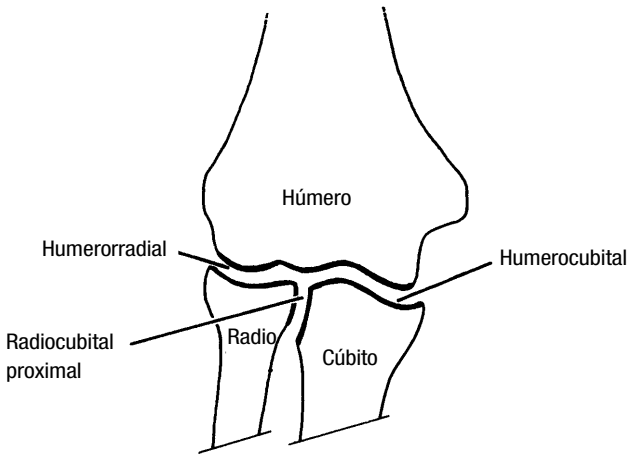


Figura 6.25. Huesos y articulaciones del complejo del codo.

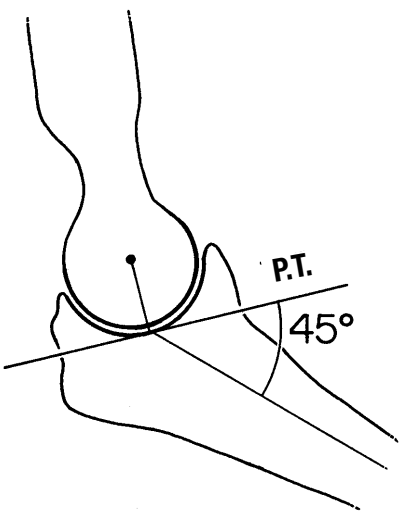


Figura 6.26. Vista lateral de la articulación humerocubital, que describe el plano de tratamiento (P. T.).

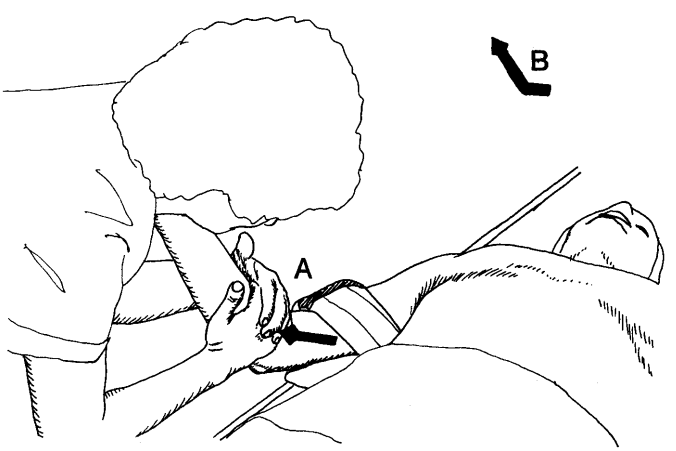


Figura 6.27. Tracción articular. (A) Articulación humerocubital. (B) Flecha que muestra la tracción articular con deslizamiento distal.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Siempre se ejerce fuerza contra el cúbito en un ángulo de 45 grados, sin importar el ángulo del codo.

c. **Deslizamiento distal (caudal)** (fig. 6.27B).

INDICACIÓN

Aumentar la flexión.

POSICIÓN DEL PACIENTE Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Igual que en a.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se emplea un movimiento ahuecado en que se aplica tracción a la articulación primero como en a; luego se ejerce tracción sobre el eje longitudinal del cúbito (tracción distal).

2. La articulación humerorradial

La cabeza convexa del húmero se articula con la cabeza cóncava del radio.

POSICIÓN DE REPOSO

El codo extendido, con el antebrazo en supinación.

PLANO DE TRATAMIENTO

En la cabeza cóncava del radio perpendicular al eje longitudinal del radio.

ESTABILIZACIÓN

Se fija el húmero con una de las manos del terapeuta.

a. **Tracción articular** (fig. 6.28).

INDICACIONES

Aumentar la movilidad del radio; corregir el empuje sobre el codo (desplazamiento proximal del radio).

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito supino, con el brazo descansando sobre la mesa.

POSICIÓN DEL TERAPEUTA Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

El terapeuta se coloca en el lado cubital del antebrazo del paciente. Estabiliza el húmero del paciente con la mano superior; se sujeta la porción distal del radio con los dedos y la eminencia tenar de la mano inferior; se asegura de que no sujete la porción distal del cúbito.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se tira distalmente del radio (la tracción sobre el eje longitudinal causará tracción articular).

b. **Deslizamiento dorsal o ventral del radio** (fig. 6.29).

INDICACIONES

Deslizamiento dorsal, para aumentar la extensión; deslizamiento ventral, para aumentar la flexión.

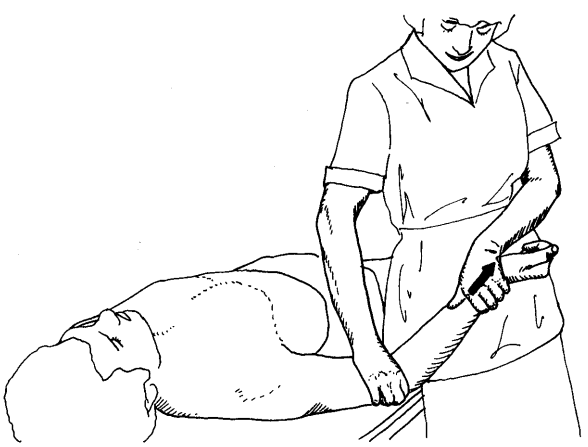


Figura 6.28. Tracción articular; articulación humerorradial.

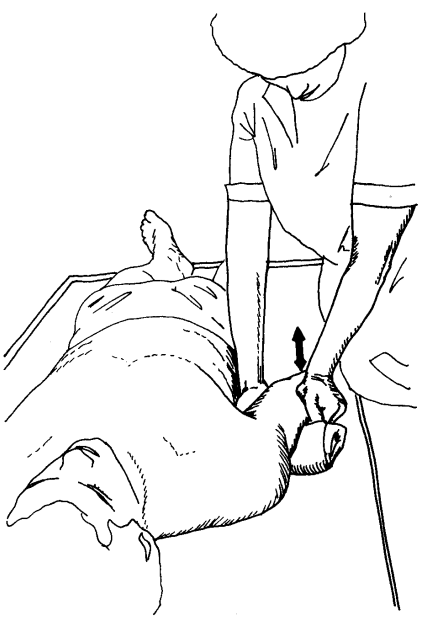


Figura 6.29. Deslizamiento dorsal y ventral; articulación humerorradial.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito supino o sentado con el codo extendido y en la máxima supinación posible.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Se estabiliza el húmero por el lado medial del brazo del paciente. Se coloca la superficie palmar de la mano lateral de terapeuta sobre la cara ventral, y los dedos sobre la cara dorsal de la cabeza del radio.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se fuerza la cabeza del radio en dirección dorsal con la palma de la mano o ventralmente con los dedos. Si se necesitara más fuerza para el deslizamiento ventral, se vuelve a alinear el cuerpo y se empuja con la base de la mano contra la superficie dorsal en dirección ventral.

c. **Compresión articular** (fig. 6.30).

INDICACIÓN

Reducir la subluxación de un codo sobre el que se ejerce tracción.

POSICIÓN DEL PACIENTE

Sentado o en decúbito supino.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Se emplea la misma mano que la del paciente, se coloca la eminencia tenar contra la eminencia tenar del paciente. Se fija el húmero y la porción proximal del cúbito contra un objeto firme (la mesa o la otra mano).

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se empuja a lo largo del eje longitudinal del radio ejerciendo presión contra la eminencia tenar; al mismo tiempo se mueve el antebrazo en supinación.

NOTA: Para recolocar una subluxación aguda, se emplea un movimiento rápido (manipulación).

3. Articulaciones radiocubitales

a. **Articulación radiocubital proximal** (fig. 6.31). (El borde convexo de la cabeza del radio se articula con la escotadura radial cóncava del cúbito.)

POSICIÓN DE REPOSO

El codo se flexiona 70 grados, el antebrazo se mueve 35 grados en supinación.

PLANO DE TRATAMIENTO

En la escotadura radial del cúbito, paralelo al eje longitudinal del cúbito.

ESTABILIZACIÓN

Porción proximal del cúbito.

INDICACIONES

Deslizamiento dorsal para aumentar la pronación; deslizamiento ventral para aumentar la supinación.

POSICIÓN DEL PACIENTE

Sentado o en decúbito supino, con el codo y el antebrazo en posición de reposo.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Se fija el cúbito con la mano medial en torno a la cara medial del antebrazo del paciente; se coloca la otra mano rodeando la cabeza del radio con los dedos sobre la superficie ventral y la palma sobre la superficie dorsal.

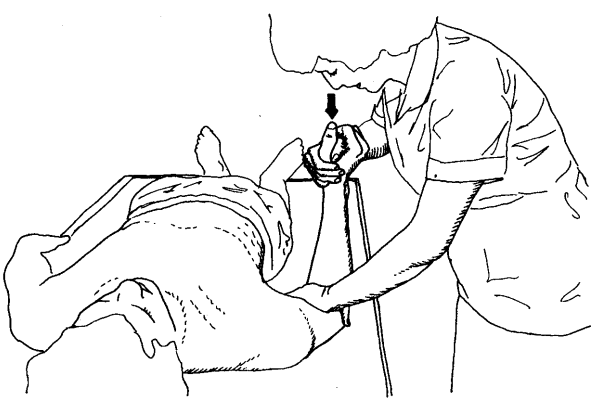


Figura 6.30. Compresión articular; articulación humerorradial.

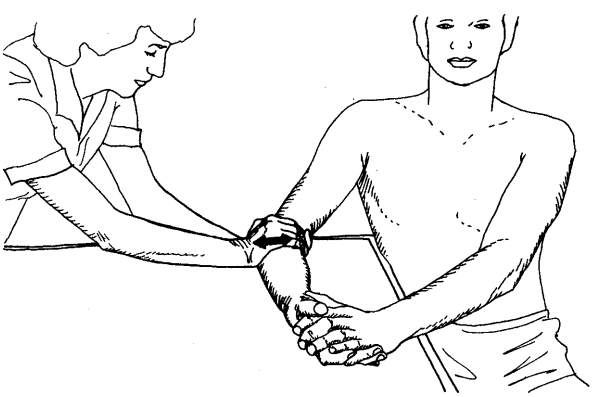


Figura 6.31. Deslizamiento dorsal-ventral; articulación radiocubital proximal.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se fuerza la cabeza del radio en sentido ventral empujando con la palma, o dorsalmente tirando con los dedos. Si se necesitara más fuerza para el deslizamiento dorsal, se pone el terapeuta en el otro lado del paciente, une las manos entrecruzando los dedos y empuja sobre la superficie ventral con la base de la mano apoyada en la cabeza del radio.

b. **Articulación radiocubital distal** (fig. 6.32). (La escotadura cubital cóncava del radio se articula con la cabeza convexa del cúbito.)

POSICIÓN DE REPOSO

10 grados en supinación.

PLANO DE TRATAMIENTO

La superficie articular del radio; paralela al eje longitudinal del radio.

ESTABILIZACIÓN

Porción distal del cúbito.

INDICACIONES

Deslizamiento dorsal para aumentar la supinación; deslizamiento ventral para aumentar la pronación.

POSICIÓN DEL PACIENTE

Sentado, con el brazo en la mesa; antebrazo en posición de descanso.

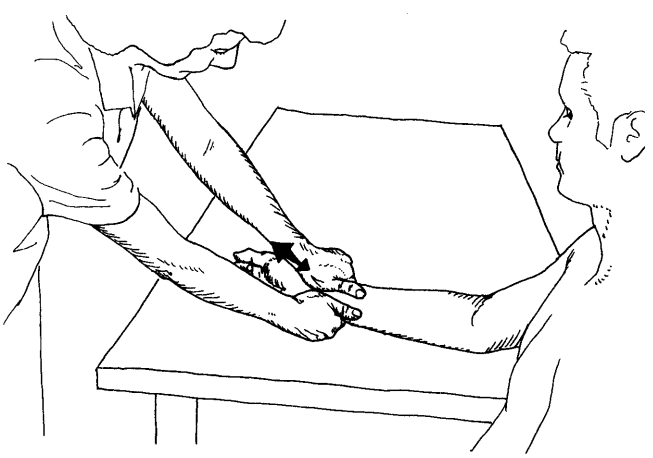


Figura 6.32. Deslizamiento dorsal-ventral; articulación radiocubital distal.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Se estabiliza la porción distal del cúbito colocando los dedos de una mano sobre la superficie dorsal y la eminencia tenar, y el pulgar sobre la superficie ventral. Se coloca una mano de la misma forma en torno a la porción distal del radio.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se desliza la porción distal del radio dorsal o ventralmente paralela al cúbito.

C. El complejo de la muñeca (fig. 6.33)

1. Articulación radiocarpiana

La porción distal cóncava del radio se articula con la fila proximal convexa de los huesos del carpo, que se compone del escafoides, el semilunar y el piramidal.

POSICIÓN DE REPOSO

Una línea recta por el radio y el tercer metacarpiano con ligera desviación cubital.

PLANO DE TRATAMIENTO

En la superficie articular del radio perpendicular al eje longitudinal del radio.

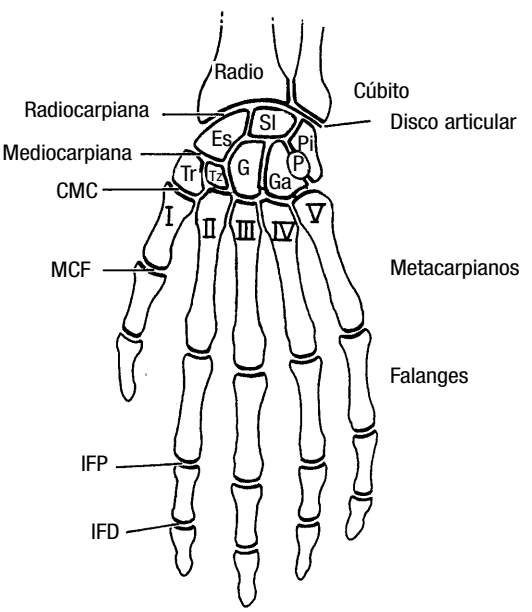


Figura 6.33. Huesos y articulaciones de la muñeca y la mano.

ESTABILIZACIÓN

Porción distal del radio y el cúbito.

a. **Tracción articular (tracción)** (fig. 6.34).

INDICACIONES

Prueba; tratamiento inicial; control del dolor; movilidad general de la muñeca.

POSICIÓN DEL PACIENTE

Sentado, con el antebrazo apoyado en la mesa y la muñeca colgando del borde de la mesa.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Con la mano más cercana al paciente, se sujetan las apófisis estiloides y se fija el radio y el cúbito contra la mesa. La otra mano sujeta la fila distal de los huesos del carpo.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se ejerce tracción distal respecto al brazo.

b. **Deslizamientos generales.**

INDICACIONES

Deslizamiento dorsal para aumentar la flexión (fig. 6.35); deslizamiento palmar para aumentar la extensión (fig. 6.36); deslizamiento radial para aumentar la desviación cubital; deslizamiento cubital para aumentar la desviación radial (fig. 6.37).

POSICIÓN DEL PACIENTE Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Igual que en a, excepto que se gira el antebrazo cuando se realiza un deslizamiento radial o cubital para facilitar el cumplimiento de la técnica.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Procede de la mano que rodea los huesos distales del carpo.

2. Deslizamientos específicos de los huesos del carpo en la fila proximal con el radio y el cúbito

POSICIÓN DEL PACIENTE

Sentado, con la mano sostenida por el terapeuta para que el codo cuelgue sin apoyo. El peso del brazo ejerce una ligera tracción articular (grado I) para que el terapeuta sólo necesite aplicar deslizamientos.

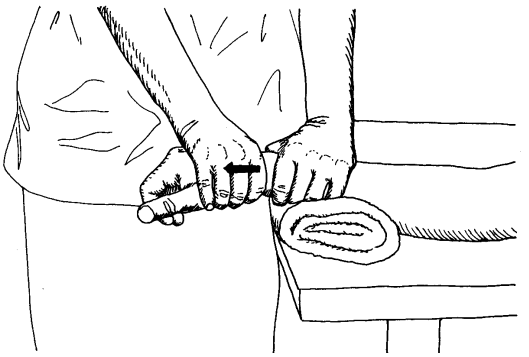


Figura 6.34. Tracción articular; articulación de la muñeca.

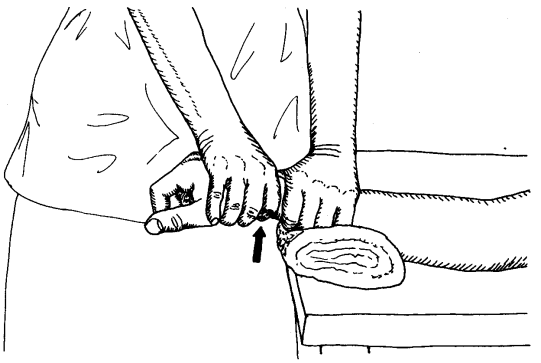


Figura 6.35. Deslizamiento dorsal; movilización general de la articulación de la muñeca.

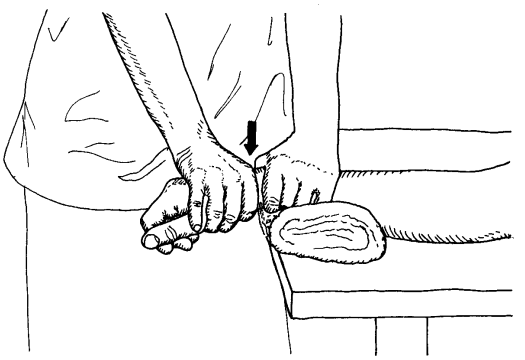


Figura 6.36. Deslizamiento palmar; movilización general de la articulación de la muñeca.

Figura 6.37. Deslizamiento cubital; movilización general de la articulación de la muñeca.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Se colocan los índices de ambas manos sobre la superficie palmar del hueso que hay que estabilizar (ver estabilización) y los pulgares sobre la superficie dorsal del hueso que se moviliza.

ESTABILIZACIÓN

Para aumentar la flexión, los índices estabilizan la porción distal del hueso (escafoides o semilunar) (fig. 6.38). Para aumentar la extensión, los índices estabilizan la porción proximal del hueso (radio) (fig. 6.39).

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

En cada caso, la fuerza la ejercen los pulgares sobre la superficie dorsal del hueso que se moviliza. Al movilizarlo por la superficie dorsal, se reduce al mínimo la presión sobre los nervios, vasos sanguíneos y tendones del canal carpiano y el canal de Guyon, y puede emplearse una fuerza de movilización mayor sin dolor.

a. **Escafoides-radio** (escafoides convexo, radio cóncavo) y **semilunar-radio** (semilunar convexo, radio cóncavo).

INDICACIONES

Para aumentar la flexión, se desliza el radio palmarmente sobre el escafoides fijo, o se desliza el radio en sentido palmar sobre el semilunar fijo (véase fig. 6.38). Para aumentar la extensión, se desliza el escafoides palmarmente sobre el radio fijo o se desliza el semilunar en sentido palmar sobre el radio fijo (fig. 6.39).

b. **Articulación cúbito-menisco-piramidal**

INDICACIONES

Para desbloquear el disco articular, que puede impedir los movimientos de la muñeca o el antebrazo, se desliza el cúbito palmarmente sobre el hueso piramidal fijo.

3. Deslizamientos específicos de las articulaciones intercarpianas

POSICIÓN DEL PACIENTE Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Igual que la descrita en la sección 2.

ESTABILIZACIÓN

En todos los casos se aplica estabilización con los dedos índices superpuestos sobre la superficie palmar.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

En todos los casos la fuerza se ejerce con los pulgares superpuestos sobre la superficie dorsal.

a. ***Deslizamientos para aumentar la extensión.***

Se estabiliza el hueso que tiene la superficie articular cóncava, y se aplica la fuerza de movilización contra la superficie dorsal del hueso con la superficie articular convexa. La fuerza es en dirección palmar.

EJEMPLOS

(1) Para aumentar la extensión y la desviación radial de la articulación del trapecio-trapezoide/escafoides, se

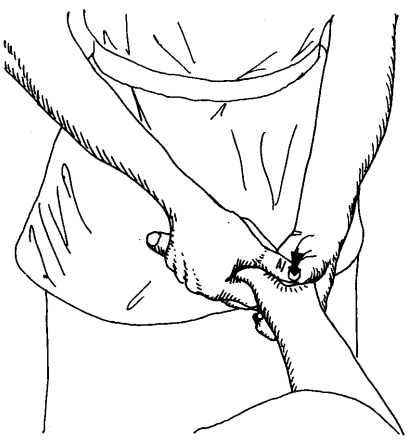


Figura 6.38. Estabilización del hueso distal; deslizamiento palmar del hueso proximal; se muestra la estabilización del escafoides y el semilunar con deslizamiento palmar del radio.

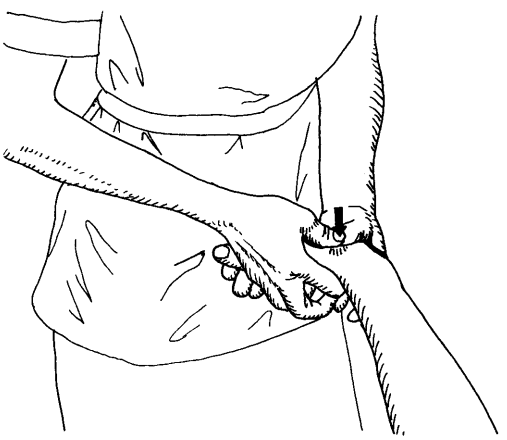


Figura 6.39. Estabilización del hueso proximal; deslizamiento palmar del hueso distal; se muestra la estabilización del radio con deslizamiento palmar del semilunar.

desliza el escafoides en sentido palmar con los pulgares del terapeuta mientras se estabiliza la unidad formada por el trapecio y el trapezoide con los dedos índices.

(2) Para aumentar la extensión de la articulación del hueso grande y el semilunar, se desliza el hueso grande en sentido palmar con los pulgares, mientras se estabiliza el semilunar con los índices.

b. ***Deslizamientos para aumentar la flexión.***

Se estabiliza el hueso que tiene la superficie articular convexa y se aplica la fuerza de movilización contra la superficie dorsal del hueso que tiene la superficie articular cóncava. La fuerza es en dirección palmar.

EJEMPLOS

(1) Para aumentar la flexión de la articulación del trapecio-trapezoide/escafoides, se desliza la unidad formada por el trapecio y el trapezoide en sentido palmar con los pulgares, mientras se estabiliza el escafoides con los dedos índices.

(2) Para aumentar la flexión de la articulación del hueso grande y el semilunar, se desliza el semilunar en sentido palmar con los pulgares, mientras se estabiliza el hueso grande.

D. Articulaciones de la mano y los dedos

1. Las articulaciones carpometacarpianas e intermetacarpianas de los dedos II a V

a. **Tracción articular** (fig. 6.40)

INDICACIÓN

Aumentar la movilidad de la mano.

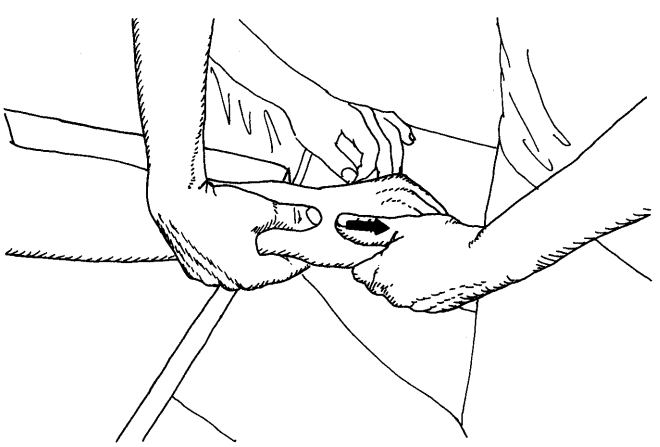


Figura 6.40. Tracción articular; articulación carpometacarpiana.

ESTABILIZACIÓN Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Se estabiliza el hueso respectivo del carpo con una mano; se sujeta con el pulgar en la cara dorsal y los dedos en la cara palmar. La otra mano sujeta la porción proximal de un metacarpiano, el pulgar en la cara dorsal y los dedos en la cara palmar.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se aplica tracción sobre el eje longitudinal del metacarpiano para separar las superficies articulares.

b. **Deslizamiento palmar**

INDICACIÓN

Aumentar la movilidad del arco de la mano.

ESTABILIZACIÓN Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Igual que en a.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

El pulgar apoyado en el dorso del metacarpiano desliza la porción proximal del hueso en sentido palmar.

c. Ver también la técnica para combar y aplanar el arco de la mano descrita en el capítulo 2.

2. La articulación carpometacarpiana del pulgar

Articulación en silla de montar: el trapecio es cóncavo, el metacarpiano proximal es convexo para la abducción/aducción; el trapecio es convexo, el metacarpiano proximal es cóncavo para la flexión/extensión.

POSICIÓN EN REPOSO

A medio camino entre la flexión y extensión, y entre abducción y aducción.

ESTABILIZACIÓN

Se fija el trapecio con la mano más cercana al paciente.

PLANO DE TRATAMIENTO

En el trapecio para abducción-aducción; en el metacarpiano proximal para la flexión-extensión.

a. **Tracción articular**

INDICACIONES

Prueba; tratamiento inicial; control del dolor; movilidad general.

POSICIÓN DEL PACIENTE

El antebrazo y la mano se apoyan en la mesa de tratamiento.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Se fija el trapecio con la mano más cercana al paciente; se sujeta el metacarpiano del paciente con los dedos (parecido a la fig. 6.41A).

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se aplica tracción sobre el eje longitudinal para separar las superficies articulares.

b. **Deslizamientos** (fig. 6.41)

INDICACIONES

Para aumentar la flexión, deslizamiento cubital; para aumentar la extensión, deslizamiento radial; para aumentar la abducción, deslizamiento dorsal; para aumentar la aducción, deslizamiento palmar.

POSICIÓN DEL PACIENTE Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

El trapecio se estabiliza asiéndolo directamente o rodeándolo con los dedos por la fila distal de huesos del carpo. El terapeuta coloca la eminencia tenar de la otra mano sobre la base del primer metacarpiano del paciente por el lado opuesto del deslizamiento deseado (en la fig. 6.41A, la superficie de la mano está en el lado radial del metacarpiano para generar deslizamiento cubital.)

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Procede de la eminencia tenar del terapeuta sobre el metacarpiano. El terapeuta ajusta la posición de su cuerpo para alinearse con la fuerza como se muestra en la figura 6.41A a D.

3. Las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas de los dedos

En todos los casos, el extremo distal de la superficie articular proximal es convexo, y el extremo proximal de la superficie articular distal es cóncavo.

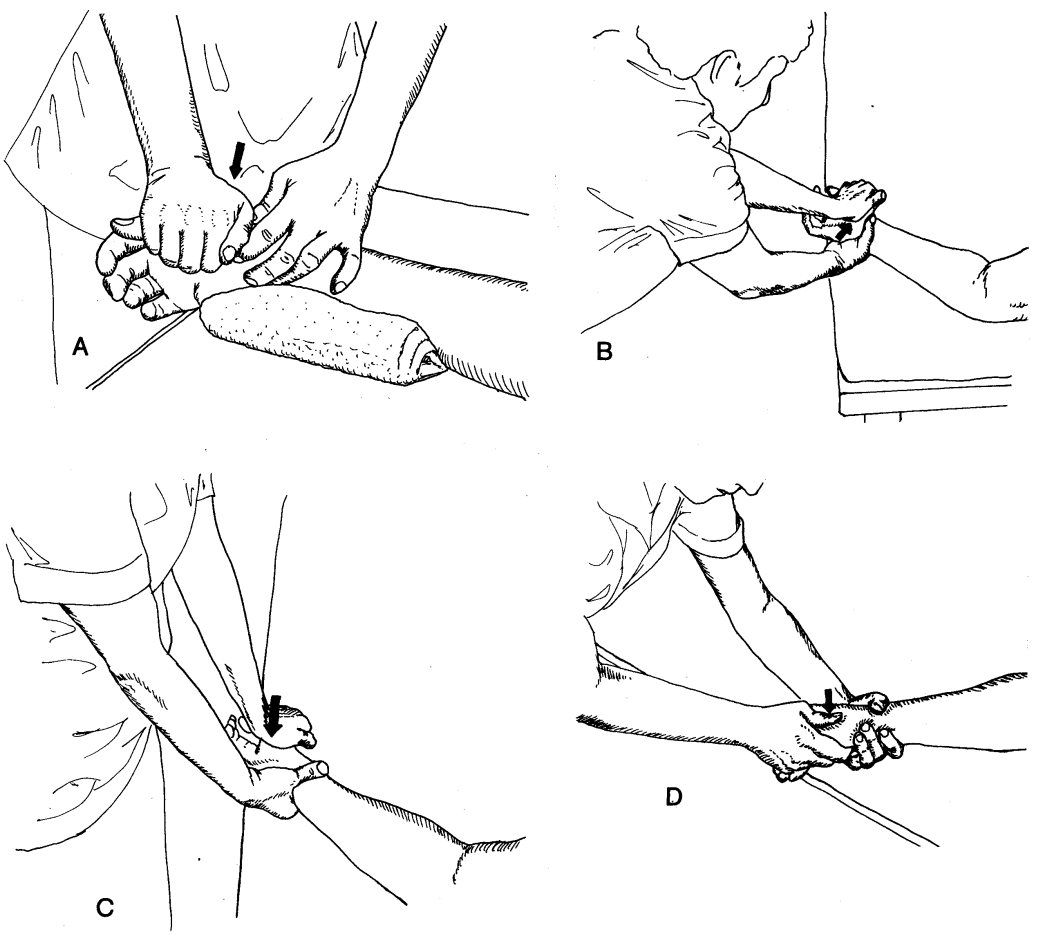


Figura 6.41. Articulación carpometacarpiana del pulgar. (A) Deslizamiento cubital para aumentar la flexión. (B) Deslizamiento radial para aumentar la extensión. (C) Deslizamiento dorsal para aumentar la abducción. (D) Deslizamiento palmar para aumentar la aducción. Repárese en que el pulgar del terapeuta se coloca en el espacio interdigital del índice y el pulgar del paciente para aplicar un deslizamiento palmar.

NOTA: Como todas las superficies articulares de los dedos son iguales, todas las técnicas se aplican de igual modo en cada articulación.

POSICIÓN DE REPOSO

Ligera flexión de todas las articulaciones.

PLANO DE TRATAMIENTO

En la superficie articular distal.

ESTABILIZACIÓN

Se descansa el antebrazo y la mano sobre la mesa de tratamiento; se fija la superficie articular proximal con los dedos de una mano.

a. **Tracción articular** (fig. 6.42)

INDICACIONES

Prueba; tratamiento inicial; control del dolor; movilidad general.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Se emplea la porción proximal de la mano para estabilizar el hueso proximal; se sujeta con los dedos y el pulgar de la otra mano el hueso distal cercano a la articulación.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se aplica tracción sobre el eje longitudinal para separar la superficie articular.

b. **Deslizamientos.**

INDICACIONES

Para aumentar la flexión, deslizamiento palmar (fig. 6.43); para aumentar la extensión, deslizamiento dorsal; para aumentar la abducción o la aducción, deslizamiento radial o cubital (dependiendo del dedo).

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

La fuerza de deslizamiento se aplica con el pulgar contra el extremo proximal del hueso que se va a mover.

c. **Rotaciones** (fig. 6.44)

INDICACIONES

Aumentar los grados finales de movimiento.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Inicialmente, se gira el hueso distal sobre el hueso pro-

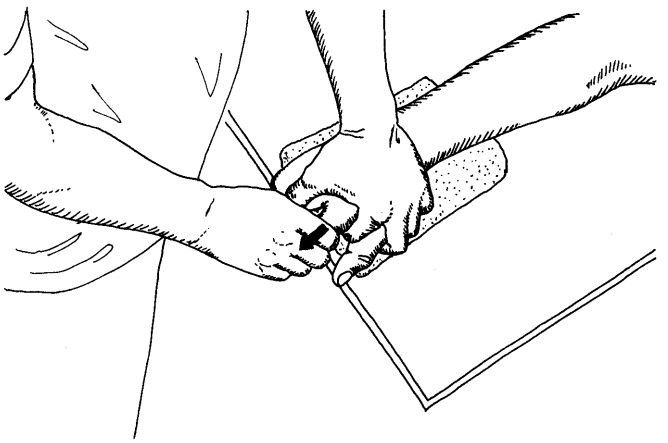


Figura 6.42. Tracción articular de una articulación metacarpofalángica.

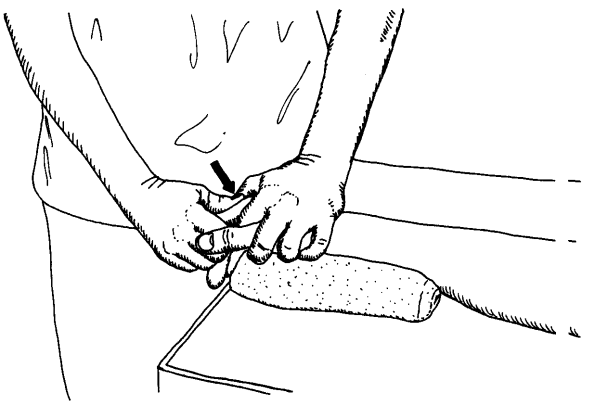


Figura 6.43. Deslizamiento palmar de una articulación metacarpofalángica.

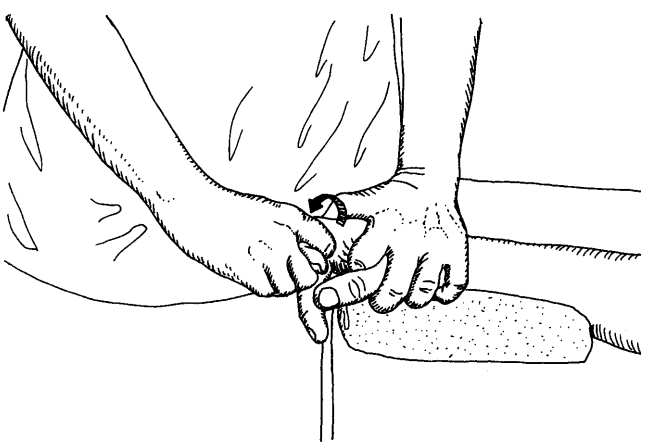


Figura 6.44. Rotación de una articulación metacarpofalángica.

ximal estabilizado, luego se aplica una fuerza de tracción.

E. Articulación de la cadera (fig. 6.45)

El acetábulo cóncavo recibe la cabeza convexa del fémur.

POSICIÓN DE REPOSO

Treinta grados de flexión de la cadera, 30 grados de abducción y ligera rotación externa.

ESTABILIZACIÓN

Se fija la pelvis a la mesa de tratamiento con cinturones.

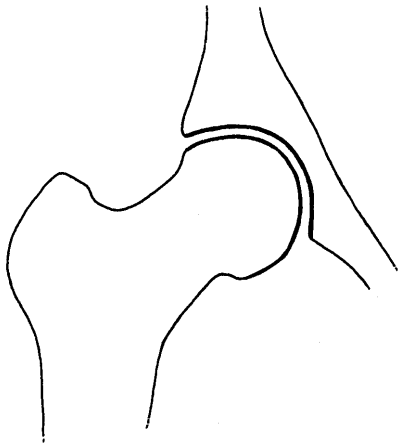


Figura 6.45. Huesos de la articulación coxofemoral.

1. Tracción de la superficie en carga: deslizamiento caudal (fig. 6.46)

NOTA: Debido a la profunda configuración de esta articulación, la tracción aplicada perpendicular al plano de tratamiento causa deslizamiento lateral de la superficie superior en carga. Para conseguir la separación de la superficie en carga, se emplea un deslizamiento caudal.

INDICACIONES

Prueba; tratamiento inicial; control del dolor; movilidad general.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito supino, con la cadera en posición de reposo y la rodilla extendida.

***Precaución*:** En una disfunción de la rodilla, no debe emplearse esta posición; ver la posición alternativa en 2.

POSICIÓN DEL TERAPEUTA Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

De pie al final de la mesa de tratamiento; se coloca un cinturón en torno al tronco, luego se cruza sobre los pies del paciente y en torno al tobillo. Se colocan las manos proximales a los maléolos, debajo del cinturón. El cinturón permite al terapeuta usar el peso del cuerpo para aplicar la fuerza de movilización.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se aplica tracción sobre el eje longitudinal tirando de la pierna al inclinarse el terapeuta hacia atrás.

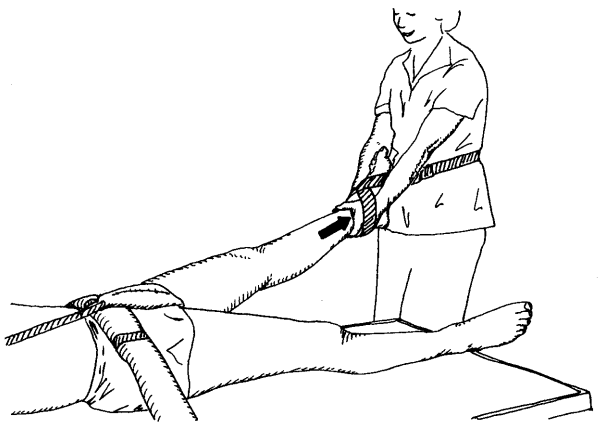


Figura 6.46. Tracción de la superficie que soporta la carga de la articulación coxofemoral: deslizamiento caudal.

2. Posición alternativa para el deslizamiento caudal

INDICACIÓN

Igual que en 1, para aplicar tracción sobre la superficie de la cadera que soporta la carga cuando hay una disfunción de la rodilla.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito supino, con la cadera y la rodilla flexionadas.

POSICIÓN DEL TERAPEUTA Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Se sujetan con las manos los epicóndilos del fémur y la porción distal del fémur. No se comprime la rótula.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Procede de las manos y se aplica en dirección caudal cuando el terapeuta se inclina hacia atrás.

3. Deslizamiento posterior (dorsal) (fig. 6.47)

INDICACIONES

Aumentar la flexión; aumentar la rotación interna.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito supino, con las caderas en el extremo de la camilla. El paciente ayuda a estabilizar la pelvis flexionando la cadera opuesta y aguantando el muslo con las manos. La cadera que hay que movilizar está en posición de reposo.

POSICIÓN DEL TERAPEUTA Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

De pie sobre el lado medial del muslo del paciente. Se coloca un cinturón en torno al hombro y por debajo del muslo del paciente para ayudarle a aguantar el peso de la extremidad inferior. Se coloca la mano distal debajo del cinturón y la porción distal del muslo. Se coloca la mano proximal sobre la superficie anterior del muslo proximal.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se mantienen los codos extendidos y se flexionan las rodillas; se aplica la fuerza a través de la mano proximal en dirección posterior (dorsal).

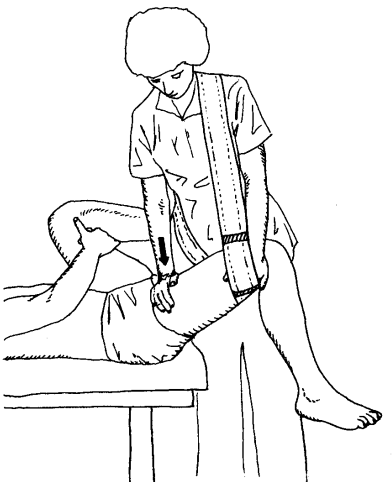


Figura 6.47. Deslizamiento posterior; articulación coxofemoral.

4. Deslizamiento anterior (ventral) (fig. 6.48)

INDICACIONES

Aumentar la extensión; aumentar la rotación externa.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito prono, con el tronco apoyado en la mesa y las caderas sobre el borde. El pie contrario está apoyado en el suelo.

POSICIÓN DEL TERAPEUTA Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

De pie sobre el lado medial del muslo del paciente; se coloca un cinturón rodeando el hombro y el muslo del

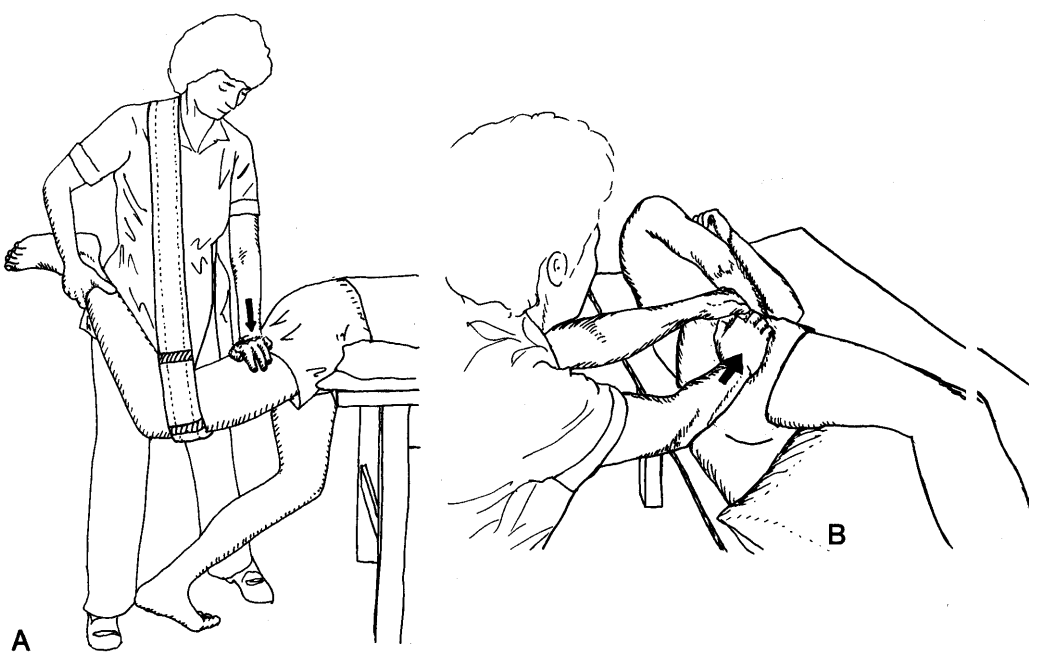


Figura 6.48. Deslizamiento anterior; articulación coxofemoral (A) en decúbito prono y (B) en decúbito lateral.

paciente para sostener el peso de la pierna. Con la mano distal, se aguanta la pierna del paciente. Se coloca la mano proximal en sentido posterior sobre el muslo proximal, justo debajo de la nalga.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

El terapeuta mantiene el codo extendido y flexiona las rodillas; aplica fuerza con la mano proximal en dirección anterior.

POSICIÓN ALTERNATIVA

Se coloca el paciente en decúbito lateral con el muslo flexionado cómodamente y apoyado en almohadas. El terapeuta permanece de pie posterior al paciente y estabiliza la pelvis sobre la espina ilíaca anterosuperior con la mano craneal. Se empuja la cara posterior del trocánter mayor en dirección anterior con la mano caudal.

F. Rodilla y pierna (fig. 6.49)

1. Articulación tibiofemoral

Las mesetas cóncavas de la tibia se articulan con los cóndilos convexos del fémur.

POSICIÓN EN REPOSO

25 grados de flexión.

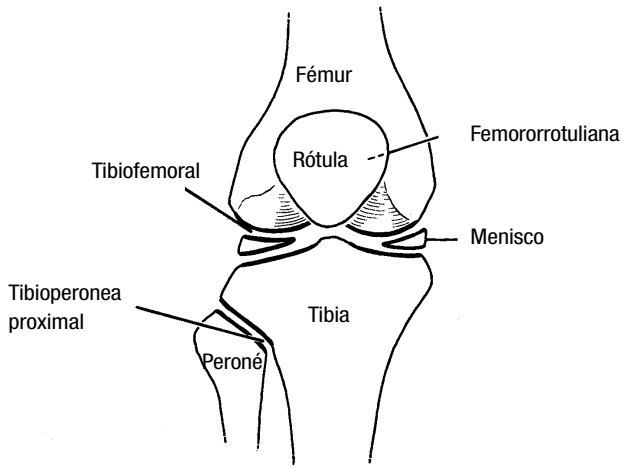


Figura 6.49. Huesos y articulaciones de la rodilla y la pierna.

PLANO DE TRATAMIENTO

A lo largo de la superficie de las mesetas tibiales. Por tanto, se mueve con la tibia a medida que cambia el ángulo de la rodilla.

ESTABILIZACIÓN

En la mayoría de los casos, el fémur se estabiliza con un cinturón o sobre la mesa.

a. **Tracción articular: tracción sobre el eje longitudinal** (fig. 6.50A, B y C)

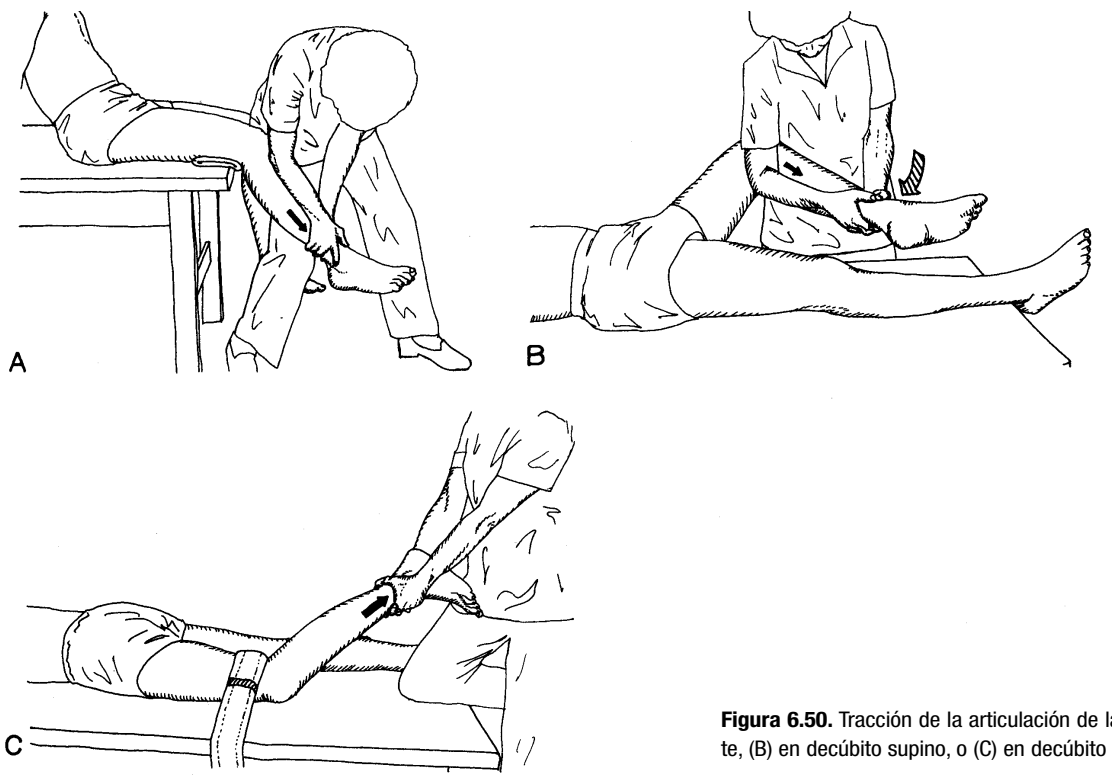


Figura 6.50. Tracción de la articulación de la rodilla (A) en posición sedente, (B) en decúbito supino, o (C) en decúbito prono.

INDICACIONES

Prueba; tratamiento inicial; control del dolor; movilidad general.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En posición sedente, en decúbito supino y prono, empezando con la rodilla en posición de reposo.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Se sujeta la pierna distalmente, proximal a los maléolos con ambas manos.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se ejerce tracción sobre el eje longitudinal de la tibia para separar las superficies articulares.

b. **Deslizamiento posterior: prueba del cajón** (fig. 6.51)

INDICACIONES

Prueba, aumentar la flexión.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito supino, con el pie apoyado en la mesa. La posición para la prueba del cajón puede usarse para movilizar la tibia en sentido anterior o posterior, aunque no puede aplicarse una tracción de grado I con los deslizamientos.

POSICIÓN DEL TERAPEUTA Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Sentado en la mesa con el muslo fijando el pie del paciente. Con ambas manos el terapeuta sujeta la tibia, los dedos que apuntan posteriormente y los pulgares en sentido anterior.

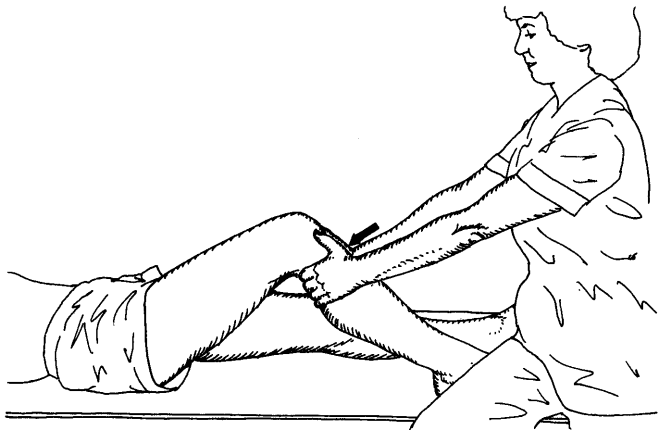


Figura 6.51. Deslizamiento posterior (prueba del cajón); articulación de la rodilla.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

El terapeuta extiende los codos y apoya el peso del cuerpo hacia delante; se empuja la tibia en sentido posterior con los pulgares.

c. **Deslizamiento posterior, posición alternativa y progresión** (fig. 6.52)

INDICACIÓN

Aumentar la flexión.

POSICIÓN DEL PACIENTE

Sentado, con la rodilla flexionada sobre el borde de la mesa de tratamiento, empezando en posición de reposo (fig. 6.52A) y avanzando hasta casi 90 grados (fig. 6.52B).

POSICIÓN DEL TERAPEUTA Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Cuando la rodilla está en posición de reposo, el terapeu-

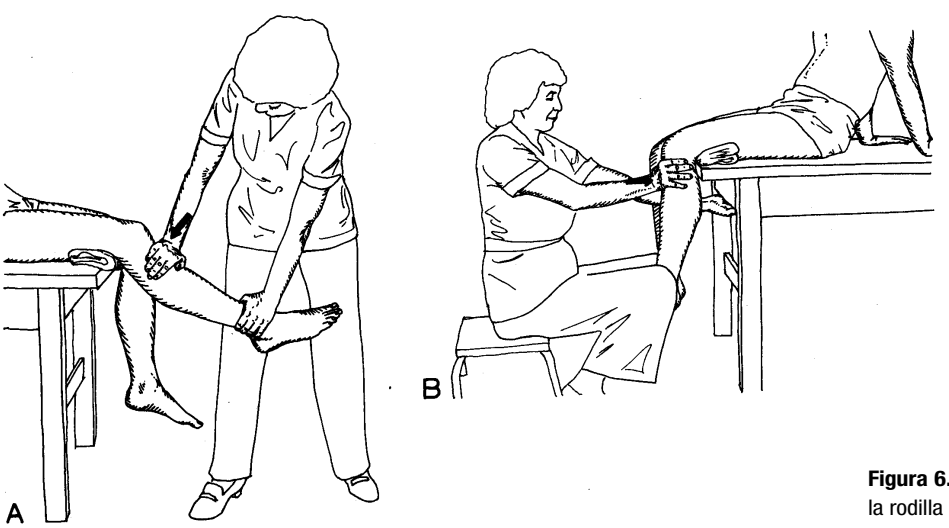


Figura 6.52. Deslizamiento posterior de la articulación de la rodilla (A) en reposo y (B) flexionada casi 90 grados.

ta permanece de pie en el lado medial de la pierna del paciente. Se aguanta la pierna distal con la mano distal y se coloca la palma de la mano proximal a lo largo de la cara anterior de la tibia. Cuando la rodilla está flexionada casi 90 grados, el terapeuta se sienta en una banqueta; estabiliza la pierna entre sus rodillas y coloca una mano sobre la cara anterior de la tibia. La progresión por encima de 90 grados requiere que el paciente yazga en decúbito prono.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

El terapeuta extiende el codo y apoya el peso del cuerpo sobre la tibia, deslizándola en sentido posterior.

d. **Deslizamiento anterior** (fig. 6.53)

INDICACIÓN

Aumentar la extensión.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito prono, con la rodilla en posición de reposo. Se coloca una almohadilla debajo de la porción distal del fémur para evitar la compresión de la rótula.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Se sujeta la porción distal de la tibia con la mano más cercana a ésta, y se coloca la palma de la mano proximal sobre la cara posterior de la porción proximal de la tibia.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se ejerce fuerza con la mano sobre la porción proximal de tibia en dirección anterior.

NOTA: También puede usarse la posición de la prueba del cajón (véase b). La fuerza de movilización procede de los dedos apoyados en la parte posterior de la tibia mientras el terapeuta se inclina hacia atrás (véase la fig. 6.51).

2. Articulación femororrotuliana

a. **Deslizamiento distal (caudal)** (fig. 6.54)

INDICACIÓN

Aumentar la movilidad de la rótula para la flexión de la rodilla.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito supino, con la rodilla extendida.

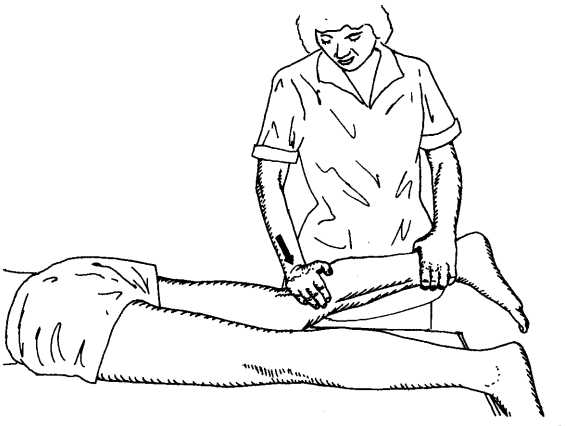


Figura 6.53. Deslizamiento anterior; articulación de la rodilla.

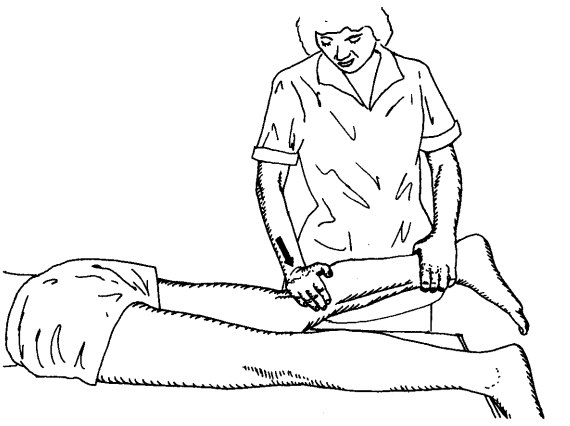


Figura 6.54. Deslizamiento distal; articulación femororrotuliana.

POSICIÓN DEL TERAPEUTA Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

De pie junto al muslo del paciente, mirando los pies del paciente. Se encaja el espacio interdigital de la mano más cercana al muslo sobre el borde superior de la rótula. Se emplea la otra mano para reforzarla.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se desliza la rótula en dirección caudal, paralela al fémur.

***Precaución*:** No debe comprimirse la rótula hacia los cóndilos del fémur mientras se ejecute esta técnica.

b. **Deslizamiento medial-lateral** (fig. 6.55)

INDICACIÓN

Aumentar la movilidad de la rótula.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito supino, con la rodilla extendida.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

El terapeuta coloca la manos en sentido medial y los pulgares lateralmente en torno a los bordes medial y lateral de la rótula, respectivamente.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se desliza la rótula en dirección medial o lateral, contra la restricción.

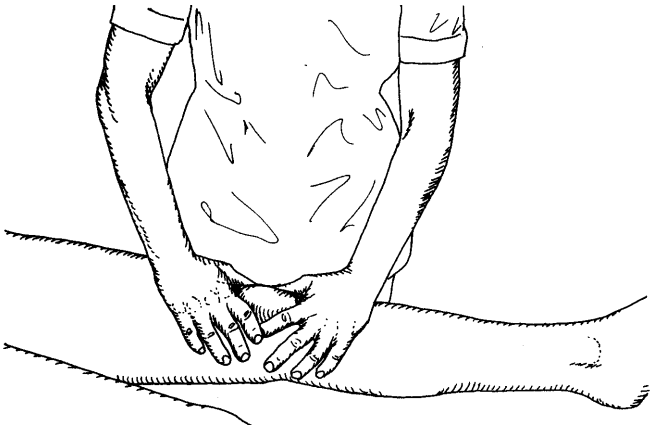


Figura 6.55. Deslizamiento medial y lateral de la rótula.

3. Articulación tibioperonea proximal: deslizamiento anterior (ventral) (fig. 6.56)

INDICACIONES

Para aumentar el movimiento de la cabeza del peroné; para reponer una cabeza desplazada posteriormente.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito lateral, con el tronco y las caderas giradas parcialmente hacia una posición en decúbito prono; la pierna superior se flexiona hacia delante para que la rodilla y la pierna estén en reposo sobre la camilla o apoyada sobre una almohada.

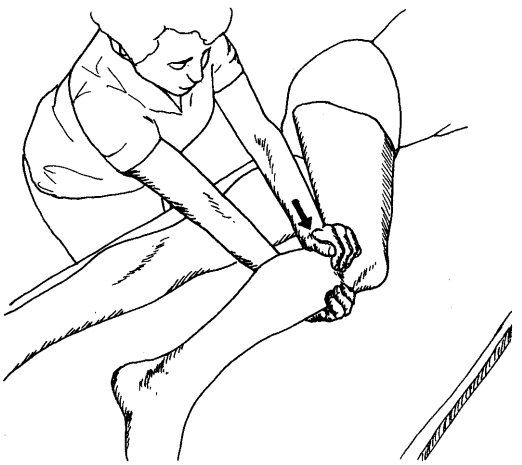


Figura 6.56. Deslizamiento anterior; cabeza del peroné.

POSICIÓN DEL TERAPEUTA Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

De pie de tras del paciente, colocando una de las manos debajo de la tibia para estabilizarla. Se coloca la base de la otra mano posterior a la cabeza del peroné, asiendo los dedos en sentido anterior.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

La base de la mano ejerce contra la cara posterior de la cabeza del peroné, en una dirección anterior-lateral.

4. Articulación tibioperonea distal: deslizamiento anterior (ventral) o posterior (dorsal) (fig. 6.57)

INDICACIÓN

Aumentar la movilidad de la mortaja articular cuando existe una restricción de la dorsiflexión del tobillo.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito supino o prono.

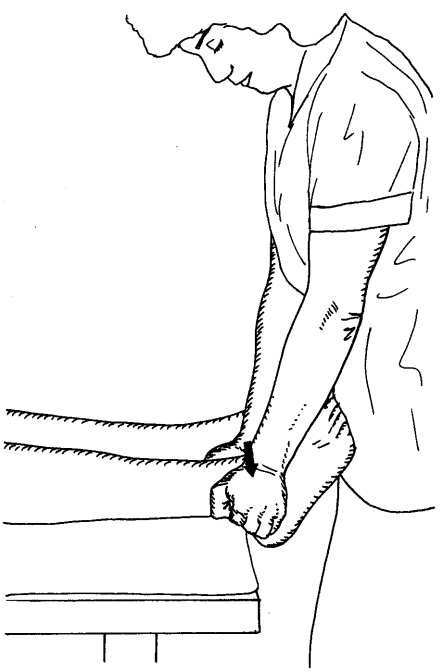


Figura 6.57. Deslizamiento posterior; articulación tibioperonea distal.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Trabajando desde el extremo de la camilla, se colocan los dedos de la mano más medial debajo de la tibia y el pulgar sobre la tibia para estabilizarla. Se coloca la base de la otra mano por encima del maléolo lateral, con los dedos debajo.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Contra el peroné en una dirección anterior con el paciente en decúbito prono y una dirección posterior en decúbito supino.

G. Articulaciones del tobillo y el tarso (fig. 6.58)

1. Articulación tibioastragalina

El astrágalo convexo se articula con la mortaja articular cóncava formada por la tibia y el peroné.

POSICIÓN DE REPOSO

Diez grados de flexión plantar.

PLANO DE TRATAMIENTO

En la mortaja articular, en una dirección anteroposterior respecto a la pierna.

ESTABILIZACIÓN

La tibia vendada o apoyada contra la mesa.

a. **Tracción articular (tracción manual)** (fig. 6.59)

INDICACIONES

Prueba; tratamiento inicial; control del dolor; movilidad general.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito supino, con la extremidad inferior extendida y el tobillo en posición de reposo.

POSICIÓN DEL TERAPEUTA Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

De pie al final de la camilla; con ambas manos se cubre el dorso del pie del paciente, distales a la mortaja articu-

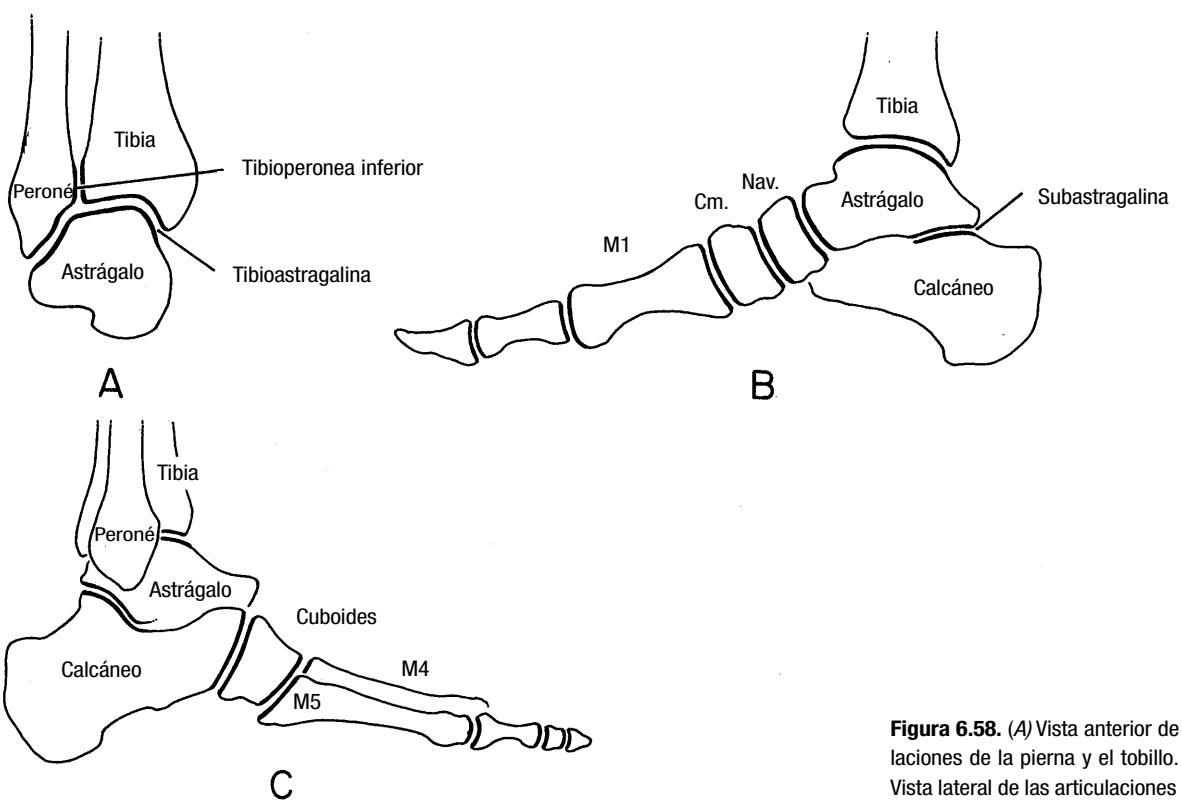


Figura 6.58. (*A*) Vista anterior de los huesos y articulaciones de la pierna y el tobillo. (B) Vista medial. (C) Vista lateral de las articulaciones de los huesos y articulaciones del tobillo y el pie.

lar; los pulgares se colocan sobre la superficie plantar del pie para mantenerlo en una posición en reposo.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se ejerce tracción alejando el pie del eje longitudinal de la pierna en una dirección distal al inclinarse el terapeuta hacia atrás.

b. **Deslizamiento dorsal (posterior)** (fig. 6.60)

INDICACIÓN

Aumentar la dorsiflexión.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito supino, con la pierna apoyada en la camilla y el talón sobre el borde.

POSICIÓN DEL TERAPEUTA Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

De pie al lado del paciente. Estabiliza la pierna con la mano craneal o utiliza un cinturón para asegurar la pierna a la camilla. Se coloca la cara palmar del espacio interdigital de la otra mano encima del astrágalo justo distal a la mortaja articular. Se sujeta el pie para mantener el tobillo en posición de reposo. Se aplica una fuerza de tracción de grado I en una dirección caudal.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se desliza el astrágalo en sentido posterior respecto a la tibia empujando sobre él.

c. **Deslizamiento ventral (anterior)** (fig. 6.61).

INDICACIÓN

Aumentar la flexión plantar.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito prono, con el pie por encima del borde de la mesa.

POSICIÓN DEL TERAPEUTA Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Trabajando desde el extremo de la mesa, coloca la mano lateral sobre el dorso del pie para aplicar una tracción de grado I. Se coloca el espacio interdigital de la otra mano distal a la mortaja articular sobre la cara posterior del astrágalo y el calcáneo.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se empuja el calcáneo en dirección anterior (respecto a la tibia); esto desliza el astrágalo en sentido anterior.

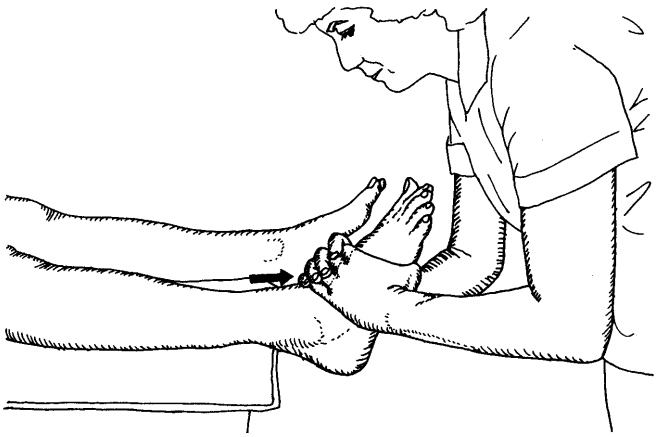


Figura 6.59. Tracción articular; articulación tibioastragalina.

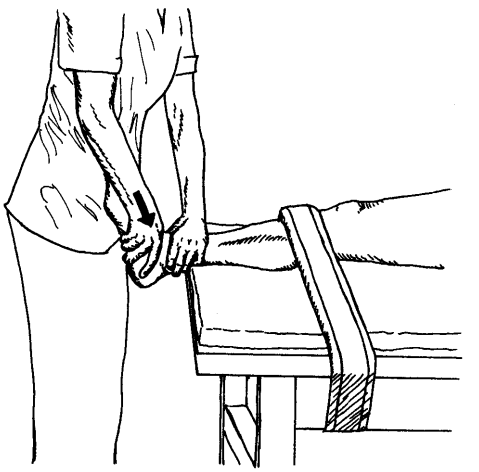


Figura 6.60. Deslizamiento posterior; articulación tibioastragalina.

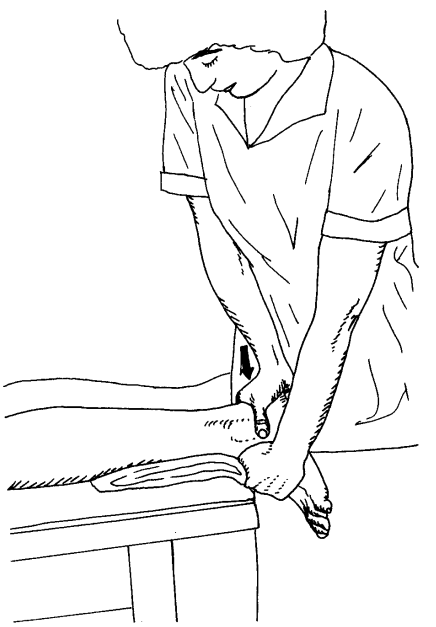


Figura 6.61. Deslizamiento anterior; articulación tibioastragalina.

POSICIÓN ALTERNATIVA

En paciente yace en decúbito supino. Se estabiliza la pierna distalmente, anterior a la mortaja articular con la mano proximal. La mano distal se ahueca debajo del calcáneo. Cuando se empuja el calcáneo en una dirección anterior el astrágalo se desliza en sentido anterior.

2. Articulación subastragalina (talocalcánea), compartimiento posterior

El calcáneo es convexo, se articula con un astrágalo cóncavo en el compartimiento posterior.

POSICIÓN EN REPOSO

A medio camino entre inversión y eversión.

PLANO DE TRATAMIENTO

En el astrágalo, paralelo a la planta del pie.

a. **Tracción articular (tracción manual)** (fig. 6.62)

INDICACIONES

Prueba; tratamiento inicial; control del dolor; movilidad general para inversión/eversión.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito supino, con la pierna apoyada en la mesa y el talón colgando sobre el borde. El tobillo se estabiliza en dorsiflexión con presión del muslo del terapeuta.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

La mano distal sujeta el calcáneo por la cara posterior del pie. La otra mano fija el astrágalo y los maléolos contra la mesa.

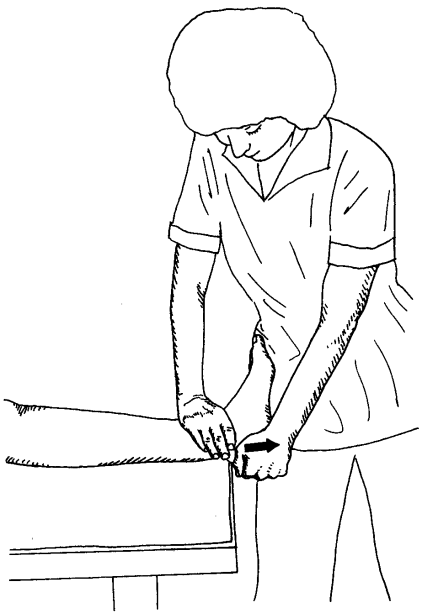


Figura 6.62. Tracción articular; articulación subastragalina (talocalcánea).

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se ejerce tracción distal sobre el calcáneo respecto al eje longitudinal de la pierna.

b. **Deslizamiento medial o deslizamiento lateral**

(fig. 6.63)

INDICACIÓN

Deslizamiento medial para aumentar la eversión; deslizamiento lateral para aumentar la inversión.

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito lateral o prono, con la pierna apoyada en la mesa o con una toalla enrollada.

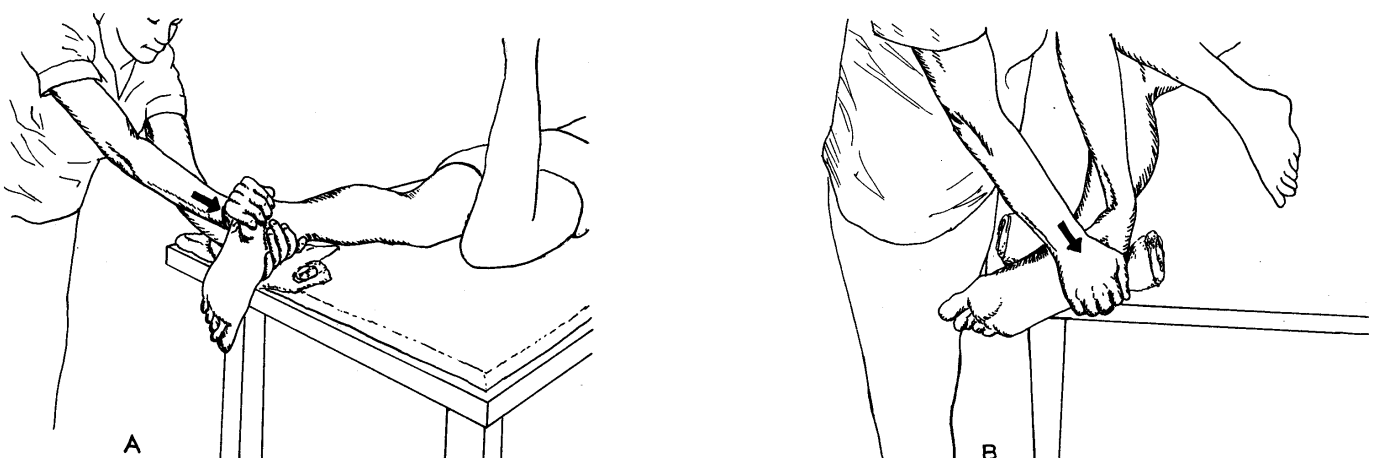


Figura 6.63. (A) Deslizamiento medial con el paciente en decúbito prono para aumentar la eversión. (B) Deslizamiento lateral con el paciente en decúbito lateral para aumentar la inversión; articulación subastragalina.

POSICIÓN DEL TERAPEUTA Y COLOCACIÓN DE LAS MANOS

El terapeuta alinea el hombro y el brazo paralelos con la planta del pie. Se estabiliza el astrágalo con la mano proximal. Se coloca la base de la mano distal sobre el lado del calcáneo, medialmente para generar un deslizamiento lateral y lateralmente para causar un deslizamiento medial, y se sujeta con los dedos la superficie plantar.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se aplica una tracción de grado I en dirección caudal, luego se empuja con la base de la mano sobre el costado del astrágalo en paralelo a la superficie plantar del talón.

POSICIÓN ALTERNATIVA

Igual que en a, moviendo el calcáneo en dirección medial con los dedos, o en dirección lateral con la base de la mano.

Figura 6.64. Deslizamiento plantar de un hueso distal del tarso sobre un hueso proximal estabilizado; aquí se muestra el hueso cuneiforme sobre el navicular.

3. Articulaciones intertarsianas y articulaciones tarsometatarsianas

Cuando se mueven en dirección dorsoplantar respecto al pie, todas las superficies articulares son cóncavas y convexas en la misma dirección; por ejemplo, la superficie articular proximal es convexa y la superficie articular distal es cóncava. La técnica para movilizar cada articulación es la misma; la colocación de las manos se ajusta para estabilizar el otro hueso por su porción proximal con el fin de mover la porción distal del otro hueso.

a. **Deslizamiento plantar** (fig. 6.64)

INDICACIÓN

Aumentar los movimientos accesorios de flexión plantar (necesarios para la supinación).

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito supino, con la cadera y la rodilla flexionadas; o sentado, con la rodilla flexionada sobre el borde de la camilla y el talón apoyado en el muslo del terapeuta.

Figura 6.65. Deslizamiento dorsal de un hueso distal del torso sobre un hueso proximal del tarso; aquí se muestra el cuboides sobre el calcáneo.

ESTABILIZACIÓN

Se fija el hueso más proximal con el índice sobre la superficie plantar del hueso.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Para movilizar las articulaciones mediales del tarso, se coloca la mano estabilizadora sobre el dorso del pie con los dedos de la mano apuntando en dirección medial, de modo que el índice pueda colocarse debajo del hueso que hay que estabilizar. Poner los dedos de la otra mano en torno a la superficie plantar de la articulación intertarsiana que se va a mover y la base de la mano sobre la superficie dorsal. Para movilizar las articulaciones intertarsianas laterales, el terapeuta se coloca medialmente con los dedos apuntando lateralmente.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se empuja en dirección plantar desde el dorso del pie.

b. **Deslizamiento dorsal** (fig. 6.65)

INDICACIÓN

Aumentar el movimiento accesorio de deslizamiento dorsal (necesario para la pronación).

POSICIÓN DEL PACIENTE

En decúbito prono, con la rodilla flexionada.

ESTABILIZACIÓN

Se fija el hueso más proximal.

COLOCACIÓN DE LAS MANOS

Para movilizar las articulaciones intertarsianas laterales (por ejemplo, el cuboides sobre el calcáneo), se sujeta con los dedos el lado lateral del pie (como en la fig. 6.65). Para movilizar los huesos mediales (por ejemplo, el navicular sobre el astrágalo), se sujeta con los dedos la cara medial del pie. Se sitúa la segunda articulación metacarpofalángica contra el hueso que se va a mover.

FUERZA DE MOVILIZACIÓN

Se empuja la superficie plantar en dirección dorsal.

TÉCNICA ALTERNATIVA

La misma posición del paciente que en a, excepto porque el hueso distal se estabiliza y el hueso proximal se fuerza en dirección plantar. Es un movimiento relativo del hueso distal que se mueve en dirección dorsal.

H. Articulaciones intermetatarsianas, metatarsofalángicas e interfalángicas

Las articulaciones intermetatarsianas, metatarsofalángicas e interfalángicas de los dedos del pie se estabilizan y movilizan de la misma manera que las de los dedos de la mano. En cada caso, la superficie articular del hueso proximal es convexa y la superficie articular del hueso distal es cóncava. (Véase D.)

VIII. Resumen

Se han presentado los conceptos básicos de la movilización articular, además de definiciones de la terminología, conceptos del movimiento articular e indicaciones, limitaciones y contraindicaciones para las técnicas. Se han descrito los procedimientos básicos para aplicar las técnicas, a partir de los cuales puede hacerse adaptaciones y desarrollar otras técnicas a medida que mejore la técnica del terapeuta.

Bibliografía

1. Akeson, WH, y otros: "Effects of immobilization on joints". *Clin Orthop Rel Res* 219:28, 1987.
2. Cookson, JC, y Kent, BE: "Orthopedic manual therapy an overview; Part I: The extremities". *Phys Ther* 59:136, 1979.
3. Cyriax, J: "Textbook of Orthopaedic Medicine". En Vol I: *The Diagnosis of Soft Tissue Lesions*, 8 ed. Bailliere and Tindall, Londres, 1982.
4. Donatelli, R, y Owens-Burkhart, H: "Effects of immobilization on the extensibility of periarticular connective tissue". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 3:67, 1981.
5. Enneking, WE, y Horowitz, M: "The intra-articular effects of immobilization on the human knee". *J Bone Joint Surg Am* 54:973, 1972.
6. Grieve, G: "Manual mobilizing techniques in degenerative arthrosis of the hip". *Bulletin of the Orthopaedic Section* APTA 2/1:7, 1977.
7. Hoppenfield, S: *Physical Examination of the Spine and Extremities*. Appleton-Century-Crofts, Nueva York, 1976.
8. Kaltenborn, FM: *Manual Mobilization of the Extremity Joints: Basic Examination and Treatment Techniques*, 4 ed. Olaf Norlis Bokhandel, Universitetsgaten, Oslo, 1989.
9. Kessler, R, y Hertling, D: *Management of Common Musculoskeletal Disorders*. Harper & Row, Filadelfia, 1983.
10. Lehmkuhl, LD, y Smith, LM: *Brunnstrom's Clinical Kinesiology*, 4 ed. FA Davis, Filadelfia, 1983.
11. Maitland, GD: *Peripheral Manipulation*, ed 2. Butterworth, Boston, 1977.

12. Norkin, C, y Levangie, P: *Joint Structure and Function*: A *Comprehensive Analysis*, ed 2. FA Davis, Filadelfia, 1992.

13. Paris, SV: "Mobilization of the spine". *Phys Ther* 59:988, 1979.

14. Svendsen, B, Moe, K, y Merritt, R: *Joint Mobilization Laboratory Manual*: *Extremity Joint Testing and Selected Treatment Techniques*. Svendsen, B, Bryn Mawr, CA, 1981.

15. Warwick, R, y Williams, S (eds): "Arthrology". En *Gray's Anatomy*, 35th British ed. WE Saunders, Filadelfia, 1973.

16. Wyke, B: "The neurology of joints". *Ann R Coll Surg* 41:25, 1967.

17. Wyke, B: "Articular neurology: A review". *Physiotherapy March*: 94, 1972.

18. Wyke, B: *Neurological Aspects of Pain for the Physical Therapy Clinician*. Physical Therapy Forum '82, Lecture, Columbus, 1982.

19. Magee, D: "Orthopedic Physical Assessment", ed 2. WE Saunders, Filadelfia, 1992.

20. Wadsworth, C: "Manual Examination of the Spine and Extremities". Williams & Wilkins, Baltimore, 1988.

21. Wegener, L: *Static and dynamic balance responses in persons with bilateral knee osteoarthritis*. Masters Thesis, The Ohio State University, Columbus, 1994.

Parte

II

Aplicación de las técnicas de ejercicio terapéutico a las regiones corporales

Capítulo

7

Principios del tratamiento de los problemas posquirúrgicos, óseos y de los tejidos blandos

El uso correcto del ejercicio terapéutico cinesiterapia para el tratamiento de trastornos musculoesqueléticos depende de la identificación de la estructura afectada, del reconocimiento de su estadio de recuperación y de la determinación de las limitaciones funcionales y discapacidades. La evaluación es un requisito importante para identificar la estructura o estructuras anatómicas que causan las deficiencias y limitan la función, y también para determinar si el tejido se halla en el estadio agudo, subagudo o crónico de la recuperación. La información que resume la evaluación ortopédica y la bibliografía para su estudio aparecieron en el capítulo 1. Este capítulo y los posteriores de esta sección se han escrito con el supuesto de que el lector tiene conocimientos sobre la evaluación previa y la valoración de los pacientes.

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, el lector podrá:

1. Identificar ejemplos de lesiones de los tejidos blandos.

2. Identificar características de la reparación de los tejidos blandos durante los estadios de la inflamación, curación y restablecimiento de la función.

3. Identificar las consideraciones especiales, los objetivos del tratamiento y el plan de asistencia para lesiones de los tejidos blandos durante los estadios inflamatorio y curativo, y durante el restablecimiento de la función.

4. Identificar las consideraciones especiales, los objetivos del tratamiento y un plan de asistencia para trastornos articulares específicos durante la exacerbación y remisión de los síntomas.

5. Identificar las consideraciones especiales, los objetivos del tratamiento y un plan de asistencia para recuperarse después de una fractura.

6. Identificar las consideraciones especiales, los objetivos del tratamiento y un plan de asistencia para el tratamiento preoperatorio y postoperatorio.

I. Lesiones de los tejidos blandos

A. Ejemplos de lesiones de los tejidos blandos

1. **Distensión**. Sobreestiramiento, hiperextensión o lesión por uso excesivo de los tejidos blandos; suelen ser menos graves que los esguinces. Se producen por ligeros traumatismos o traumatismos repetidos desacostumbrados de un grado menor.[5] Este término se emplea con frecuencia para referirse especialmente a cierto grado de interrupción de la unidad musculotendinosa.[17]

2. **Esguince**. Alargamiento, estiramiento o desgarro graves de los tejidos blandos como cápsulas articulares, ligamentos, tendones o músculos. Este término se emplea con frecuencia para referirse específicamente a lesiones ligamentarias y se gradúa como esguince de primero (leve), segundo (moderado) o tercer (grave) grados.[17]

3. **Subluxación.** Luxación incompleta o parcial que a menudo comprende un traumatismo secundario de los tejidos blandos circundantes.

4. **Luxación.** Desplazamiento de una porción, por lo general un hueso articular dentro de una articulación, que causa daños en los tejidos blandos, inflamación, dolor y espasmos musculares.

5. **Rotura o desgarro de tendones/músculos.** Si la rotura o desgarro es parcial, el dolor se experimenta en la región de la rotura cuando se estira el músculo o cuando se contrae ante una resistencia. Si la rotura o desgarro es completo, el músculo no ejerce tracción contra la lesión, por lo que el estiramiento o contracción del músculo no provoca dolor.[10]

6. **Lesiones tendinosas.**[4,12] La **tenosinovitis** es una inflamación de la membrana sinovial que recubre un tendón. La **tendinitis** es la inflamación de un tendón; puede haber formación de cicatriz o depósitos de calcio. La **tenovaginitis** es una inflamación con espesamiento de la vaina tendinosa. La **tendinosis** es una degeneración del tendón por un microtraumatismo repetitivo.

7. **Sinovitis.** Inflamación de una membrana sinovial; exceso de líquido sinovial normal dentro de una articulación o vaina tendinosa motivado por un traumatismo o una enfermedad.[41]

8. **Hemartrosis.** Hemorragia en una articulación, por lo general causada por un traumatismo grave.[41]

9. **Ganglión.** Hinchazón de la pared de una cápsula articular o vaina tendinosa. Los gangliones pueden aparecer después de un traumatismo; a veces se observan en la artritis reumatoide.

10. **Bursitis.** Inflamación de una bolsa.

11. **Contusiones.** Magullamiento por un golpe directo, que provoca la rotura de capilares, hemorragia, edema y una respuesta inflamatoria.

12. **Síndromes por uso excesivo, trastornos traumáticos acumulativos, lesiones por distensión repetitiva.** Sobrecarga submáxima repetida y/o desgaste por fricción de un músculo o tendón, lo cual provoca inflamación y dolor.

B. Afecciones clínicas producto de traumatismos o patologías

En muchas afecciones de los tejidos blandos, la patología primaria es difícil de definir, o el tejido se ha curado con limitaciones, lo cual provoca una pérdida funcional secundaria. A continuación, presentamos ejemplos de manifestaciones clínicas debidas a diversas causas, entre ellas las enumeradas en la sección anterior:

1. **Disfunción.** Pérdida de la función normal de un tejido o región. La disfunción se debe al acortamiento adaptativo de los tejidos blandos, a adherencias, debilidad muscular o a cualquier afección que produzca pérdida de la movilidad normal.

2. **Disfunción articular.** Pérdida mecánica del juego articular normal en diartrosis; por lo general causa pérdida funcional y dolor. Los factores desencadenantes pueden ser un traumatismo, inmovilización, desuso, envejecimiento o una afección patológica importante.[40]

3. **Contracturas.** Acortamiento o tirantez de la piel, fascia, músculos o cápsula articular que impide la movilidad o flexibilidad normales de esa estructura.

4. **Adherencias.** Unión anormal de las fibras de colágeno a las estructuras circundantes durante la inmovilización, después de un traumatismo o como una complicación quirúrgica, que restringe la elasticidad normal de las estructuras implicadas.

5. **Rigidez refleja del músculo (defensa).** Contracción prolongada de un músculo en respuesta a un estímulo doloroso. La lesión primaria causa del dolor puede hallarse en el tejido vecino o subyacente o el dolor puede ser referido. Cuando el dolor no es referido, el músculo contraído protege funcionalmente el tejido dañado del movimiento. La rigidez refleja cesa al desaparacer el estímulo doloroso.

6. **Espasmos musculares intrínsecos.** Contracción prolongada de un músculo como respuesta a cambios metabólicos o circulatorios locales que se producen cuando un músculo está en un estado continuo de contracción. El dolor es resultado de la alteración del estado circulatorio y metabólico, por lo que la contracción muscular deviene en un círculo vicioso con independencia de que la lesión primaria que causó la rigidez refleja inicial siga siendo irritable (fig. 7.1). Los espasmos también pueden ser una respuesta del músculo a una infección vírica, un resfriado, períodos prolongados de inmovilización, tensión emocional, o un traumatismo directo del músculo.[40]

7. **Debilidad muscular.** Reducción de la fuerza de contracción de un músculo. La debilidad puede ser el resultado de una lesión local, química o general de un nervio de los sistemas nerviosos central o periférico, o de la unión mioneural. Puede ser también el resultado de una lesión directa sobre el músculo o deberse simplemente a la inactividad.

C. Gravedad de la lesión hística[17,18]

1. Primer grado

Dolor leve en el momento de la lesión o durante las primeras 24 horas; hinchazón leve, sensibilidad dolorosa local a la palpación y dolor cuando se elonga el tejido.

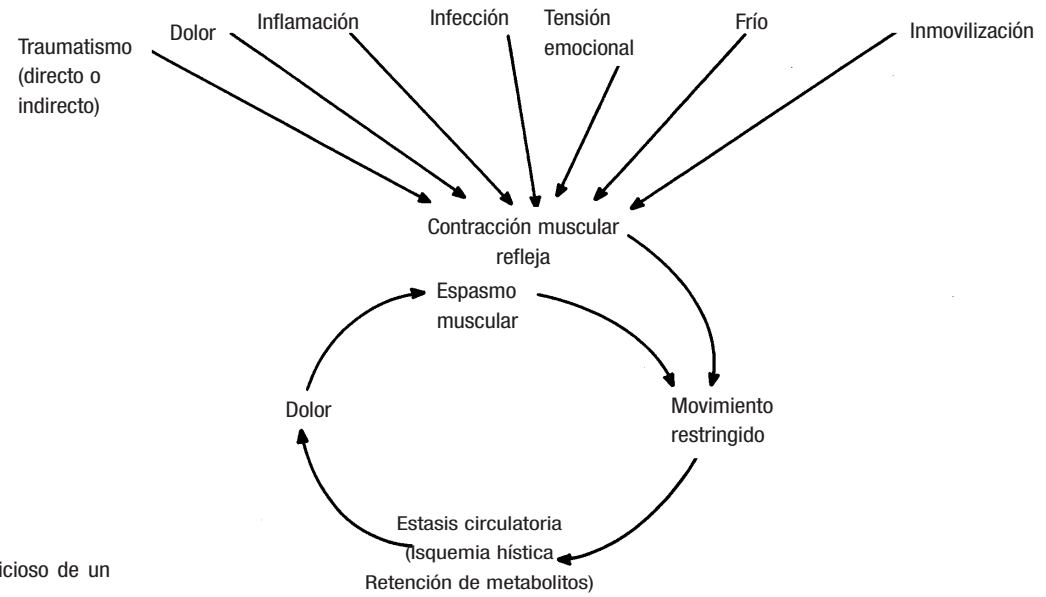


Figura 7.1. Esquema del círculo vicioso de un espasmo muscular.

2. Segundo grado

Dolor moderado que requiere interrumpir la actividad. La elongación y palpación del tejido aumentan mucho el dolor. Cuando la lesión es de ligamentos, algunas fibras están desgarradas, lo cual aumenta un poco la movilidad articular.

3. Tercer grado

Desgarro o avulsión casi completos o completos del tejido (tendón o ligamento) con dolor intenso. La tensión sobre el tejido suele ser indolora; la palpación tal vez revele el defecto. Un ligamento roto provoca inestabilidad en la articulación.

II. Estadios de la inflamación y reparación: descripciones generales

Después de cualquier lesión del tejido conjuntivo, proceda de una lesión mecánica (incluida cirugía) o de un irritante químico, las respuestas del cuerpo y los estadios de curación son parecidos (tabla 7.1). En el siguiente apartado, el número de días de cada estadio es aproximado y los estadios se superponen. Las diferencias entre pacientes también deben tenerse en cuenta. La respuesta del paciente es la mejor pauta para determinar cuándo debe avanzar el tratamiento de un estadio al siguiente.

A. Estadio agudo (reacción inflamatoria)

1. Características

Este estadio comprende respuestas humorales y celulares. Durante las primeras 48 horas después de la lesión de los tejidos blandos, predominan los cambios vasculares. Se produce la exudación de células y solutos de los vasos sanguíneos, y la formación de coágulos. Dentro de este período, comienza la neutralización de los irritantes químicos o estímulos nocivos, la fagocitosis (eliminación del tejido muerto), la temprana actividad fibroblástica y la formación de nuevos lechos capilares. Estos procesos fisiológicos actúan como un mecanismo protector y como un estímulo para la reparación y curación posteriores.[36,38] Normalmente, este estadio dura de 4 a 6 días a menos que se perpetúe la lesión.

2. Signos clínicos

Están presentes los signos de la inflamación: tumefacción, enrojecimiento, calor, dolor y pérdida funcional. Cuando se somete a prueba la amplitud del movimiento (ROM), el paciente siente dolor y puede haber rigidez refleja del músculo antes de terminar la amplitud (fig. 7.2A).

B. Estadio subagudo (reparación-curación)

A medida que decrece la inflamación (durante el segundo al cuarto día), comienza la resolución del coágulo y la

TABLA 7.1. Características y signos de los estadios de la inflamación, reparación y maduración del tejido

	Estadio agudo **Reacción inflamatoria**	**Estadio subagudo** **Reparación y curación**	**Estadio crónico** **Maduración y remodelación**
Características	Cambios vasculares Exudación de células y sustancias químicas Formación de coágulos Fagocitosis, neutralización de irritantes Actividad fibroblástica temprana	Eliminación de estímulos nocivos Crecimiento de lechos capilares en el área Formación de colágeno Tejido de granulación Tejido muy frágil y fácil de dañar	Maduración del tejido conjuntivo Contractura del tejido cicatrizal Remodelación de la cicatriz El colágeno se alinea con la tensión
Signos Clínicos	Inflamación Dolor antes de encontrar resistencia en el tejido	Se reduce la inflamación Dolor sincrónico con la resistencia del tejido	Ausencia de inflamación Dolor después de encontrar resistencia en el tejido
Intervención Fisioterapia	Fase de protección Control de los efectos de la inflamación Modalidades Reposo selectivo/inmovilización Favorece la temprana curación y previene los efectos perniciosos del reposo Movimiento pasivo, masaje y ejercicios estáticos suaves	Fase de movimiento controlado Favorecer la curación; desarrollar una cicatriz móvil Activo no destructivo, resistido, estabilización de cadena abierta y cerrada, y ejercicios de resistencia muscular, cuyo progreso en intensidad y amplitud es cuidadoso	Vuelta a la fase funcional Aumento de la fuerza y al alineamiento de la cicatriz; desarrollo de independencia funcional Estiramientos progresivos fortalecimiento, resistencia aeróbica, ejercicios funcionales y actividades específicas

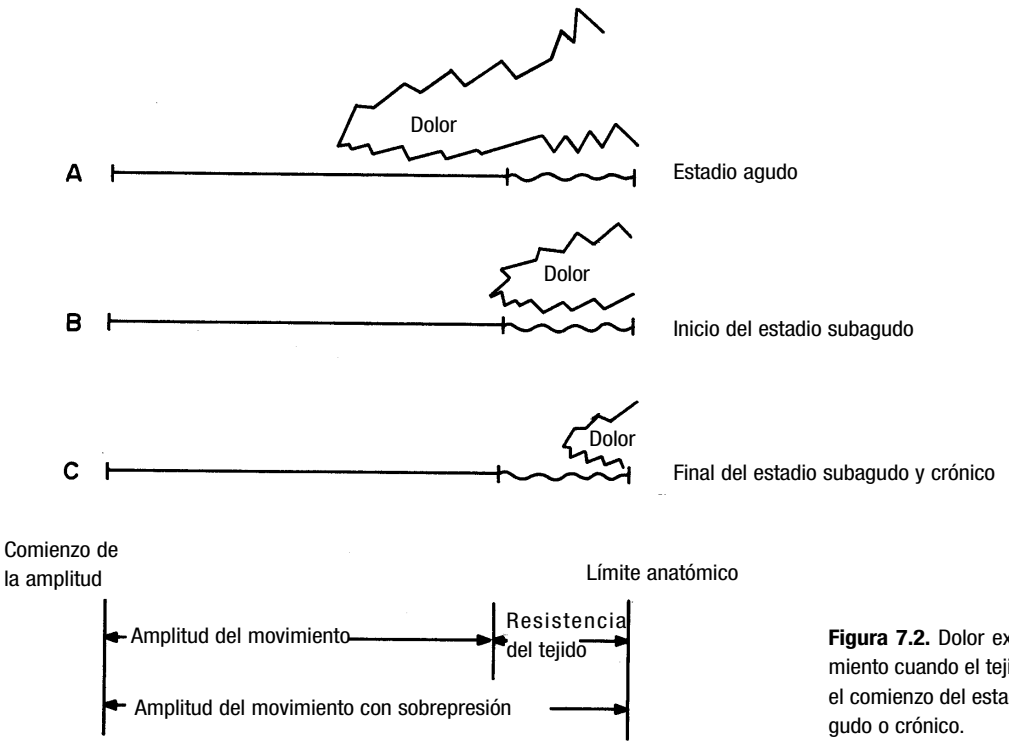


Figura 7.2. Dolor experimentado durante la amplitud del movimiento cuando el tejido afectado está en (A) el estadio agudo, (B) el comienzo del estadio subagudo, y (C) el final del estadio subagudo o crónico.

reparación del lugar dañado. Esto suele durar de 10 a 17 días más (14 a 21 días después de la lesión), pero puede durar hasta 6 semanas.

1. Características

Este estadio se caracteriza por la síntesis y la deposición de colágeno. Se eliminan los estímulos nocivos y se produce el crecimiento de lechos capilares en el área. Aumenta la actividad fibroblástica, la formación de colágeno y el desarrollo de tejido de granulación. Los fibroblastos alcanzan un número espectacular hacia el cuarto día después de la lesión y su número sigue siendo alto hasta el día 21.[6] Los fibroblastos producen colágeno nuevo. El colágeno inmaduro reemplaza al exudado que formó originalmente el coágulo. El cierre de la herida en el músculo y la piel suele durar de 5 a 8 días; en los tendones y ligamentos, de 3 a 5 semanas. Durante este estadio se produce tejido conjuntivo inmaduro fino y desorganizado. Es muy frágil y sufre daños con facilidad si se elonga demasiado, si bien el crecimiento y alineamiento correctos pueden estimularse mediante una carga de tracción adecuada en la línea de las tensiones normales de ese tejido. Al mismo tiempo, se reduce al mínimo la adherencia a los tejidos circundantes.[8,9]

2. Signos clínicos

Los signos de la inflamación se reducen progresivamente y terminan por desaparecer. Cuando se explora la movilidad, el paciente experimenta dolor sincrónico al encontrar resistencia hística al final de la amplitud articular disponible (fig. 7.2B).

C. Estadio crónico (maduración y remodelación)

1. Se emplea el término crónico para describir:

a. El período comprendido por los últimos estadios de la reparación o recuperación del tejido sin signos de inflamación, aunque el paciente no haya recuperado la función completa (se superpone con el estadio subagudo hacia el día 14 a 21 después de la lesión).

b. Afección que es duradera con episodios recurrentes de dolor por la inflamación crónica o en la que hay disfunciones que proceden del proceso de curación (ver sección D).

2. Características

Se produce la maduración del tejido conjuntivo a medida que se forman fibras de colágeno a partir de fibrillas y madura el tejido cicatrizal. La remodelación se produce a medida que las fibras de colágeno se espesan y reorientan como respuesta a la tensión a que se somete al tejido conjuntivo. La cicatriz comienza a remitir por la actividad de los miofibroblastos. Cuanto mayor sea la densidad del tejido conjuntivo, más prolongado será el tiempo de remodelación.

a. Debido a la forma en que se agrupan las moléculas de colágeno inmaduro (enlaces de hidrógeno) y se adhieren al tejido circundante, pueden remodelarse con facilidad con un tratamiento suave y persistente. Esto no es posible durante 8 a 10 semanas.[10] Si no se somete a la tensión adecuada, las fibras se adhieren al tejido circundante y forman una cicatriz restrictiva.

b. A medida que cambia y se espesa la estructura del colágeno (enlace covalente), se torna más fuerte y resistente a la remodelación. A las 14 semanas, el tejido cicatrizal no responde a la remodelación. Las cicatrices antiguas tienen poca respuesta al estiramiento.[9] El tratamiento en estas condiciones exige la elongación adaptativa del tejido que rodea la cicatriz o la liberación quirúrgica.

3. Signos clínicos

No hay signos de inflamación. Cuando se evalúa la movilidad, el paciente no siente dolor hasta que se topa con la resistencia del tejido y se aplica sobrepresión sobre estructuras acortadas o debilitadas. El paciente puede experimentar reducción de la fuerza y de la amplitud del movimiento, y cierta pérdida funcional. El restablecimiento de la función comienza en este estadio (fig. 7.2C).

D. Inflamación crónica

1. Características

Si se aplican tensiones excesivas o irritantes sobre el tejido cicatrizal en desarrollo o remodelación, el proceso inflamatorio se perpetúa con niveles bajos de intensidad. La proliferación de fibroblastos con el aumento de la producción de colágeno y la degradación del colágeno maduro lleva al predominio de colágeno nuevo e inmaduro. Esto tiene un efecto debilitador general sobre el tejido. Continúa la actividad miofibroblástica, que puede llevar a la limitación progresiva del movimiento. Los esfuerzos por estirar el tejido perpetúan la irritación y la limitación progresiva.

2. Signos clínicos[8,9]

Hay un aumento del dolor, la hinchazón y la rigidez refleja de los músculos que dura más de varias horas después de la actividad. Hay un aumento de la sensación de rigidez después del reposo, pérdida de la amplitud del movimiento 24 horas después de la actividad y aumento progresivo de la rigidez del tejido mientras persista la irritación.

III. El estadio agudo: pautas generales del tratamiento

A. Consideraciones clínicas durante el estadio agudo (inflamatorio) de la lesión de los tejidos blandos: la fase protectora del tratamiento

1. Durante el estadio inflamatorio, el dolor y el movimiento restringido proceden de:

a. Sustancias químicas irritantes.

El estado químico alterado de la reacción hística irrita las terminaciones nerviosas.

b. Edema.

El aumento del líquido intersticial a causa de la alteración del patrón circulatorio incrementa la tensión del tejido conjuntivo, que restringe el movimiento y provoca dolor.

c. Rigidez refleja y espasmos musculares.

La forma en que el cuerpo inmoviliza un área dañada o dolorosa es con la contracción refleja de los músculos. El espasmo puede ser producto de un traumatismo muscular directo, pero suele ser la respuesta a los daños hísticos de estructuras subyacentes al músculo.

d. Hinchazón articular (derrame).

Se produce si hay un traumatismo en una articulación o si hay artrosis (véanse VII y VIII). El aumento del derrame en el espacio articular distiende la cápsula e impide el movimiento normal de los huesos. La articulación adopta una posición en la que la cápsula puede distenderse al máximo. Esto sólo se produce con traumatismos articulares o artropatías.

2. Para aliviar el dolor musculoesquelético y favorecer la curación durante las primeras 24 horas, se necesita *descanso* y *protección* de la parte afectada por el proceso inflamatorio, si bien una inmovilización completa puede provocar adherencias de las fibrillas en desarrollo con el tejido circundante,[10] debilitamiento del tejido conjuntivo[41] y cambios del cartílago articular.[20] Los objetivos y métodos de asistencia durante este estadio son sobre todo reducir los efectos de la inflamación, proteger el área de nuevas lesiones e impedir los efectos degradantes de la inmovilidad.[31]

3. El *objetivo a largo plazo del tratamiento* es la formación de una cicatriz móvil y fuerte en el lugar de la lesión para que se produzca una recuperación completa e indolora de la función. Inicialmente, la red de fibrillas es errática. Adquiere una disposición organizada de acuerdo con las fuerzas mecánicas que actúan sobre el tejido. Para influir en el desarrollo de una cicatriz organizada, se comienza el tratamiento durante el estadio agudo, siempre y cuan-

do se tolere, con *movimientos pasivos* cuidadosamente controlados.

a. Estos movimientos deben ser específicos para la estructura implicada con el fin de impedir que haya una adherencia anormal de las fibrillas en desarrollo con el tejido circundante y, por tanto, para evitar la interrupción de la cicatriz en el futuro.

b. La intensidad (dosis) debe ser lo bastante suave como para que las fibrillas no se desprendan del punto de curación. Un exceso de movimiento demasiado pronto será doloroso y volverá a lesionar el tejido. La dosis de movimiento pasivo depende de la gravedad de la lesión. Algunos pacientes no toleran el movimiento durante las primeras 24 a 48 horas; otros sólo toleran unos pocos grados de movimiento pasivo suave. El movimiento pasivo continuado (MPC; ver capítulo 2) se ha empleado de inmediato después de distintos tipos de intervenciones quirúrgicas de articulaciones; fracturas intraarticulares, metafisarias y diafisarias; liberación quirúrgica de contracturas y adherencias extraarticulares, así como otras afecciones seleccionadas.[31] Cualquier movimiento tolerado durante este estadio es beneficioso, pero *no* debe aumentar la inflamación ni el dolor. El movimiento activo suele estar *contraindicado* en el lugar de un proceso patológico activo.

c. También se practica el movimiento de estructuras de la misma región en dosis apropiadas para mantener la integridad funcional y la movilidad, si bien el movimiento no debe interrumpir el proceso curativo del tejido afecto.

d. El movimiento activo es apropiado para regiones vecinas con el objeto de mantener la integridad del tejido sano así como para ayudar a la circulación y el flujo linfático.

4. A esto le siguen *dosis y técnicas específicas para tejidos* en un estado de inflamación y para estructuras relacionadas en la vecindad.

Precaución: Si el movimiento causa aumento del dolor o de la inflamación, es porque la dosis es excesiva o no debería siquiera haber dosis alguna. Hay que mostrar mucho cuidado con el movimiento durante este estadio.

a. *Patología articular y ligamentaria*

(1) Amplitud del movimiento pasivo, dentro de los límites del dolor, para mantener el movimiento sin tensión. Es muy posible que esta amplitud sea muy pequeña inicialmente.[41]

(2) Tracción articular pasiva o deslizamientos suaves dentro del límite del dolor; no se estiran la cápsula ni los ligamentos. Puede intentarse proceder con tracción de grados I o II, deslizamientos u oscilaciones realizadas en una posición indolora; repárese en la respuesta de la articulación antes de pasar adelante[16,19] (ver capítulo 6). Además de mantener la movilidad de la cápsula y los ligamentos de sujeción, y de mover la sinovia para mejorar la nutrición del cartílago y la difusión de los productos de desecho, estas técnicas ayudan a bloquear la transmisión de estímulos nociceptivos para aliviar el dolor a través de mecanismos neurológicos.

(3) Un masaje suave en el lugar lesionado puede mejorar la circulación y el flujo linfático para reducir el edema y el dolor.[10,40]

(4) Los ejercicios estáticos intermitentes benefician los músculos relacionados y la circulación sin mover la articulación.[41]

b. *Patología muscular*

(1) Amplitud del movimiento pasivo dentro del límite del dolor para mantener el movimiento sin tensión. Los estiramientos están contraindicados durante este estadio.

(2) Ejercicios estáticos intermitentes, con el músculo lesionado en una posición acortada o relajada. Esto hace que el músculo se ensanche y se mantenga móvil la cicatriz en formación, sin causar por ello la separación de la zona en curación.[6,9,10] La dosis debe ser suave durante este período inicial y debe ir seguida de suaves contracciones musculares.

(5) Un masaje suave puede mejorar la circulación y el flujo linfático para reducir el edema y la sensación dolorosa.[40]

(6) Los movimientos pasivos del juego articular (grados I o II) aplicados sobre las articulaciones vecinas mantienen un movimiento normal mientras el músculo comienza a curarse y no puede moverse en toda su amplitud.[41]

c. *Lesiones tendinosas*

(1) Es aconsejable una dosis suave de masaje aplicado transversalmente sobre las fibras dañadas para suavizar las superficies rugosas de un tendón. El tendón se mantiene tenso durante el masaje.[10]

(2) Los ejercicios estáticos ayudan a la circulación y la función muscular.

(3) Los movimientos pasivos del juego articular (grados I o II) para mantener la integridad articular.

(4) Un masaje suave mantiene la movilidad del tejido conjuntivo y favorece la circulación y el flujo linfático.[40]

5. Durante la fase de protección se mantiene un estado fisiológico lo más normal posible en las áreas corporales relacionadas. Se incluyen las siguientes técnicas para mantener o mejorar:

a. La amplitud del movimiento. Pueden ser activas o pasivas, dependiendo de la proximidad y del efecto sobre el tejido dañado.

b. La fuerza muscular. Puede aplicarse resistencia en una

dosis apropiada sobre los músculos no directamente relacionados con el tejido dañado para que el paciente se prepare para el empleo de aparatos de ayuda como muletas o andadores para mejorar las actividades funcionales.

c. Las actividades funcionales. Tal vez se necesiten aparatos de apoyo o adaptación según el área de la lesión y las actividades funcionales necesarias.

d. La circulación. Puede mejorar haciendo las actividades funcionales así como con el uso de cintas de sujeción elásticas, elevando la parte afecta y usando masajes adecuados y ejercicios estáticos.

B. Consideraciones para el tratamiento: Fase protectora del estadio agudo

1. Resumen de las deficiencias/problemas

a. Inflamación, dolor, edema, espasmos musculares.

b. Deterioro del movimiento.

c. Derrame articular (si la articulación está lesionada o si hay artritis).

d. Uso reducido de las áreas asociadas.

2. Objetivos generales del tratamiento y plan de asistencia durante la fase de protección

Objetivos	***Plan de asistencia***
a. Control del dolor, edema, espasmos.	a. Frío, compresión, elevación, masaje (48 horas).
	Inmovilización (reposo, férula, vendaje de esparadrapo, yeso).
	Evitar posiciones de tensión.
	Oscilaciones articulares suaves (grado I) con la articulación en una posición indolora.
b. Mantener la integridad y movilidad.	b. Dosis apropiada de movimientos pasivos de la articulación y los tejidos blandos dentro de los límites del dolor, específicos para la estructura afecta.
	Dosis apropiada de ejercicios estáticos intermitentes o estimulación eléctrica.
c. Reducir la hinchazón articular si hay síntomas	c. Puede ser necesaria una intervención médica si la hinchazón es rápida (sangre).
	Proporcionar protección (férula, yeso).
d. Mantener la integridad y la función de las áreas asociadas.	d. Ejercicios, activos-asistidos, libres, resistidos y/o aeróbicos modificados, según la proximidad y el efecto sobre la lesión primaria.
	Aparatos de ayuda o adaptación según se necesiten para proteger la parte durante actividades funcionales.
e. Formar al paciente.	e. Informar al paciente sobre el tiempo de recuperación anticipado y cómo proteger la parte mientras se mantienen actividades funcionales apropiadas.

***Precauciones*:** Debe emplearse una dosis adecuada de descanso y movimiento durante el estadio inflamatorio. Los signos de un exceso de movimiento son aumento del dolor o de la inflamación.

***Contraindicaciones*:** La movilidad activa, las actividades de estiramiento, y los ejercicios resistidos están contraindicados en el lugar de la inflamación.[41]

IV. El estadio subagudo: pautas generales del tratamiento

A. Consideraciones clínicas durante el estadio subagudo de la curación después de una lesión de los tejidos blandos: la fase de movimiento controlado del tratamiento

1. El dolor y la inflamación se reducen a medida que progresa la curación. El tejido nuevo que se desarrolla es frágil y se rompe con facilidad. El paciente se siente a menudo bien y vuelve demasiado pronto a la actividad normal.

a. Los ejercicios que progresan demasiado vigorosamente o las actividades funcionales que se inician demasiado pronto pueden dañar el tejido en desarrollo nuevo y frágil y, por tanto, tal vez retrasen la curación al perpetuar la respuesta inflamatoria.[38,41]

b. Si no progresa el movimiento, el tejido nuevo se adhiere a las estructuras circundantes y se convierte en una fuente de dolor y movilidad limitada del tejido.

c. Los criterios para el inicio de ejercicios activos durante el comienzo del estadio subagudo son la reducción de la hinchazón, un dolor que ya no es constante y un dolor que no se exacerba con el movimiento dentro de la amplitud disponible.

2. Debido al empleo restringido de la región afectada, habrá debilidad muscular aun en ausencia de una patología muscular. La fase subaguda es un período de transición durante el cual pueden iniciarse los ejercicios *activos* dentro de la amplitud indolora del tejido lesionado e ir progresando con cuidado dentro de los límites de tolerancia de los tejidos en curación. Si la actividad se mantiene dentro de una dosis y frecuencia seguras, los síntomas del dolor y la hinchazón se reducirán progresivamente a diario. La respuesta del paciente es la mejor guía sobre la rapidez y el vigor adecuados del progreso. Clínicamente, si los signos de la inflamación aumentan o se reduce progresivamente la amplitud del movimiento, hay que reducir la intensidad del ejercicio y la actividad porque se ha desarrollado una inflamación crónica y una cicatriz retráctil será más limitadora.[8,9,41]

a. Se emplean *ejercicios isométricos submáximos de múltiples ángulos* durante el inicio del estadio subagudo para desarrollar el control de los músculos de la región afecta de manera no estresante. Tal vez también ayuden al paciente a ser consciente del uso correcto de los músculos. La intensidad y los ángulos de la resistencia están determinados por la ausencia de dolor.

(1) Para iniciar el ejercicio isométrico de un músculo afectado que se está curando, se coloca en una posición relajada o acortada para que la cicatriz nueva no tenga tensión.[9]

(2) Para iniciar ejercicios isométricos cuando hay una patología articular, la posición en reposo de la articulación debe ser la posición más cómoda. La intensidad de la contracción debe situarse por debajo de la percepción del dolor.

b. Se usan *ejercicios de amplitud del movimiento activo dentro de límites indoloros* para desarrollar el control del movimiento. Inicialmente se utilizan movimientos aislados en un solo plano de movimiento. Se hace hincapié en el control del movimiento empleando ejercicios concéntricos de ligera resistencia del músculo afecto y de los músculos necesarios para una correcta mecánica articular. El empleo de movimientos combinados o patrones diagonales facilita la contracción de los músculos deseados, pero hay que tener cuidado de no usar patrones de movimiento dominados por músculos más fuertes sin que participen eficazmente los músculos más débiles durante este estadio inicial. No se debe ejercer una tensión continuada que supere la capacidad de los músculos implicados o debilitados que participan en el movimiento.

c. Pueden emplearse *ejercicios en cadena cinética cerrada con protección* al comienzo para cargar la región de manera controlada y estimular las cocontracciones estabilizadoras de los músculos. El refuerzo del terapeuta ayuda a desarrollar la conciencia de las contracciones musculares apropiadas además de desarrollar el control mientras el paciente desplaza el peso de un lado a otro o con un movimiento anterior a posterior. A medida que lo tolere el paciente, se avanza aumentando la amplitud del movimiento o se reduce el apoyo o la protección. Se añade resistencia para aumentar la fuerza de los músculos estabilizadores.

d. Los *ejercicios excéntricos* podrían sumar nuevos traumatismos en el músculo y no se emplean al comienzo del estadio subagudo después de una lesión muscular cuando la cualidad tensil débil del tejido en curación podría ponerse en peligro. [27] En el caso de lesiones no musculares, los ejercicios excéntricos tal vez no vuelvan a dañar la zona, pero la resistencia debe limitarse a una intensidad baja durante este estadio para evitar la mialgia diferida. Esto contrasta con los ejercicios excéntricos para facilitar y fortalecer los músculos débiles cuando no ha habido ninguna lesión, para aprovecharse del desarrollo de mayor tensión con menos energía durante las contracciones excéntricas (esto se describe en el capítulo 3).

3. El movimiento restringido durante el estadio agudo y las adherencias de la cicatriz en desarrollo suelen provocar la reducción de la flexibilidad del tejido en curación y de las estructuras relacionadas de la región. Para au-

mentar la movilidad y estimular un alineamiento correcto de la cicatriz en formación, los estiramientos deben ser específicos para los tejidos implicados. Tal vez haya que usar más de una técnica para recuperar la amplitud del movimiento.

a. *Articulación y ligamento*

(1) Los movimientos pasivos del juego articular se continúan dentro de los límites del dolor.

(a) Si la amplitud es limitada y hay derrame articular, está contraindicado el estiramiento de la cápsula; se continúa el empleo de técnicas de oscilación o deslizamientos sostenidos de grados I o II.

(b) Si la amplitud es limitada y se reduce el **juego articular** sin derrame articular, pueden iniciarse las técnicas de estiramiento para la cápsula; se emplean técnicas de grado II sostenido y se repara en la respuesta articular antes de seguir adelante (ver capítulo 6).

(2) Aumentar la intensidad del masaje transverso de las fibras musculares o el masaje de los tejidos blandos para mantener los ligamentos según la tolerancia del paciente. El músculo debe mantenerse en una posición acortada mientras se aplica el masaje.

(3) Se continúa para mantener los movimientos de juego articular de las articulaciones asociadas hasta que el músculo haya recuperado la amplitud completa del movimiento. Se emplean deslizamientos sostenidos de grado II.

b. *Tendón y vaina tendinosa*

(1) Se aumenta la intensidad del masaje transverso en el punto de la lesión.

(2) Se mantiene el juego articular con tracciones de grado II sostenidas o técnicas de deslizamiento.

c. *Otro tejido conjuntivo*

(1) Puede aplicarse fricción transversa sobre las fibras musculares o masaje de los tejidos blandos en puntos específicos que se hayan lesionado. Se empieza con suavidad y se progresa a medida que el paciente tolere el masaje.

(2) Se continúa para mantener los movimientos del juego articular (grado II sostenido) de las articulaciones asociadas hasta que se haya recuperado la flexibilidad de los tejidos blandos.

4. Se continúa para mantener o desarrollar un estado fisiológico y funcional lo más normal posible en áreas relacionadas del cuerpo. Se corrigen los problemas de estabilidad postural o los desequilibrios de fuerza y longitud musculares que podrían haber contribuido al problema. Se reanudan las actividades funcionales de baja intensidad a medida que lo tolere el paciente sin exacerbar los síntomas. Se continúa para volver a evaluar el progreso del paciente y conocer las actividades controladas.

B. Consideraciones para el tratamiento: estadio subagudo – fase de movimiento controlado

1. Resumen de las deficiencias/problemas

a. Dolor al final de la amplitud disponible del movimiento.

b. Reducción del edema en los tejidos blandos.

c. Reducción del derrame articular (si hay articulaciones implicadas)

d. Formación de contracturas en tejidos blandos, músculos y/o articulaciones.

e. Aparición de debilidad muscular por reducción de su uso.

f. Reducción del empleo funcional de esa porción y áreas asociadas.

2. Objetivos generales del tratamiento y plan de asistencia durante la fase de movimiento controlado

Objetivos	***Plan de asistencia***
a. Favorecer la curación de los tejidos dañados.	a. Vigilar la respuesta del tejido a la progresión del ejercicio; reducción de la intensidad si aumenta la inflamación. Proteger el tejido en curación con ayudas, ortesis, férulas, vendajes de esparadrapo o gasa de poliuretano; aumento progresivo del tiempo en que la articulación está libre para moverse a diario y reducción del uso de las ayudas a medida que aumente la fuerza de los músculos posturales.

b. Restablecimiento progresivo de los tejidos blandos, músculos y/o la movilidad articular	b. Progreso de movimientos pasivos a activos-asistidos y luego a movilidad activa dentro de los límites del dolor. Aumento gradual de la movilidad de la cicatriz, específico para la estructura implicada (ver IV.A.3). Aumento progresivo de la movilidad de las estructuras relacionadas si están tirantes; empleo de técnicas específicas para estructuras tensas.
c. Fortalecimiento progresivo de los músculos implicados y relacionados	c. Inicialmente, se pasa a ejercicios isométricos de ángulos múltiples según la tolerancia del paciente; se empieza con precaución y una resistencia leve. Se inician ejercicios de estabilización en cadena cinética cerrada y con protección.
d. Mantener la integridad y función de las áreas asociadas	d. Aplicar ejercicios de fortalecimiento y estabilización progresivos, vigilando el efecto sobre la lesión primaria. Reanudar las actividades funcionales de baja intensidad para el tejido en curación y que no exacerben los síntomas.
e. Enseñar al paciente.	e. Instruir al paciente sobre un programa en casa adecuado y vigilar los efectos.

***Precauciones*:** Los signos de la inflamación o hinchazón articulares suelen reducirse al inicio de este estadio. Se sentirá cierto malestar a medida que aumente el nivel de la actividad, pero no debería durar más de un par de horas. Los signos de un movimiento o actividad excesivos son dolor en reposo, fatiga, aumento de la debilidad y espasmos.[41]

V. El estadio crónico: pautas generales del tratamiento

A. Consideraciones clínicas durante el estadio crónico/de remodelación: Vuelta a la fase funcional

1. Las diferencias primarias en el estado del tejido en curación entre los estadios subagudo final y crónico son la mejora de la calidad (orientación y fuerza de tracción) del colágeno y la reducción del tamaño de la herida durante los estadios crónicos.[8,9,18] La cantidad de colágeno se estabiliza; hay equilibro entre la síntesis y la degradación. Como la remodelación de colágeno en maduración se produce como respuesta a la tensión que éste soporta, es importante emplear fuerzas controladas que dupliquen las tensiones normales sobre el tejido. La fuerza máxima del colágeno se desarrollará en dirección de las fuerzas impuestas. Las tensiones anormales o excesivas reproducirán la lesión y causarán inflamación crónica, lo cual puede ser perjudicial para la recuperación funcional.

2. Si la movilidad se ha mantenido en el tejido dañado así como en las estructuras afines, prosigue la actividad y la función pero con mayor intensidad y complejidad.

3. El dolor que el paciente experimenta ahora aparece sólo cuando se someten las contracturas o adherencias a una tensión superior a la amplitud del movimiento disponible. Éste suele ser el caso cuando un paciente acude por primera vez a la terapia en este estadio de la recuperación. Normalmente no se siente dolor dentro de la amplitud disponible. Para evitar el dolor crónico o recurrente, las contracturas necesitan estirarse o las adherencias deshacerse. El estiramiento de los tejidos debe ser selectivo, y emplea técnicas apropiadas para el tejido implicado.

4. Para la progresión de ejercicios, dos consideraciones son importantes.[41]

a. Se necesita el juego articular libre con una amplitud útil (o funcional) del movimiento para evitar traumatismos articulares. Si está restringido el juego articular, habrá que usar técnicas de movilización articular. Estas técnicas de estiramiento pueden ser vigorosas siempre y cuando no haya signos de aumento de la irritación.

b. El movimiento articular sin un apoyo muscular ade-

cuado causará traumatismos en esa articulación cuando se intenten actividades funcionales. Zohn y Mennell[41] han recomendado que el criterio para la fuerza sea una prueba muscular con resultado "bueno" en los músculos de la extremidad inferior antes de interrumpir el uso de aparatos de apoyo o asistencia para la deambulación.

(1) Para aumentar la fuerza cuando hay pérdida de juego articular, se recomiendan ejercicios isométricos de múltiples ángulos.

(2) Una vez restablecido el juego articular dentro de la amplitud del movimiento disponible, se recomiendan los ejercicios de resistencia dinámica para la amplitud disponible. Esto no implica que tenga que haber una amplitud del movimiento normal antes de iniciar ejercicios dinámicos, pero debe haber juego articular dentro de la amplitud disponible (ver capítulo 6, donde aparece información sobre el juego articular).

c. En resumen, tanto la dinámica articular como la fuerza muscular y la flexibilidad deben estar equilibradas a medida que se pasa a realizar ejercicios funcionales con la porción lesionada.

5. Cualquier adherencia en las fascias, piel u otros tejidos blandos como los ligamentos restringirá el movimiento y deberá movilizarse con técnicas de estiramiento de los tejidos blandos específicas para esos tejidos.

6. Dependiendo del tamaño de la estructura o el grado de la lesión o patología, la curación, con un aumento progresivo de la calidad de tracción del tejido dañado, continuará de 12 a 18 meses. Los principios del tratamiento deben seguirse hasta que esa parte no duela con una amplitud del movimiento normal y con fuerza.

7. A medida que el paciente progresa dentro de los estadios subagudo final y crónico, el tratamiento no sólo pasa a estimular la curación adecuada del tejido dañado, sino que también hace hincapié sobre los ejercicios progresivos controlados pensados para preparar al paciente para conseguir unos objetivos funcionales.

a. Los ejercicios pasan de movimientos sencillos, unidireccionales, aislados a patrones complejos y movimientos multidireccionales que requieren coordinación con todos los músculos funcionando para la actividad deseada.[39]

b. Los ejercicios de fortalecimiento pasan a estimular necesidades específicas con contracciones concéntricas y excéntricas en cadena cinética abierta o cerrada.

c. Continúa la progresión de la estabilización controlada del tronco y los segmentos proximales para realizar movimientos eficaces con las extremidades.[39]

d. Se enseñan y practican ejercicios seguros.

e. A menudo pasado por alto, pero importante para prevenir las lesiones asociadas con cansancio, es el desarrollo de la resistencia muscular de los músculos agonistas principales y los músculos posturales, así como la resistencia cardiovascular.

8. Los pacientes que deban reincorporarse a actividades con demandas por encima de lo normal como en la práctica de un deporte y los trabajos pesados progresan a ejercicios más intensos, como ejercicios pliométricos, el entrenamiento de la agilidad y el desarrollo de destrezas. Los ejercicios se desarrollan para estimular el trabajo[14] o las actividades deportivas[1,39] en un entorno controlado con **resistencia progresiva** específica. A medida que el paciente demuestra su capacidad, aumentan la velocidad y las repeticiones. El avance de la progresión comprende cambiar el entorno e introducir eventos incontrolados o sorpresivos en la actividad.[1,39]

9. La importancia de una formación correcta que ponga al corriente sobre ejercicios para una progresión segura y para evitar tensiones dañinas no debe sobrevalorarse. Reanudar la actividad que causó la lesión antes de recuperar el movimiento funcional indoloro, la fuerza, la resistencia y la habilidad para cubrir las demandas de la tarea probablemente provocará una recaída en la lesión y dolor.

B. Consideraciones para el tratamiento: estadio crónico – vuelta a la fase funcional

1. Resumen de las deficiencias/problemas

(Están presentes todos, algunos o ninguno de estos problemas.)

a. Se experimenta dolor sólo cuando se someten a tensión estructuras con disfunción (dolor después de encontrar resistencia).

b. Las contracturas o adherencias en tejidos blandos y/o articulaciones limitan la amplitud normal de movimiento o el juego articular.

c. Debilidad muscular.

d. Reducción del empleo funcional de la parte afecta.

e. Incapacidad para funcionar normalmente en una actividad descrita.

2. Objetivos generales del tratamiento y plan de asistencia durante la vuelta a la fase funcional

Objetivos	***Plan de asistencia***
a. Reducción del dolor por tensión sobre contracturas o adherencias	a. Estiramiento de las estructuras limitantes. Se desarrolla control y estabilización. Asesoramiento bioquímico.
b. Aumento de la movilidad de los tejidos blandos, músculos y/o articulaciones	b. Se seleccionan técnicas de estiramiento específicas para el tejido acortado: tejidos blandos (estiramientos pasivos y masaje); articulaciones, cápsulas y ligamentos seleccionados (movilización articular); ligamentos, tendones y adherencias en tejidos blandos (masaje transverso de las fibras musculares), músculos (técnicas de inhibición activa o flexibilidad).
c. Fortalecimiento de los músculos de soporte y relacionados; desarrollo de un equilibrio bioquímico entre grupos de músculos	c. Progreso: Resistencia máxima a submáxima. Especificidad del ejercicio empleando ejercicios concéntricos y excéntricos resistidos, en cadena cinética abierta y cerrada. Movimientos en uno o múltiples planos. Movimientos simples a complejos. Estabilidad proximal controlada, movimiento distal sobrepuesto. Biomecánica segura.
d. Desarrollo de la resistencia muscular en los músculos agonistas y estabilizadores.	d. Aumento del tiempo a velocidad lenta; Progreso de la complejidad y el tiempo; aumento de la velocidad y el tiempo.
e. Avance a la independencia funcional.	e. Se continúa usando aparatos de apoyo y/o ayuda hasta que la amplitud del movimiento sea funcional con un buen juego articular y los resultados de las pruebas de fuerza de los músculos posturales sean buenos. Avance del entrenamiento funcional con actividades simuladas que pasan de estar protegidas y controladas a ser variables y sin protección. Se sigue con los ejercicios de fortalecimiento progresivo y actividades de entrenamiento avanzado hasta que los músculos tengan bastante fuerza y puedan responder a las demandas funcionales requeridas.
f. Formar al paciente.	f. Se enseña al paciente a realizar progresiones seguras. Se controla si ha entendido y cumple. Se enseñan reglas de prevención.

***Precauciones*:** No debe haber signos de inflamación. Se sentirá cierto malestar a medida que avanza el nivel de la actividad, pero no debe durar más de un par de horas. Son signos de que las actividades están progresando con demasiada rapidez o con una dosis demasiado elevada la hinchazón articular, el dolor que dura más de 4 horas o que requiere medicación para sentir alivio, la reducción de la fuerza o la aparición de cansancio con facilidad.[41]

VI. Dolor recidivante crónico – inflamación crónica: pautas generales del tratamiento

A. Mecanismos del dolor recidivante o prolongado

1. **Síndromes por uso excesivo, trastornos por traumatismos acumulativos, lesión por tensión repetitiva** [11] son términos descriptivos de la naturaleza repetitiva del evento desencadenante. Los microtraumatismos repetitivos o las sobrecargas de tensión repetitiva a lo largo del tiempo provocan debilidad estructural, o destrucción por fatiga del tejido conjuntivo con desintegración de los enlaces cruzados e inflamación de las fibras de colágeno. Inicialmente, la respuesta inflamatoria por microtraumatismos es subumbral, pero termina llegando al punto de dolor percibido con la disfunción resultante.

2. Los **traumatismos** seguidos por un traumatismo repetitivo superpuesto terminan en una afección que nunca se cura por completo. Esto puede ser el resultado de una vuelta demasiado rápida a actividades funcionales de gran exigencia antes de que haya habido una curación correcta de la lesión original. Las lesiones reincidentes provocan los síntomas de inflamación y disfunción crónicas.

3. **Nueva lesión de una "vieja cicatriz".** El tejido cicatrizal no es tan flexible como el tejido sano que lo rodea. Si la cicatriz se adhiere a los tejidos circundantes o no se alinea adecuadamente con las tensiones impuestas al tejido, hay una alteración de la transmisión de fuerza y la absorción de energía. Esta región se vuelve más propensa a una lesión con tensiones que el tejido sano y normal podría aguantar.

4. Las **contracturas o la mala movilidad** de los tejidos por hábitos posturales erróneos o por inmovilidad prolongada pueden tensionarse con una actividad repetida o vigorosa para la que los tejidos no están preparados.

B. Factores concurrentes

Por la naturaleza de la afección, suele haber algún factor que perpetúa el problema. No sólo debe identificarse el tejido dañado y su estadio patológico, sino que también hay que definir la *causa mecánica* del traumatismo repetitivo. Debe evaluarse para hallar fallos mecánicos o hábitos erróneos que estén prolongando la irritación.

Posibilidades:

1. **Desequilibrios entre la longitud y la fuerza** de los músculos de una articulación, lo cual provoca fallos mecánicos del movimiento articular, o la presencia de fuerzas anormales en estos músculos.

2. **Una demanda excéntrica repetida rápida o excesiva** sobre los músculos que no están preparados para soportar la carga, lo cual provoca una insuficiencia del tejido, sobre todo en la región musculotendinosa.[27]

3. **Debilidad muscular** o incapacidad para responder a demandas excesivas de fuerza que causan fatiga muscular con reducción de la contractilidad y la capacidad amortiguadora, y aumento de la tensión sobre los tejidos de sustentación.[27]

4. **Alineamiento defectuoso de los huesos o poco apoyo estructural** que causa defectos mecánicos articulares en la transmisión de fuerza por las articulaciones (poca estabilidad articular como en los pies planos.)[28]

5. **Modificación de la intensidad habitual o de las exigencias** de una actividad como un aumento o cambio de un ejercicio o una rutina de entrenamiento o modificiaciones de las exigencias del trabajo.[29]

6. **Vuelta demasiado pronto a una actividad después de una lesión** cuando la unidad musculotendinosa está debilitada y no está lista para la tensión de la actividad.[27]

7. **Posturas o movimientos extraños sostenidos** que colocan partes del cuerpo en desventaja mecánica que causa fatiga postural o lesiones.

8. **Factores medioambientales** como una estación de trabajo no pensada ergonómicamente para esa persona, frío excesivo, vibraciones continuas, o una superficie inadecuada para apoyar el peso del cuerpo (de pie, caminando o corriendo) que tal vez colaboren con cualquiera de los factores anteriores.

9. **Factores del envejecimiento** como que una persona trate de realizar actividades que podría haber hecho de joven, pero cuya tensión continuada los tejidos no pueden aguantar.[29]

10. **Errores en el entrenamiento**, como el empleo de métodos inadecuados, o inadecuada intensidad, cantidad o equipamiento o forma física del participante, lo cual genera tensiones anormales.[28]

11. A menudo se aprecia que es **una combinación de varios factores concurrentes** la causante de los síntomas.

C. Consideraciones clínicas para la inflamación crónica

1. Inflamación crónica = estadio agudo

Cuando la respuesta inflamatoria se perpetúa por la irritación continuada del tejido, hay que controlar la inflamación para evitar los efectos negativos de la destrucción continua del tejido y la formación excesiva de tejido cicatrizal.

a. Además de emplear procedimientos y reposo, es imperativo identificar y modificar el mecanismo de la irritación crónica con un adecuado asesoramiento biomecánico. Esto requiere la cooperación del paciente. Se describe al paciente la reacción del tejido y su destrucción por la inflamación continuada, y se explica la estrategia de intervención. Se emplean dibujos de lo que ocurre cuando una persona se golpea repetidamente una uña con un martillo o se excoria un área de piel antes de que cure, porque ayuda al paciente a visualizar los traumatismos repetidos que se producen en el caso del problema musculoesquelético y a entender la necesidad de dejar de "meter el dedo en la llaga".

b. Inicialmente, sólo se permiten actividades suaves.

c. Se inician los ejercicios con una intensidad *no estresante* para los tejidos afectados, al igual que con cualquier lesión aguda, y con intensidades correctivas apropiadas en regiones relacionadas sin someter a tensión los tejidos dañados.

2. Estadios subagudo y crónico de la curación de una afección crónica

Una vez haya decrecido el dolor producido por la inflamación crónica, el paciente avanza en un programa de ejercicio con tensiones controladas hasta que el tejido conjuntivo de la región afectada haya desarrollado capacidad para soportar las tensiones funcionales.

a. A nivel local, si hay una cicatriz contraída y crónica que limite la amplitud o se irrite continuamente con microdesgarros, debe movilizarse dentro del tejido con masaje de fricción, manipulación de los tejidos blandos o técnicas de estiramiento.

(1) Si la inflamación es producto de las maniobras de estiramiento, se trata como una lesión aguda.

(2) Como la inflamación crónica puede derivar en proliferación de tejido cicatrizal y acortamiento de la cicatriz, la pérdida progresiva de amplitud es un signo premonitorio de que la intensidad del estiramiento es demasiado vigorosa.

(3) La rigidez refleja del músculo podría ser un signo de que el cuerpo trata de proteger esa parte de un movimiento excesivo. En este caso, el énfasis se pone en desarrollar estabilización de la parte y enseñar patrones adaptativos seguros de movimiento.

b. Hay que identificar la causa del fallo muscular o mecánico articular. Los ejercicios de fortalecimiento y estabilización, junto con adaptaciones laborales o recreativas, son necesarios para reducir al mínimo los patrones irritantes de movimiento.

c. Como los problemas de irritación crónica con frecuencia son producto de la incapacidad para soportar actividades repetitivas, la resistencia física es un componente apropiado del programa de reeducación muscular. Hay que tener en cuenta la resistencia física de los músculos estabilizadores posturales así como de los músculos agonistas de la actividad funcional deseada.

d. Al igual que cuando se trata a pacientes durante el estadio crónico de la curación, los ejercicios avanzan para garantizar la independencia funcional. Los ejercicios se vuelven específicos de la demanda e incluyen sincronización, coordinación y destreza. Los programas de preparación y fortalecimiento para el ejercicio se emplean para preparar a las personas para la vuelta al trabajo; el entrenamiento con ejercicios específicos de un deporte es importante para la vuelta a la práctica de un deporte.

D. Consideraciones del tratamiento: inflamación crónica

1. Resumen de las deficiencias/problemas

a. Dolor en el tejido afecto de distintos grados.[29]

(1) Sólo después de actividades repetitivas.

(2) Tanto durante la práctica de actividades repetitivas como después.

(3) Imposibilidad de realizar todas las actividades.

(4) Continuo y sin remisión.

b. Contracturas o adherencias en tejidos blandos, músculos y/o articulaciones que limitan la amplitud normal del movimiento o el juego articular.

c. Debilidad muscular y poca resistencia muscular en los músculos estabilizadores y posturales así como en los músculos agonistas afectados.

d. Desequilibrio de la longitud y fuerza entre los músculos antagonistas; disfunción biomecánica.

e. Reducción del empleo funcional de la región.

f. Posición defectuosa o patrón de movimiento que perpetúa el problema.

2. Objetivos generales del tratamiento y plan de asistencia durante el período de inflamación crónica

Objetivos	***Plan de asistencia***
a. Favorecer la curación; reducir el dolor y la inflamación.	a. Frío, compresión, masaje. Reposo de la parte del cuerpo (descanso, férula, vendaje funcional, yeso).
b. Eliminar los factores irritantes; implicar al paciente en el programa.	b. Formación y asesoramiento del paciente sobre biomecánica. Adaptación medioambiental.
c. Mantener la integridad y movilidad del tejido afectado.	c. Movimiento pasivo sin tensión, masaje, y ejercicios estáticos dentro de los límites del dolor.
d. Desarrollar soporte en las regiones relacionadas.	d. Conciencia del entrenamiento. Ejercicios de estabilización.

3. Objetivos generales y plan de asistencia: vuelta a la fase funcional

Objetivos	***Plan de asistencia***
a. Desarrollar una cicatriz móvil y fuerte.	a. Masaje de fricción. Movilización de los tejidos blandos.
b. Desarrollar un equilibrio de la longitud y fuerza de los músculos.	b. Corregir la causa del fallo muscular y la mecánica articular con ejercicios de fortalecimiento y estiramientos graduados adecuadamente.
c. Avanzar en la independencia funcional.	c. Preparar el músculo para funcionar de acuerdo con la demanda; dar alternativas si no se pudiera. Entrenar la coordinación y sincronización. Desarrollar la resistencia física. Formación del paciente.
d. Corregir los factores medioambientales que causen el problema.	d. Análisis del trabajo y actividades. Adaptación medioambiental. Formación del paciente.

***Precaución*:** Si hay una pérdida progresiva de la amplitud del movimiento como resultado de los estiramientos, no se continuará esta actividad. Se volverá a evaluar la afección y se determinará si todavía hay inflamación crónica con tejido acortado, o si hay rigidez refleja de los músculos. Si no hay que someter a tensión una parte del cuerpo aumentando la amplitud, se hará hincapié en la estabilización de esa parte y en el entrenamiento de patrones de movimiento adaptativos y seguros.

NOTA: Los síndromes específicos por uso excesivo se tratan en detalle en los capítulos respectivos dedicados a cada región del cuerpo.

VII. Artritis reumatoide: pautas generales del tratamiento

A. Características de la artritis reumatoide (AR)[4]

1. La AR es una enfermedad del tejido conjuntivo. El inicio y la progresión varían desde unos leves síntomas articulares con dolor y rigidez hasta una súbita hinchazón, rigidez y deformidad progresiva. Suele haber períodos de exacerbación y de remisión.

2. Las articulaciones resultan afectadas con tempranos cambios inflamatorios de la membrana sinovial, en por-

ciones periféricas del cartílago articular y en los espacios subcondrales de la médula ósea. Como respuesta, se forma tejido de granulación (*pannus*), que cubre y erosiona el cartílago articular. Pueden formarse adherencias que restringen la movilidad articular. Con la progresión de la enfermedad, queda expuesto el tejido esponjoso. Finalmente puede haber fibrosis y anquilosis ósea, que provocan deformidad y discapacidad.

3. También puede haber cambios inflamatorios de las vainas tendinosas (tenosinovitis) y, si soportan mucha fricción, deshilachamiento o desgarro.

4. A veces se producen alteraciones patológicas extraarticulares como nódulos reumáticos, atrofia y fibrosis de los músculos, y alteraciones cardíacas leves.

B. Consideraciones clínicas para la AR

1. Cuando hay inflamación sinovial, se produce un derrame e hinchazón en las articulaciones, lo que provoca dolor y movimiento limitado. Suele haber dolor al moverse y se detecta un ligero aumento de la temperatura de las articulaciones.

2. El inicio suele darse en las articulaciones más pequeñas de las manos y los pies, sobre todo las articulaciones interfalángicas proximales. Por lo general, los síntomas son bilaterales.

3. Con el avance de la enfermedad, las articulaciones se deforman y tal vez se anquilosen o sufran subluxación.

4. El dolor suele sentirse en los músculos adyacentes; finalmente se aprecia debilidad y atrofia musculares. La asimetría en la tracción muscular se suma a las fuerzas deformantes.

5. La persona se cansa con facilidad y requiere más reposo durante las crisis para no someter las articulaciones a tensión.

6. Los ejercicios terapéuticos no alteran positivamente el proceso patológico de la artritis reumatoide, aunque, si se administran con cuidado, ayudan a prevenir, retrasar o corregir las limitaciones mecánicas que puedan darse. (Ver las precauciones y contraindicaciones en C.)

C. Consideraciones para el tratamiento durante el período activo de la AR

1. Resumen de las deficiencias/problemas

a. Dolor a la palpación y calor sobre las articulaciones afectadas con hinchazón articular.

b. Rigidez refleja de los músculos y movimiento limitado.

c. Rigidez articular y movimiento limitado.

d. Debilidad y atrofia musculares.

e. Potencial deformidad y anquilosis por el proceso degenerativo y la tracción asimétrica de los músculos.

2. Objetivos generales del tratamiento y plan de asistencia durante el período activo de la enfermedad

Objetivos	***Plan de asistencia***
a. Aliviar el dolor y la rigidez refleja de la musculatura y favorecer la relajación	a. Modalidades. Masajes suaves. Inmovilizar con una férula. Técnicas de relajación.
b. Minimizar la rigidez articular y mantener la movilidad disponible.	b. Movilización pasiva o activa-asistida dentro de los límites del dolor, progresión gradual según tolerancia. Técnicas articulares suaves con oscilaciones de grados I o II.
c. Minimizar la atrofia muscular.	c. Ejercicios estáticos suaves
d. Prevenir la deformidad y proteger las estructuras articulares.	d. Empleo de equipo de ayuda o apoyo para todas las articulaciones patológicamente activas. Correcta alineación en la cama mientras se descansa. Evitar actividades que sometan las articulaciones a tensión.

***Precauciones durante el período inflamatorio activo*:** El paciente se cansa con facilidad y, por tanto, requiere más descanso de lo normal. Debe tener cuidado de evitar la tensión y el cansancio, y debe aprender métodos para conservar la energía durante las actividades diarias.

Los efectos secundarios de los medicamentos y los esteroides pueden ser osteoporosis y laxitud ligamentaria, por lo que los ejercicios no deben generar demasiada tensión sobre huesos o articulaciones.

Si la medicación controla la hinchazón y el dolor secundario, el ejercicio puede ir en progresión.

***Contraindicaciones durante el período inflamatorio activo*:** No debe realizarse ejercicio de resistencia máxima. Aunque los músculos tiendan a debilitarse, los ejercicios vigorosos de fortalecimiento causarán compresión articular y aumentarán la irritabilidad de la articulación, lo cual incrementa el daño potencial sobre las superficies articulares.

No deben practicarse técnicas de estiramiento. El movimiento limitado de una articulación tumefacta está causado por el exceso de líquido en el espacio articular, y no por adherencias. Forzar el movimiento de una cápsula distendida la estirará en exceso con la hipermovilidad subsiguiente (o subluxación) cuando remita la hinchazón. Tal vez también aumente la irritabilidad de la articulación y prolongue la reacción articular.

D. Consideraciones para el tratamiento durante el período de remisión de la AR

1. Resumen de las deficiencias/problemas potenciales

a. Dolor cuando se aplica tensión sobre los elementos de restricción mecánica.

b. Amplitud limitada de movimiento y del juego articular por contracturas y adherencias en el tejido blando, músculo y/o articulación.

c. Debilidad muscular secundaria.

d. Cambios posturales o deformidades articulares.

e. Reducción del empleo funcional de la parte afecta y las regiones relacionadas.

2. Objetivos generales del tratamiento y plan de asistencia durante el período de remisión

El método de tratamiento es el mismo que para cualquier trastorno musculoesquelético crónico, excepto porque hay que adoptar ciertas precauciones, pues los cambios patológicos del proceso morboso vuelven esas porciones más propensas a la lesión. Los ejercicios de bajo impacto o sin impacto como la natación y el ciclismo, realizados dentro de los límites de tolerancia de personas con artritis, mejoran la capacidad aeróbica y la actividad física, y reducen la depresión y la ansiedad.[24]

***Precauciones*:** La cápsula articular, los ligamentos y tendones pueden estar debilitados estructuralmente por el proceso reumático (también por el consumo de esteroides), por lo que hay que graduar con sumo cuidado la dosis de las técnicas de estiramiento empleadas para las contracturas o adherencias.

***Contraindicaciones*:** Estiramientos vigorosos o técnicas manipulativas.

VIII. Artrosis: pautas generales del tratamiento

A. Características de la artrosis o la artropatía degenerativa (AD)[4,32,35]

1. La AD es un trastorno degenerativo crónico que afecta sobre todo al cartílago articular de las diartrosis, con remodelación e hipertrofia finales en los bordes de las articulaciones (espolones y rebordes óseos). También hay una progresión del espesamiento sinovial y capsular, y derrame articular. Con el proceso degenerativo, puede haber también laxitud capsular como resultado de la remodelación ósea y la distensión capsular, lo cual provoca hipermovilidad o inestabilidad en ciertos grados de la amplitud articular. Con el dolor y la disminución de las ganas de moverse, terminarán apareciendo contracturas en porciones de la cápsula y el músculo que la recubre, por lo que, a medida que progrese la enfermedad, el movimiento se irá limitando.

2. Las causas pueden ser una lesión mecánica, por una tensión excesiva o por tensiones menores repetidas, o debido a la falta de movimiento de la sinovia cuando la articulación está inmovilizada. Se produce una rápida destrucción del cartílago articular con la inmovilización, porque el cartílago no es lubricado por la sinovia y, por tanto, se ve privado de su aporte nutricional.

3. El cartílago pierde su capacidad para soportar tensiones; se divide y adelgaza. Finalmente el hueso queda expuesto. Hay un aumento de la densidad del hueso a lo largo de la línea articular, con pérdida de hueso y osteoporosis en la metáfisis adyacente. En los estadios iniciales, la articulación suele ser asintomática porque el cartílago es avascular y aneural.

B. Consideraciones clínicas

1. El dolor suele ser producto de tensiones compresoras o una actividad excesiva de la articulación afecta, y se alivia con reposo. En los estadios últimos de la enfermedad, el dolor suele estar presente en reposo. El dolor probablemente se deba a la afectación secundaria del hueso subcondral, la membrana sinovial y la cápsula articular. En la columna vertebral, si el crecimiento óseo invade el espacio de la raíz nerviosa, tal vez haya dolor radicular.

2. Normalmente, sobrevienen períodos cortos de rigidez por la mañana o después de períodos de descanso.

3. Las articulaciones afectadas pueden aumentar de tamaño. Son corrientes las nudosidades de Heberden (engrosamiento de la articulación interfalángica distal de los dedos de la mano).

4. En su mayoría resultan afectadas las articulaciones que soportan el peso del cuerpo (caderas y rodillas), la columna cervical y lumbar, y las articulaciones interfalángicas distales de los dedos de la mano y la articulación carpometacarpiana del pulgar.

5. En la articulación puede detectarse crepitación o cuerpos libres.

6. La rigidez aparece con la inactividad, pero el aumento del dolor es producto de una tensión mecánica o actividad excesivas. Por tanto, la moderación de la actividad y la corrección de las tensiones biomecánicas pueden prevenir, retardar o corregir las limitaciones mecánicas.

7. Con el avance de la enfermedad, la remodelación ósea, la hinchazón y las contracturas alteran la transmisión de fuerzas por la articulación, lo cual perpetúa todavía más las fuerzas deformadoras y crea deformidad articular.

8. El debilitamiento progresivo del músculo se produce por la inactividad o por la inhibición de los grupos de neuronas.

9. Puede haber un deterioro del sentido de la posición articular.

C. Consideraciones para el tratamiento de la artrosis

1. Resumen de las deficiencias/problemas

a. Rigidez después de inactividad.

b. Dolor con tensión mecánica o actividad excesiva.

c. Limitación del movimiento (a medida que avanza la enfermedad).

d. Dolor en reposo (en los estadios avanzados).

e. Deformidad potencial.

2. Objetivos generales del tratamiento y plan de asistencia

Objetivos	***Plan de asistencia***
a. Reducir los efectos de la rigidez por la inactividad.	a. Formación del paciente. Amplitud del movimiento activo. Técnicas de juego articular.
b. Reducción del dolor por tensión mecánica.	b. Equipo de apoyo/ayuda para reducir la tensión o corregir una biomecánica incorrecta. Aumentar la fuerza de los músculos posturales. Alternar la actividad con períodos de descanso.
c. Aumentar la amplitud del movimiento.	c. Estirar las restricciones musculares, articulares o de tejidos blandos con técnicas específicas.
d. Reducir el dolor en reposo si lo hubiera.	d. Modalidades. Oscilaciones articulares de grados I o II.
e. Prevenir deformidades.	e. Formación del paciente sobre el plan de asistencia expuesto arriba.
f. Mejorar la forma física.	f. Ejercicio aeróbico de poco o ningún impacto.

***Precauciones*:** Cuando se fortalezcan los músculos posturales, el aumento del dolor de la articulación durante o después de los ejercicios resistidos probablemente signifique que se está empleando demasiado peso o se está aplicando demasiada tensión en una porción inapropiada de la amplitud del movimiento. Se analiza la mecánica articular y en qué punto de la amplitud se producen las fuerzas compresivas máximas. No deben realizarse ejercicios de resistencia máxima en esa amplitud del movimiento.

IX. Fracturas: pautas generales del tratamiento

La reducción, el alineamiento y la inmovilización para curar una fractura son procedimientos médicos y no se expondrán en este libro.

A. Consideraciones clínicas durante el período de inmovilización

1. Con la inmovilización se produce un debilitamiento del tejido conjuntivo, degeneración del cartílago articular, atrofia muscular y desarrollo de contracturas y circulación perezosa.[21] Además, debido a la fractura también hay una lesión de los tejidos blandos con hemorragia y formación de cicatriz. Como la inmovilización es necesaria para la curación del hueso, la cicatriz de tejido blando no puede organizarse a lo largo de las líneas de tensión a medida que se forma. Lo ideal es la movilización temprana sin destruir el tejido, dentro de la tolerancia del punto de la fractura. Las estructuras del área afín deben mantenerse en un estado lo más normal posible usando ejercicios adecuados sin poner en peligro el alineamiento del lugar de la fractura.

2. Si se requiere reposo o inmovilización en cama, además de tracción esquelética, se producirán sistemáticamente cambios fisiológicos secundarios en el cuerpo. Los ejercicios generales para porciones sanas del cuerpo pueden reducir al mínimo estos problemas.

3. Si hay una fractura en una extremidad inferior, hay que enseñar al paciente modos alternativos de deambulación cuando se levante de la cama, como el empleo de muletas o un andador. La elección del aparato y el patrón de marcha dependerá del lugar de la fractura, del tipo de inmovilización, y de las capacidades funcionales del paciente.

B. Consideraciones para el tratamiento durante el período de inmovilización

1. Resumen de las deficiencias/problemas

a. Inicialmente, inflamación y tumefacción.

b. En el área inmovilizada, atrofia muscular progresiva, formación de contracturas, degeneración del cartílago, y aumento de la circulación.

c. Potencial debilitamiento general del cuerpo si el paciente está encamado.

d. Limitaciones funcionales impuestas por el lugar de la fractura y el método de inmovilización empleado.

2. Objetivos generales del tratamiento y plan de asistencia durante el período de inmovilización

Objetivos	***Plan de asistencia***
a. Reducir los efectos de la inflamación durante el período agudo.	a. Hielo, elevación. Ejercicios estáticos intermitentes
b. Reducir los efectos de la inmovilización.	b. Ejercicios estáticos intermitentes, amplitud del movimiento activa de las articulaciones por encima y debajo de la región inmovilizada.
c. Si el paciente está encarnado, mantener la fueza y la amplitud del movimiento de los grandes grupos musculares	c. Movilización resistida para los grupos de músculos principales no inmovilizados, sobre todo como preparación para la deambulación en el futuro.
d. Enseñar adaptaciones funcionales.	D. Empleo de aparatos de ayuda o soporte para andar o moverse en la cama.

C. Consideraciones clínicas después del período de inmovilización

1. Habrá reducción de la movilidad articular, atrofia muscular y dolor articular en las estructuras que han estado inmovilizadas. Las actividades deben iniciarse con cuidado con el fin de no traumatizar las estructuras debilitadas (músculo, cartílago, hueso y tejido conjuntivo).

2. Inicialmente, el paciente experimentará dolor cuando inicie el movimiento, que debe reducirse progresivamente a medida que mejore el movimiento articular, la fuerza muscular y la amplitud del movimiento.

3. Si hubo daños en los tejidos blandos en el momento de la fractura, se formará una cicatriz inelástica, lo cual reducirá la amplitud del movimiento o generará dolor cuando se estire. El tejido cicatrizal tendrá que movilizarse para ganar movilidad indolora. La elección de la técnica dependerá del tejido implicado.

4. Para determinar si hay curación clínica o radiológica, se consultará con el médico que transfiere al paciente. Hasta que el lugar de la fractura esté radiológicamente curado, se tendrá cuidado siempre que se someta a tensión un punto distal al lugar de la fractura (por ejemplo, resistencia, fuerza de estiramiento o peso en carga). Una vez radiológicamente curado, el hueso tiene integridad estructural normal y aguanta las tensiones normales.

5. Evaluación para determinar el grado y la amplitud del movimiento perdido, la fuerza disponible y los tejidos que presentan disfunción. Cuando se avance con los ejercicios de estiramiento y fortalecimiento y las actividades funcionales, se emplearán las pautas, objetivos y planes de asistencia expuestos en las secciones de este capítulo sobre los estadios subagudo y crónico (ver secciones IV y V).

X. Cirugía

Muchos trastornos del sistema musculoesquelético que afectan a músculos, tendones, ligamentos, cartílagos, articulaciones, cápsulas o huesos de las extremidades superiores o inferiores se tratan con éxito con intervenciones quirúrgicas. Un programa de ejercicio terapéutico individualizado y bien planificado forma parte integral de la asistencia preoperatoria y postoperatoria del paciente quirúrgico y contribuye significativamente al éxito del procedimiento quirúrgico.

Las lesiones de tejidos blandos traumáticas y agudas, como desgarros de músculos y tendones y lesiones graves de cartílago y ligamentos, a menudo deben repararse quirúrgicamente. Las disfunciones articulares crónicas graves causadas por artritis reumatoide, artrosis o artritis traumática pueden también requerir una intervención quirúrgica. Para establecer con eficacia un programa de ejercicio para un paciente, el terapeuta debe comprender las indicaciones y la razón de la operación, ha de estar familiarizado con el procedimiento en sí y debe ser consciente del tratamiento postoperatorio general del paciente.[12,22,33,37] En los capítulos 8 a 13 hallará el lector una revisión de los procedimientos quirúrgicos específicos para las extremidades superiores e inferiores, y pautas para la atención postoperatoria.

A. Indicaciones para la cirugía[4,26,33,37]

1. Dolor intenso por un traumatismo en los tejidos blandos o deterioro de las superficies articulares.

2. Tumefacción crónica de la articulación.

3. Limitación acusada del movimiento articular activo y pasivo.

4. Inestabilidad macroscópica de una articulación o segmento óseo que limita la función.

5. Deformidad de la articulación y alineamiento articular anormal.

6. Reducción general o pérdida de la función necesaria para mantener la independencia en las actividades diarias y el cuidado personal.

B. Complicaciones de la cirugía[2-4,7,33,37]

1. Infección postoperatoria o curación deficiente de la herida.

2. Trastornos vasculares postoperatorios, como tromboflebitis y embolia pulmonar.

3. Retraso en la curación de los tejidos blandos o el hueso.

4. Adherencias y contracturas en tejidos blandos y articulaciones.

5. Aflojamiento de los implantes protésicos, lo que provoca inestabilidad y dolor.

6. Degeneración biomecánica de los implantes.

7. Aumento de las secreciones pulmonares y riesgo de neumonía y atelectasia.

C. Consideraciones generales para el tratamiento terapéutico preoperatorio

Siempre que sea posible, el contacto preoperatorio con el paciente es muy valioso para el paciente y el terapeu-

ta. Debe hacerse una evaluación específica del estado del paciente antes de optar por la cirugía. Esta evaluación del paciente ayuda a determinar la posibilidad o el grado de éxito del procedimiento quirúrgico propuesto.[12] La formación del paciente también puede iniciarse más fácilmente antes de la intervención.

1. Procedimientos de la evaluación

a. Determinar las deficiencias primarias como la cantidad y el tipo del dolor articular, hinchazón o crepitación que está experimentando el paciente.

b. Medir la amplitud del movimiento activo y pasivo de la articulación o extremidad implicadas.

c. Comprobar la amplitud del movimiento de las otras articulaciones.

d. Graduar la fuerza de la extremidad afecta.

e. Calcular la fuerza de las articulaciones o extremidades sanas como base para la deambulación, transferencias y actividades postoperatorias de la vida diaria.

f. Determinar el nivel de independencia o limitaciones funcionales que el paciente tiene antes de la operación y el nivel funcional que se espera postoperatoriamente.

g. Evaluar las características de la marcha, el tipo de aparatos de ayuda y el grado del peso en carga empleado durante la deambulación. Repárese en cualquier desigualdad de la longitud de las piernas.

2. Educación inicial del paciente

a. Explicar el plan general de asistencia que el paciente puede esperar durante el período postoperatorio.

b. Avisar al paciente sobre cualquier precaución o contraindicación para el movimiento o el peso en carga que deba seguirse después de la operación.

c. Enseñar al paciente cualquier ejercicio que se iniciará al mismo comienzo del período postoperatorio. Por ejemplo:

(1) Ejercicios de respiración profunda.

(2) Ejercicios activos para el tobillo, si es posible, para prevenir la estasis venosa.

(3) Ejercicios estáticos suaves de las articulaciones inmovilizadas.

d. Enseñar al paciente a moverse en la cama.

e. Enseñar al paciente cómo usar cualquier aparato de ayuda, como muletas o bastones, que pueda necesitarse después de la operación.

D. Objetivos y pautas postoperatorios para el ejercicio

1. Resumen de las deficiencias/problemas

a. Dolor postoperatorio por la disrupción de los tejidos blandos.

b. Edema postoperatorio.

c. Complicaciones pulmonares y circulatorias postoperatorias.

d. Rigidez articular o limitación del movimiento por la lesión de los tejidos blandos y la inmovilización postoperatoria necesaria.

e. Atrofia muscular por la inmovilización.

f. Pérdida de fuerza para las actividades funcionales.

g. Limitación del peso en carga.

h. Pérdida potencial de fuerza y movilidad de las articulaciones no operadas.

2. Objetivos generales del tratamiento postoperatorio y plan de asistencia durante la fase de máxima protección

Objetivos	***Plan de asistencia***
a. Reducción del dolor postoperatorio, rigidez refleja muscular o espasmos.	a. Ejercicios de relajación. Empleo de modalidades como estimulación nerviosa transcutánea (TNS= transcutaneus nerve stimulation), frío o calor. Movimiento pasivo continuado (MPC) durante el principio del período postoperatorio.
b. Reducir o minimizar el edema postoperatorio.	b. Elevación de la extremidad operada. Ejercicios de bombeo activo en las articulaciones distales. Masaje distal a proximal.[40]

c. Prevenir complicaciones circulatorias y pulmonares como tromboflebitis, embolia pulmonar o neumonía.	c. Ejercicios activos para la musculatura distal. Ejercicios de respiración profunda.
d. Prevenir la rigidez articular residual e innecesaria o las contracturas de los tejidos blandos	d. MPC o movilización pasiva iniciada en el período postoperatorio inmediato.
e. Reducir la atrofia muscular de las articulaciones inmovilizadas.	e. Ejercicios estáticos que se inician justo después de la operación.
f. Mantener el movimiento y la fuerza en áreas por encima y debajo del lugar de la operación.	f. Ejercicios de amplitud del movimiento activa y resistida para partes sin operar.
g. Mantener la movilidad funcional mientras se protege el lugar de la operación.	g. Equipamiento de adaptación y aparatos de ayuda.
h. Formar al paciente.	h. Instrucción sobre posiciones y movimientos que hay que evitar durante las actividades de la vida diaria.

3. Objetivos generales del tratamiento postoperatorio y plan de asistencia durante la fase de movimiento controlado/protección moderada

Objetivos	***Plan de asistencia***
a. Restablecer gradualmente los tejidos blandos y la movilidad articular	a. Ejercicios de movilidad activos y activos-asistidos dentro de los límites del dolor.
b. Fortalecer los tejidos afectados y mejorar la estabilidad articular.	b. Ejercicios isométricos de múltiples ángulos que usan resistencia progresivamente mayor.
	Ejercicio ligero isotónico de resistencia en cadena cinética abierta o cerrada.
c. Seguir manteniendo la integridad funcional de las áreas no operadas.	c. Fortalecimiento progresivo de las áreas no operadas con ejercicios resistidos en cadena cinética abierta o cerrada.
d. Formar al paciente.	d. Enseñar al paciente a vigilar los efectos del programa de ejercicio y hacer ajustes si aumenta el dolor o la hinchazón.

4. Objetivos generales del tratamiento postoperatorio y plan de asistencia durante la fase de protección mínima/vuelta a la función

Los objetivos y el plan de asistencia en este estadio final de la rehabilitación son los mismos que los del plan de tratamiento expuesto en este capítulo en el apartado Consideraciones para el tratamiento: Estadio crónico (sección V.B). Como la intervención quirúrgica suele reservarse para las lesiones más importantes, las deformidades graves o las artropatías en su estadio final, la progresión del ejercicio será más gradual y la vuelta a un nivel funcional completo puede llevar más tiempo a los pacientes postoperatorios que a los pacientes que no requirieron cirugía. Algunos pacientes quizá necesiten adaptar o evitar las actividades recreativas o laborales que podrían causar una nueva lesión en las articulaciones o tejidos blandos, o contribuir al fracaso de la reparación o reconstrucción quirúrgicas.

5. Precauciones postoperatorias generales

a. Evitar movimientos articulares específicos o con el peso en carga consistentes con el procedimiento quirúrgico.

b. Avanzar gradualmente con el ejercicio durante el período postoperatorio inicial. Los tejidos blandos trastornados durante la operación estarán inflamados. Hay que dejar tiempo suficiente para que se curen.

c. Evitar estiramientos vigorosos/de alta intensidad o ejercicios resistidos con los músculos o tendones en que se haya hecho la incisión y se hayan cosido durante la operación durante al menos 6 semanas para asegurar la curación y estabilidad.

d. Vigilar continuamente el nivel de hinchazón, dolor y drenaje de la herida. Si se aprecia un incremento acusado, se dará aviso de inmediato y se interrumpirá el ejercicio con esa área hasta nuevo aviso.

e. Modificar o evitar las actividades recreativas, laborales o diarias que podrían contribuir al fracaso final de la reparación o reconstrucción quirúrgicas.

E. Revisión de los procedimientos quirúrgicos ortopédicos y pautas para la asistencia postoperatoria

NOTA: El tiempo de inmovilización y el inicio, progresión e intensidad del ejercicio varían de acuerdo con las diferencias en las técnicas quirúrgicas y la filosofía del cirujano. El estado de salud del paciente, su edad y el consumo de medicamentos también afectarán el ritmo de la curación y la progresión posterior en un programa postoperatorio de ejercicio.

1. Procedimientos artroscópicos frente a procedimientos convencionales[23,33,37]

a. Un procedimiento quirúrgico convencional comprende una incisión de longitud y profundidad adecuadas en las capas de la piel, fascia, músculos y cápsula articular para que el cirujano pueda visualizar por completo el campo operatorio durante el procedimiento. El término **artrotomía** se emplea para describir un procedimiento convencional en el que se practica una incisión en la cápsula articular y quedan expuestas las estructuras articulares. Son necesarios algunos accesos convencionales para operaciones como la artroplastia articular, la artrodesis y la fijación interna de fracturas, y para ciertas reparaciones de los tejidos blandos como desgarros musculares o tendinosos. Se produce un trastorno amplio de los tejidos blandos durante los procedimientos convencionales, lo que hace preciso un período largo de rehabilitación mientras se curan los tejidos blandos.

b. Los procedimientos artroscópicos requieren varias incisiones muy pequeñas (pinchazos) en la piel, músculo y cápsula articular para la inserción de un endoscopio en la articulación con el fin de visualizar su interior mediante una cámara de vídeo. Se insertan herramientas quirúrgicas motorizadas y miniaturizadas por esas incisiones para reparar los tejidos blandos de la articulación o su entorno, eliminar los cuerpos libres o desbridar las superficies articulares. Las técnicas artroscópicas se usan frecuentemente en el hombro y la rodilla. Los procedimientos son la reparación o reconstrucción de tendones y ligamentos, el desbridamiento de articulaciones y, en ocasiones, la sinovectomía. Como las incisiones de entrada son muy pequeñas, el trastorno de los tejidos blandos durante los procedimientos artroscópicos es mínimo. Por tanto, la rehabilitación avanza con mayor rapidez que después de una intervención convencional.

2. Reparación de lesiones de los tejidos blandos[4,15,17]

Por lo general, se necesitan al menos 6 semanas para que se curen los tejidos blandos después de una reparación quirúrgica.

a. *Desgarro completo de un músculo*

(1) No es corriente, pero puede producirse cuando un músculo que está contraído recibe un golpe directo o se estira forzadamente.

(2) Procedimiento.

El músculo se vuelve a suturar quirúrgicamente y se inmoviliza para que quede en una posición acortada durante 10 a 21 días.

(3) Ejercicio.

(a) Los ejercicios estáticos con el músculo suturado pueden empezar de inmediato después de la operación.

(b) Pasados 10 a 14 días de la operación, se quita la inmovilización y se inician los ejercicios activos haciendo hincapié en el movimiento controlado para recuperar el movimiento articular.

(c) El peso en carga se restringe hasta que el paciente recupere la fuerza y movilidad normales.

(d) Los estiramientos y la vuelta a las actividades funcionales completas están contraindicados hasta que la curación de los tejidos blandos sea completa: hasta 6 a 8 semanas después de la operación.

b. *Rotura de un tendón*

(1) Los tendones suelen romperse por un traumatismo grave en personas jóvenes o por un movimiento inusual y repentino en ancianos con una historia de compresión crónica y deterioro progresivo del tendón. Los tendones se suelen romper en las uniones musculotendinosa o tendoósea. La rotura se observa con más frecuencia en el tendón bicipital del hombro y en el tendón de Aquiles.

(2) Procedimiento.

Se sutura el tendón, y el músculo y el tendón adoptan una posición acortada, al igual que sucede con los desgarros completos de un músculo. Se requiere un período más largo de inmovilización (por lo general 3 a 4 semanas) para un tendón reparado que para un músculo, ya que el aporte vascular de los tendones es escaso.

(3) Ejercicio.

(a) Los ejercicios estáticos se inician de inmediato después de la operación durante la fase de protección de la rehabilitación para impedir la formación de adherencias

del tendón en la vaina y para favorecer el alineamiento del tejido en curación.

(b) Se permiten ejercicios activos y suaves de movilidad articular pasadas unas 4 semanas cuando se pueda quitar con seguridad el aparato inmovilizador.

(c) En el caso de una reparación en una extremidad inferior, el peso en carga se restringe hasta 6 a 8 semanas.

(d) El ejercicio resistido vigoroso puede iniciarse después de unas 8 semanas, cuando se ha completado la curación del tendón.

c. R*oturas de ligamentos*.[4,15]

(1) Cuando los ligamentos no pueden aproximarse para su curación mediante una reducción cerrada, lo indicado es su reparación quirúrgica. Tal vez sea necesaria la reconstrucción del ligamento con tejido de otro lugar del cuerpo. La rodilla y el tobillo son las articulaciones que suelen resultar afectadas.

(2) Procedimiento.

El ligamento roto se repara o reconstruye, y la articulación se inmoviliza en una posición que ejerza una tensión limitada sobre el ligamento suturado. La inmovilización puede ser necesaria durante al menos 10 a 21 semanas y, en muchos casos, un período más largo. Después de algunas reparaciones o reconstrucciones de ligamentos, es permisible cierto movimiento inicial pasivo o asistido en una porción limitada de la amplitud.

(3) Ejercicio.

Se siguen las mismas pautas que con los tendones reparados. El movimiento inicial pasivo y asistido después de la operación puede iniciarse después de ciertas reparaciones quirúrgicas si el movimiento puede controlarse y el tejido en curación está protegido. Hay que llevar un medio de soporte y el peso en carga se restringirá cuando la reparación sea de una articulación potencialmente inestable, como la rodilla, hasta que la potencia de los músculos proteja adecuadamente la articulación.

3. Liberación de los tejidos blandos: tenotomía, miotomía y elongación[4,26]

a. Para mejorar la amplitud del movimiento de articulaciones con contracturas graves, tal vez lo indicado sea la liberación quirúrgica de los tejidos blandos. Esto puede practicarse en pacientes jóvenes con artritis grave en los que la artroplastia no es aconsejable o como procedimiento preliminar en adultos antes de la sustitución articular. La liberación también se practica en pacientes con miopatías y neumopatías como parálisis cerebral y distrofia muscular. Siempre se emplea postoperatoriamente alguna forma de ferulización o sujeción ortopédica en la posición correcta junto con ejercicios para mantener la amplitud del movimiento recuperada.

b. Procedimiento

Se practica una sección quirúrgica en el músculo o tendón y se libera cualquier contractura fibrosa de todas las estructuras periarticulares implicadas.

c. Ejercicio

(1) El movimiento activo-asistido puede iniciarse 3 a 4 días después de la operación. Le sigue ejercicio activo en la amplitud del movimiento recuperada a medida que avance la curación de los tejidos blandos.

(2) También debe iniciarse pronto el fortalecimiento de los músculos antagonistas del músculo liberado para mantener el movimiento articular activo.

4. Sinovectomía[12,16,33]

a. Procedimiento

Extracción de la membrana sinovial (revestimiento de la articulación) en pacientes con tumefacción articular crónica. Se practica ocasionalmente en pacientes que padecen artritis reumatoide con sinovitis proliferativa crónica, aunque con mínimos cambios articulares. Las articulaciones en las que se practica con mayor frecuencia la sinovectomía son la rodilla, la muñeca, el codo y las articulaciones metacarpofalángicas.

b. Tratamiento postoperatorio

(1) Inmovilización.

Se aplica un apósito abultado y blando en el momento de la operación y se deja varios días.

(2) Elevación.

La extremidad operada se eleva para reducir el edema.

(3) Ejercicio.

(a) Durante el breve período de inmovilización, el paciente puede empezar suaves ejercicios estáticos con los músculos que rodean la articulación afectada.

(b) MPC, ejercicios activos y activos-asistidos se inician tan pronto como se quite el apósito. Estos ejercicios son de avance progresivo de leves a resistidos en un plazo de 6 a 12 semanas.

(c) El peso en carga completa o el levantamiento de objetos pesados se restringe durante 6 a 8 semanas.

5. Osteotomía[2,4,33]

a. Procedimiento

El corte y el realineamiento quirúrgico del hueso se practican en las artritis graves para corregir la deformidad articular y reducir el dolor. Se realiza con mayor fre-

cuencia en la artrosis de rodilla o cadera. La osteotomía se practica sobre todo para reducir el dolor mediante el alineamiento y la modificación de las cargas que soportan las superficies de la articulación antes de que se produzca un deterioro articular significativo. La osteotomía de la cadera se practica en pacientes jóvenes con dolor intenso secundario a problemas como la enfermedad de Legg-Calvé-Perthes o una luxación congénita de la cadera.

b. Tratamiento postoperatorio

(1) Inmovilización.

El lugar de la osteotomía se inmoviliza con fijación interna, que permite un movimiento articular temprano y el peso en carga con protección, o se inmoviliza la articulación con un yeso hasta que se produzca la curación, que puede llevar de 8 a 12 semanas.[2,4]

(2) Ejercicio.

(a) Durante la inmovilización con yeso hay que animar al paciente a que mueva activamente las articulaciones por encima y por debajo del lugar de la osteotomía para prevenir la rigidez articular y una debilidad indebida.

(b) Cuando se permita el movimiento y el peso en carga, o cuando se quite el yeso, se iniciarán los ejercicios activos-asistidos, activos y leves-resistidos para restablecer la amplitud y la fuerza del movimiento articular (ver la exposición sobre el estadio crónico de la curación de los tejidos blandos realizada antes en este capítulo).

(c) Si persiste la rigidez crónica por una inmovilización prolongada, tal vez también haya que recurrir a la movilización articular y el estiramiento de los tejidos blandos.

6. Artrodesis

a. Procedimiento[2,4,33]

Fusión de las superficies óseas de una articulación con fijación interna como clavos, agujas de fijación, placas e injertos óseos. Suele practicarse en casos de dolor articular intenso e inestabilidad cuando la movilidad de la articulación es una preocupación menor. Suele realizarse en la muñeca, pulgar y tobillo. La artrodesis puede ser la única solución para pacientes en los que haya fracasado la artroplastia.

b. Tratamiento postoperatorio

(1) Inmovilización.

Se inmoviliza la articulación con un yeso en la posición deseada para una función máxima durante 8 a 12 semanas para asegurar la fusión del hueso.

(2) Ejercicio.

Como no será posible ningún movimiento en la articulación fusionada, debe mantenerse la amplitud del movimiento y la fuerza por encima y por debajo de la articulación operada.

(3) El peso en carga se restringe hasta que los estudios radiológicos muestren pruebas de la consolidación del hueso.

c. Posiciones óptimas para la artrodesis[2]

(1) Hombro: en una posición en la que la mano pueda llegar a la boca.

(2) Muñeca: en ligera extensión. Si el paciente tiene una artropatía bilateral en la muñeca, se fusiona una articulación y la otra se reemplaza.

(3) Pulgar: la articulación MCF suele fusionarse con 20 grados de flexión.

(4) Cadera: con 15 a 20 grados de flexión para permitir la marcha y sentarse cómodamente.

(5) Tobillo: en una posición neutra (90 grados) o un ligero pie equino en mujeres que lleven tacones bajos. La articulación subastragalina se fusiona en una posición neutra para que no haya varo ni valgo.

7. Artroplastia

a. Definición general

Cualquier procedimiento para la reconstrucción de una articulación, con o sin un implante, pensado para aliviar el dolor y/o restablecer el movimiento articular.

b. Tipos de procedimientos[3,4,7,12,22,26,34]

(1) *Artroplastia por escisión*.

Eliminación del hueso periarticular de una o ambas superficies articulares. Se deja un espacio donde el tejido fibrótico (cicatrizal) se deposite durante el proceso de curación. A veces se denomina *artroplastia por resección*. Este procedimiento se practica en variedad de articulaciones como la cadera, el codo, la muñeca y el pie para reducir el dolor y aumentar el movimiento articular. Las desventajas de estos procedimientos son:

(a) Posible inestabilidad articular.

(b) Un aspecto cosmético poco vistoso por el acortamiento de la extremidad operada.

(c) Desequilibrio y debilidad musculares persistentes.

La artroplastia por escisión, aunque es un procedimiento antiguo, sigue siendo apropiado en ciertos casos.

(2) *Artroplastia por escisión con implante*.

Después de eliminar la superficie articular, se fija un implante artificial para ayudar a la remodelación de una nueva articulación. El implante suele hacerse de silicona flexible y queda encapsulado en tejido fibroso a medida que se reforma la articulación.[34]

(3) *Artroplastia de interposición*. [34]

Inicialmente se practica el desbridamiento de la articulación y se coloca un material extraño entre (se interpone) las dos superficies articulares. Se emplean materiales muy variados para cubrir la superficie articular como fascia, silástic o metal.

Son ejemplos de artroplastia de interposición la artroplastia de aumentación (o techo) de cadera con acceso modificado de Smith Petersen (en la actualidad poco practicada con la llegada de la artroplastia total de cadera), la sustitución condílea de la rodilla y la sustitución humeral del hombro.

(4) *Sustitución total de la articulación mediante artroplastia*.

Eliminación de las dos superficies articulares afectadas y sustitución por una articulación artificial. Los implantes se mantienen en su sitio con un cemento acrílico (metacrilato de metilo); pueden estabilizarse con agujas de fijación, tornillos o clavos; o más recientemente se aseguran sin cemento mediante un ajuste forzado (unión muy justa entre el hueso y el implante) o una fijación biológica (biointegración ósea microscópica de hueso en una prótesis de revestimiento poroso).[7,25,26,37] La interfaz de hueso y cemento es la porción de la sustitución articular en la que se produce la desunión y es la principal fuente de fracaso mecánico en las artroplastias totales.[25,30,37]

Se han creado y refinado sustituciones con prótesis para casi todas las articulaciones de las extremidades. En los capítulos 8 a 13 aparecerá una descripción más completa de estos implantes articulación por articulación. En general, la artroplastia de sustitución total de una articulación ha tenido más éxito en las articulaciones grandes, como la rodilla y la cadera, y menos en las articulaciones pequeñas del pie y la mano.[2,3] Los implantes articulares totales requieren por lo general menos inmovilización postoperatoria y menos ejercicios graduados y supervisados que la artroplastia de escisión (con o sin implante) o la artroplastia de interposición, ya que el éxito del procedimiento depende menos del proceso de encapsulación durante la curación de los tejidos blandos.

c. Tipos de materiales empleados en la artroplastia[2,3,25,26]

Se han empleado muy distintos materiales en los años de evolución de la cirugía reconstructiva. Los materiales empleados hoy en día pueden clasificarse en tres áreas generales.

(1) Rígidos.

Metal inerte, por lo general una aleación de cobalto y cromo, acero inoxidable, o materiales cerámicos.

(2) Semirrígidos.

Polímeros plásticos de alta densidad como el polietileno.

(3) Flexibles.

Polímeros elásticos como silástic o implantes de silicona.

Por lo general, se emplean implantes flexibles junto con la artroplastia de escisión, y se usan plásticos semirrígidos y metales rígidos en las sustituciones totales de articulación.

d. Tratamiento postoperatorio

En los capítulos 8 a 13 aparece una descripción detallada del tratamiento postoperatorio y los ejercicios para las sustituciones totales de articulaciones.

XI. Resumen

El capítulo 7 proporciona la información básica necesaria para diseñar programas de ejercicio terapéutico basados en el nivel de implicación del aparato locomotor del paciente durante los estadios agudo, subagudo o crónico de los tejidos blandos y la curación de la articulación. Este método se emplea tanto si el problema comprende una lesión por traumatismo, como una lesión por uso excesivo, una enfermedad o una intervención quirúrgica.

Se han definido las lesiones de los tejidos blandos y las afecciones clínicas; se han descrito los estadios de la inflamación y la reparación haciendo hincapié en el tratamiento de los tejidos blandos y las articulaciones con ejercicios terapéuticos durante cada estadio. Se han descrito las consideraciones especiales y el tratamiento con ejercicio terapéutico para síndromes por traumatismos repetitivos, artritis reumatoide, artrosis, disfunciones posfractura y afecciones postoperatorias.

Se ha destacado una lista de problemas con los objetivos y el plan de asistencia para resumir cada situación clínica. En los capítulos 8 a 13 aparece una lista de problemas clínicos empleados como base para el diseño de programas de ejercicio para cada región del cuerpo.

Bibliografía

1. Bandy, WD: "Functional rehabilitation of the athlete". *Orthopaedic Physical Therapy Clinics of North America* 1:269, 1992.
2. Benke, GJ: "Osteotomy, arthrodesis and girdlestone arthroplasty". En Downie, PA (ed): *Cash's Textbook of Orthopedics and Rheumatology for Physiotherapists*. JB Lippincott, Filadelfia, 1984.
3. Bentley, JA: "Physiotherapy following joint replacement". En Downie, PA (ed): *Cash's Textbook of Orthopedics and Rheumatology for Physiotherapists*. JB Lippincott, Filadelfia, 1984.
4. Brasehear, R, y Raney, RB (eds): *Shands' Hand-hook of Orthopaedic Surgery*, 9 ed. CV Mosby, St Louis, 1978.
5. Cailliet, R: *Soft Tissue Pain and Disability*, 2 ed. FA Davis, Filadelfia, 1988.
6. Chamberlain, G: "Cyriax's friction massage: A review". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 4:16, 1982.
7. Cofield, R, Morrey, B, y Bryan, R: "Total shoulder and total elbow arthroplasties: The current state of development–Part I". *J Contin Educ Orthopedics* 6:14, 1978.
8. Cummings, G, Crutchfield, C, y Barnes, MR: "Soft-Tissue Changes in Contractures". *Orthopedic Physical Therapy Series*, Vol 1. Stokesville, Atlanta, 1983.
9. Cummings, GS, y Tillman, LJ: "Remodeling of dense connective tissue in normal adult tissues". En Currier, DP, y Nelson, RM (eds): *Dynamics of Human Biologic Tissues*. FA Davis, Filadelfia, 1992.
10. Cyriax, J: "Textbook of Orthopaedic Medicine". Vol 1. *Diagnosis of Soft Tissue Lesions*, 8 ed. Bailliere and Tindall, Londres, 1982.
11. Guidotti, TL: "Occupational repetitive strain injury". *Am Fam Physician* 45:585, 1992.
12. Hyde, SA: *Physiotherapy in Rheumatology*. Blackwell Scientific, Oxford, 1980.
13. Inglis, AE (ed): *Symposium on Total Joint Replacement of the Upper Extremity* (1979). American Academy of Orthopaedic Surgeons, CV Mosby, St Louis, 1982.
14. Isernhagen, SJ: "Exercise technologies for work rehabilitation programs". *Orthopaedic Physical Therapy Clinics of North America* 1:361, 1992.
15. Iversen, LD, y Clawson, OK: "Manual of Acute Orthopedic Therapeutics". 2 ed. Little, Brown & Company, Boston, 1982.
16. Kaltenborn, F: "Manual Mobilization of the Extremity Joints: Basic Examination and Treatment Techniques". 4 ed. Olaf Norlis Bokhandel Norway, 1989.
17. Keene, J: "Ligament and muscle-tendon unit injuries". En Gould, J, y Davies, GJ (eds): *Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 2 ed. CV Mosby, St Louis, 1990.
18. Kellet, J: "Acute soft-tissue injuries: A review of the literature". *Med Sci Sports Exerc* 18:489, 1986.
19. Maitland, GD: *Peripheral Manipulation*, 2 ed. Butterworth, Boston, 1977.
20. Maitland, GD: *Vertebral Manipulation*, 4 ed. Butterworth, Boston, 1977.
21. McDonough, A: "Effect of immobilization and exercise on articular cartilage: A review of literature". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 3:2,1981.
22. Melvin, J: *Rheumatic Disease: Occupational Therapy and Rehabilitation*, 2 ed. FA Davis, Filadelfia, 1982.
23. Metcalf, RW: "Arthroscopy". En Sledge, CB, y otros (eds): *Arthritis Surgery*. WE Saunders, Filadelfia, 1994.
24. Minor, MA, y otros: "Efficacy of physical conditioning exercise in patients with rheumatoid arthritis and osteoarthritis". *Arthritis Rheum* 32:1396, 1989.
25. Morrey, BF, y Kavanaugh, BF: "Cementless joint replacement: Current status and future". *Bull Rheum Dis* 37:1, 1987.
26. Nickel, VL (ed): *Orthopedic Rehabilitation*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1982.
27. Noonan, TJ, y Garrett, WE: "Injuries at the myotendinous junction". *Clin Sports Med* 11:783, 1992.
28. Pease, BJ: "Biomechanical assessment of the lower extremity". *Orthopaedic Physical Therapy Clinics of North America* 3:291, 1994.
29. Puffer, JC, y Zachazewski, JE: "Management of overuse injuries". *Am Fam Physician* 38:225, 1988.
30. Rand, JA, y otros: "A comparison of cemented vs cementless porous-coated anatomic total knee arthroplasty". En Rand, JA (ed): *Total Arthroplasty of the Knee*. Aspen, Rockville, MD, 1987.
31. Salter, RB, y otros: "Clinical application of basic research on continuous passive motion for disorders and injuries of synovial joints: A preliminary of a feasibility study". *J Orthop Res* 1:325, 1984.
32. Schrier, RW (ed): *Clinical Internal Medicine in the Aged*. WB Saunders, Filadelfia, 1982.
33. Sledge, CB: "Introduction to surgical management". En Sledge, CB, y otros (eds): *Arthritis Surgery*. WE Saunders, Filadelfia, 1994.
34. Swanson, AB: *Flexible Implant Resection Arthroplasty in the Hand and Extremities*. CV Mosby, St Louis, 1973.

35. Threlkeld, JA, y Currier, DP: "Osteoarthritis: Effects on synovial joint tissues". *Phys Ther* 68:346, 1988.

36. van der Meulen, JCH: "Present state of knowledge on processes of healing in collagen structures". *Int J Sports Med* 3:4, 1982.

37. Waugh, T: "Arthroplasty rehabilitation". En Gouldgold, J (ed): *Rehabilitation Medicine*. CV Mosby, St Louis, 1988.

38. Wilhelm, DL: "Inflammation and healing". En Anderson, WAD (ed): *Pathology*, CV Mosby, St Louis, 1971.

39. Wilk, KE, y Arrigo, C: "An integrated approach to upper extremity exercises". *Orthopaedic Physical Therapy Clinics of North America* 1:337, 1992.

40. Woolf, CJ: "Generation of acute pain: Central mechanisms". *British Medical Bulletin* 47:523, 1991.

41. Zohn, D, y Mennell, J: *Musculoskeletal Pain: Principles of Physical Diagnosis and Physical Treatment*. Little, Brown & Company, Boston, 1976.

Capítulo

8

El hombro y la cintura escapular

La estructura de la cintura escapular permite la movilidad de la extremidad superior. Como resultado, la mano puede colocarse casi en cualquier sitio dentro de una esfera de movimiento, estando limitada sobre todo por la longitud del brazo y el espacio ocupado por el cuerpo. La mecánica combinada de sus articulaciones y músculos permite el control y la movilidad. Al establecer un programa de ejercicio terapéutico para los problemas de la región del hombro, al igual que con cualquier otra región del cuerpo, hay que tener en cuenta sus características anatómicas y cinesiológicas únicas, así como el estado patológico y las limitaciones funcionales impuestas por los problemas. La primera sección de este capítulo repasa brevemente la información anatómica y cinesiológica sobre el complejo del hombro; remitimos al lector a varios manuales para el estudio en profundidad de la materia.[16,24,46,53,56,76] También remitimos al lector al capítulo 7 para repasar los principios del tratamiento. Las secciones siguientes describen los problemas y pautas generales para el tratamiento conservador y postoperatorio. Las dos últimas secciones describen las técnicas de ejercicio usadas habitualmente para cubrir los objetivos del tratamiento durante el estadio agudo y durante los estadios de curación y rehabilitación.

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, el lector podrá:

1. Identificar aspectos importantes de la estructura y función de la cintura escapular.

2. Establecer un programa de ejercicio terapéutico para tratar lesiones de los tejidos blandos y las articulaciones en la región de la cintura escapular relacionadas con los estadios de recuperación después de una lesión inflamatoria de los tejidos.

3. Establecer un programa de ejercicio terapéutico para tratar lesiones musculoesqueléticas corrientes, reconociendo las circunstancias únicas para su tratamiento.

4. Establecer un programa de ejercicio terapéutico para tratar a los pacientes después de los procedimientos quirúrgicos corrientes.

I. Revisión de la estructura y función del hombro y la cintura escapular

A. Las porciones óseas son la porción proximal del húmero, la escápula y la clavícula, y su inserción en el esternón (ver fig. 6.13)

B. Diartrosis

1. Articulación glenohumeral (GH)

a. Características. Es una enartrosis (articulación esferoidea) triaxial incongruente con una cápsula articular laxa. Se sostiene con los tendones del manguito de los rotadores y los ligamentos glenohumeral (superior, medio e inferior) y coracohumeral. El hueso cóncavo, la cavidad glenoidea, se localiza en el borde superolateral de la escápula. Se orienta en sentido anterior, lateral y as-

cendente, lo cual confiere cierta estabilidad a la articulación. Un reborde de fibrocartílago, el rodete glenoideo, aumenta la profundidad de la cavidad, confiere mayor congruencia y sirve de punto de inserción a la cápsula. El hueso convexo es la cabeza del húmero. Sólo una pequeña porción de la cabeza entra en contacto con la cavidad en cualquier momento, lo cual permite un movimiento considerable pero también determina una inestabilidad potencial.[78]

b. Artrocinética. Con los movimientos del húmero (movimientos fisiológicos), la cabeza convexa se desliza en dirección opuesta al húmero.

Movimientos fisiológicos del húmero	***Dirección del deslizamiento de la cabeza del húmero***
Flexión	Posterior
Extensión	Anterior
Abducción	Inferior
Aducción	Superior
Rotación interna	Posterior
Rotación externa	Anterior
Abducción horizontal	Anterior
Aducción horizontal	Posterior

Si el húmero está estabilizado y se mueve la escápula, la cavidad glenoidea cóncava se desliza en la misma dirección en que se mueve la escápula.

c. Estabilidad. Restricciones dinámicas y estáticas aportan estabilidad articular.[17,23,89,105] La relación estructural de la anatomía ósea, los ligamentos y el rodete glenoideo, y las fuerzas adhesivas o cohesivas de la articulación confieren estabilidad estática. Los tendones del manguito de los rotadores se mezclan con los ligamentos y el rodete glenoideo en los puntos de inserción, de modo que, cuando los músculos se contraen, proporcionan estabilidad dinámica al tensar las restricciones estáticas. La respuesta coordinada de los músculos del manguito y la tensión de los ligamentos aportan distintos grados de apoyo dependiendo de la posición y movimiento del húmero.[86,89,100] Además, la cabeza larga del bíceps y la cabeza larga del tríceps braquial refuerzan la cápsula con sus inserciones y confieren respectivamente apoyo superior e inferior a la articulación del hombro cuando trabajan en los movimientos del codo.[55] La cabeza larga del bíceps, en concreto, estabiliza la elevación del húmero[55] y contribuye a la estabilidad anterior de la articulación glenohumeral al oponerse a las fuerzas de torsión cuando el hombro se mueve en abducción y rotación externa.[7,86] El control neuromuscular, la conciencia del movimiento y la respuesta motora subyacen en la coordinación de las restricciones dinámicas.[105]

2. Articulación acromioclavicular (AC)

a. Características. Es una anfiartrosis triaxial plana, que puede o no presentar un disco. La débil cápsula se refuerza con los ligamentos acromioclavicular superior e inferior. El hueso convexo es una carilla situada en el extremo lateral de la clavícula. El hueso cóncavo es una carilla en el acromion de la escápula.

b. Artrocinética. Con los movimientos de la escápula, la superficie del acromion se desliza en la misma dirección en que se mueve la escápula, dado que la superficie es cóncava. Los movimientos que afectan a esta articulación son rotación ascendente (la escápula gira de modo que la cavidad glenoidea rote hacia arriba), rotación descendente, *winging* (de *wing*= ala) del borde vertebral e inclinación del ángulo inferior.

c. Estabilidad. Los ligamentos acromioclaviculares cuentan con la sujeción del poderoso ligamento coracoclavicular. Ningún músculo cruza directamente esta articulación para brindarle apoyo dinámico.

3. Articulación esternoclavicular (EC)

a. Características. Es una articulación sellar, triaxial e incongruente que presenta un disco. Se sostiene por los ligamentos esternoclaviculares anterior y posterior, y por los ligamentos interclavicular y costoclavicular. El extremo medial de la clavícula es convexo en sentido superior a inferior, y cóncavo en sentido anterior a posterior. El disco articular se inserta en el extremo superior. La porción superolateral del manubrio y el primer cartílago costal son cóncavos en sentido superior a inferior y convexos en sentido anterior a posterior.

b. Artrocinética. Con movimientos en sentido anterior a posterior de la clavícula, la superficie articular se desliza en la misma dirección. Con los movimientos en sentido superior a inferior de la clavícula, la superficie articular se desliza en sentido contrario.

Movimientos fisiológicos de la clavícula	***Dirección del deslizamiento de la clavícula***
Elevación	Inferior
Depresión	Superior
Protracción	Anterior
Retracción	Posterior
Rotación	Giratorio

Los movimientos de la clavícula se producen como resultado de los movimientos escapulares de elevación, depresión, protracción (abducción) y retracción (aducción), respectivamente. La rotación de la clavícula se produce como un movimiento accesorio cuando el húmero se eleva por encima de la posición horizontal, y la escápula gira hacia arriba; no puede producirse como un movimiento voluntario aislado.

c. Estabilidad. Los ligamentos que cruzan la articulación proporcionan estabilidad estática. No hay músculos que crucen la articulación y le confieran estabilidad dinámica.

C. Articulaciones funcionales

1. Escapulotorácica

a. Los movimientos de la escápula requieren el deslizamiento de ésta a lo largo del tórax. Normalmente, la flexibilidad de los tejidos blandos es considerable, con lo cual la escápula participa en todos los movimientos de la extremidad superior. Los movimientos de la escápula son:

(1) Elevación, depresión, protracción (abducción) y retracción (aducción), apreciadas con los movimientos claviculares en la articulación EC.

(2) Rotación ascendente y descendente, apreciada en los movimientos claviculares en la articulación EC, y rotación en la articulación AC, concurrente con movimientos del húmero. La rotación ascendente de la escápula es un movimiento componente necesario para la amplitud completa del movimiento de flexión y abducción del húmero.

(3) W*inging* del borde medial e inclinación del ángulo inferior, apreciadas en el movimiento de la articulación AC concurrente con movimientos del húmero. La inclinación de la escápula es necesaria para tocarse con la mano la espalda junto con rotación interna y extensión del húmero. El *winging* es un movimiento accesorio con aducción horizontal del húmero.

b. Estabilidad escapular

(1) En la posición funcional, la escápula se estabiliza primariamente gracias al equilibrio de fuerzas entre la porción superior del trapecio y el músculo elevador de la escápula, y el peso del brazo en el plano frontal, y entre los músculos pectoral menor, romboides y serrato anterior en los planos transverso y sagital.

(2) Con movimientos activos del brazo, los músculos de la escápula funcionan en sincronía para controlar la posición y estabilizar la escápula de modo que los músculos escapulohumerales puedan mantener una buena relación de longitud y tensión mientras estabilizan y mueven el húmero. Sin el control postural de la escápula, la eficacia de los músculos del húmero decrece. Las porciones superior e inferior del trapecio con el serrato anterior giran en sentido ascendente la escápula siempre que el brazo se mueve en abducción o se flexiona, y el serrato anterior mueve en aducción (protrae) la escápula sobre el tórax para alinearla durante la flexión o actividades de empuje. Durante la extensión del brazo o durante actividades de tracción, el romboides funciona girando hacia abajo y moviendo en aducción (retracción) la escápula en sincronía con los músculos dorsal ancho, redondo mayor y el manguito de los rotadores. Estos músculos estabilizadores también controlan excéntricamente los movimientos de aceleración de la escápula en direcciones opuestas.[80]

(3) Cuando hay una postura alterada de la escápula por desequilibrios musculares, también puede haber desequilibrios de longitud y fuerza de los músculos del húmero que alteran la mecánica de la articulación glenohumeral. La inclinación hacia delante de la escápula se asocia con tirantez del músculo pectoral menor y posiblemente con un serrato anterior o un trapecio débiles. Esta postura de la escápula cambia la del húmero en la cavidad glenoidea, que adopta una posición de abducción relativa y rotación interna. Esto provoca tirantez en los rotadores internos glenohumerales y estira o debilita los rotadores laterales.

2. Suprahumeral

a. Arco coracoacromial, compuesto por el acromion y el ligamento coracoacromial, se superpone a la bolsa subacromial/subdeltoidea, el tendón del supraspinoso y una porción del músculo.[76]

b. Estas estructuras generan y permiten el funcionamiento normal del hombro. Cuando este espacio queda comprometido por el mal funcionamiento de los músculos, por una mecánica articular defectuosa, o una lesión de los tejidos blandos de esta región, se producen síndromes por compresión.[14,16,91] Después de un desgarro del manguito de los rotadores, la bolsa serosa puede comunicarse con la cavidad de la articulación glenohumeral.[23]

D. Función de la cintura escapular[23,56,76]

1. Ritmo escapulohumeral

a. El movimiento de la escápula, sincrónico con los movimientos del húmero, permiten 150 a 180 grados de amplitud del movimiento al húmero en flexión o abducción con elevación. La relación muestra variaciones considerables según las personas, pero suele aceptarse la rela-

ción 2:1 (2 grados de movimiento glenohumeral por 1 grado de rotación escapular) del movimiento general. Durante la fase estática (0 a 30 grados de abducción, 0 a 60 grados de flexión), el movimiento se produce sobre todo en la articulación glenohumeral, mientras la escápula mantiene una posición estable. Durante la amplitud media, la escápula presenta más movimiento, aproximándose a una relación 1:1 con el húmero; pasada esta amplitud, la articulación glenohumeral domina de nuevo el movimiento.

b. El movimiento sincrónico de la escápula permite a los músculos que mueven el húmero mantener una buena relación de longitud y tensión en toda la actividad, además de mantener una buena congruencia entre la cabeza del húmero y la cavidad glenoidea mientras decrecen las fuerzas de cizallamiento.

c. Los músculos que generan la rotación ascendente de la escápula son la porción superior e inferior del trapecio y el serrato anterior. La debilidad o la parálisis completa de estos músculos causan rotación descendente de la escápula por la contracción del deltoides y el supraspinoso mientras se trata de generar abducción o flexión. Estos dos músculos alcanzan a continuación insuficiencia activa y no se consigue la elevación funcional del brazo, a pesar de que la amplitud articular pasiva sea normal y la fuerza de los músculos flexores y abductores del hombro también lo sea.

2. Elevación y rotación claviculares con movimiento del húmero

a. Inicialmente con la rotación ascendente de la escápula, se producen 30 grados de elevación de la clavícula en la articulación EC. A continuación, a medida que se tensa el ligamento coracoclavicular, la clavícula rota 38 a 50 grados en torno a su eje longitudinal, lo cual eleva su extremo acromial (por su forma de manivela). Luego la escápula rota 30 grados adicionales en la articulación AC.

b. La pérdida de cualquiera de estos componentes funcionales reduce la rotación escapular y, por tanto, la amplitud del movimiento de la extremidad superior.

3. Rotación externa del húmero con elevación completa durante la abducción

a. Para que el tubérculo mayor del húmero salga del arco coracoacromial, el húmero debe girar externamente mientras se eleva por encima de la horizontal y se mueve el brazo en abducción en el plano frontal.

b. Con una rotación externa débil o insuficiente, se produce la compresión de los tejidos blandos en el espacio suprahumeral, lo cual provoca dolor, inflamación y, finalmente, pérdida funcional.

4. Rotación interna del húmero con elevación completa durante la flexión[10,11,81]

a. La rotación medial empieza hacia los 50 grados de flexión pasiva del hombro cuando todas las estructuras están intactas.[81] Con la amplitud completa de flexión y elevación del hombro, el húmero gira medialmente 90 grados y el epicóndilo medial se orienta en sentido anterior.[81]

b. La mayoría de los músculos flexores del hombro también son rotadores mediales del húmero.[56]

c. A medida que el brazo se eleva por encima de la posición horizontal en el plano sagital, la cápsula y ligamentos anteriores se tensan, lo cual hace que el húmero rote medialmente.

d. La configuración ósea de la cara posterior de la cavidad glenoidea contribuye al movimiento de rotación interna del húmero mientras se flexiona el hombro.[56]

e. Los músculos infraspinoso y redondo menor estabilizan la cabeza del húmero ante las fuerzas de rotación interna, lo cual ayuda a mantener el alineamiento y la estabilidad de la cabeza en la cavidad. La debilidad de estos músculos contribuye al exceso de traslación anterior y a la inestabilidad.[17]

5. Elevación del húmero en el plano de la escápula

a. El plano de la escápula se describe como 30 grados anterior al plano frontal. El movimiento del húmero en este plano se llama movimiento de abducción en el plano de la escápula.[23]

b. En esta amplitud hay menos tensión en la cápsula y es posible una mayor elevación que con la elevación en un plano meramente sagital o frontal. Ni la rotación interna ni la externa del húmero son necesarias para impedir la compresión del tubérculo mayor durante la elevación y la abducción en el plano de la escápula.[23,99] Se producen muchas actividades funcionales con el hombro orientado hacia este plano.

6. Mecanismos del deltoides-manguito de los rotadores cortos y del supraspinoso

a. La mayoría de la fuerza del músculo deltoides provoca traslación ascendente del húmero; si no cuenta con oposición, provoca compresión de los tejidos blandos dentro del espacio suprahumeral entre la cabeza del húmero y el arco coracoacromial.

b. El efecto combinado de los músculos rotadores cortos (infraspinoso, redondo menor y subescapular) produce una compresión estabilizadora y una traslación descendente del húmero en la cavidad glenoidea.

c. Las acciones del deltoides y de los rotadores cortos dan lugar a un par de fuerza necesario para la abducción del húmero.

d. El músculo supraspinoso tiene un efecto compresor y estabilizador significativo y un ligero efecto de traslación ascendente sobre el húmero; estos efectos, combinados con el efecto de la gravedad, permiten la abducción del brazo.

e. La interrupción de la función que provoca fatiga o mala coordinación de cualquiera de estos músculos puede causar microtraumatismos y la disfunción final de la región del hombro.

E. Dolor referido: fuentes comunes de dolor referido en la región del hombro

1. Columna cervical

a. Articulaciones vertebrales entre C_3 y C_4 o entre C_4 y C_5.

b. Raíces nerviosas de C_4 o C_5.

2. Referencias de los dermatomas sobre los tejidos relacionados

a. El dermatoma C_4 se halla por encima del trapecio y va hasta el extremo del hombro.

b. El dermatoma C_5 se halla por encima de la región del deltoides y la cara lateral del brazo.

3. Diafragma: región superior del trapecio

4. Corazón: axila y región pectoral izquierda

5. Irritación de la vesícula biliar: extremo del hombro y región posterior de la escápula

6. Patrones del dolor miofascial: en el supraspinoso, infraspinoso y trapecio.

II. Problemas articulares: tratamiento conservador

1. Diagnósticos relacionados y etiología de los síntomas

A. Articulación glenohumeral (GH)

a. Los problemas articulares pueden relacionarse con *artritis reumatoide* o *artrosis* y siguen el cuadro clínico descrito en el capítulo 7.

b. La *artritis traumática* se produce como respuesta a una caída o golpe en el hombro o a un microtraumatismo por errores mecánicos o uso excesivo.

c. La *artritis posterior a la inmovilización* se produce como resultado de la falta del movimiento o los efectos secundarios por afecciones como cardiopatías, ictus o diabetes mellitus.

d. La *periartritis* (*o capsulitis adhesiva*) *escapulohumeral idiopática*[33,36,69,72,87,101] se caracteriza por el desarrollo de adherencias densas y restricciones capsulares, sobre todo en el pliegue dependiente de la cápsula, más que por los cambios artríticos del cartílago y hueso, como se ve en la artritis reumatoide o en la artrosis. El comienzo insidioso suele producirse entre los 40 y 60 años sin una causa conocida (periartritis escapulohumeral primaria), aunque los problemas ya mencionados, donde hay un período de dolor y/o movimiento restringido como con la artritis reumatoide, artrosis, traumatismos o inmovilización, tal vez provoque periartritis escapulohumeral (secundaria). En el caso de la periartritis escapulohumeral primaria, la patogénesis tal vez proceda de una inflamación crónica provocadora en un tejido sinovial o musculotendinoso como el manguito de los rotadores, el tendón del bíceps, o la cápsula articular que provoca la formación de espesamiento y adherencias capsulares, sobre todo en los pliegues de la cápsula inferior.[36,69,72] Es constante la presencia de una postura alterada y desequilibrios musculares que predisponen el espacio suprahumeral a la compresión y los síndromes de uso excesivo (ver sección IV).

2. Síntomas

a. Cuadro clínico: *problemas articulares agudos*

El dolor y el movimiento limitador por rigidez muscular refleja suelen impedir la rotación externa y la abducción. El dolor suele irradiar por debajo del codo y tal vez impida dormir.

b. Cuadro clínico: *problemas articulares subagudos*

Si el paciente puede ser tratado cuando la afección aguda comienza a calmarse aumentando gradualmente el movimiento del hombro y la actividad, por lo general puede reducirse al mínimo la complicación de las contracturas articulares y de los tejidos blandos.[69,74]

c. Cuadro clínico: *problemas articulares crónicos*

Si el movimiento queda restringido o si no se trata hasta al paciente que el movimiento está limitado, aparece rigidez capsular, y el paciente refiere dolor cuando se estira la cápsula. A menudo, debido al dolor, la persona no emplea el brazo con normalidad y la articulación va quedando limitada progresivamente. Normalmente, los movimientos más limitados son la rotación externa y la ab-

ducción, quedando la rotación interna menos limitada. Tal vez haya dolorimiento, localizado en la región deltoidea.

d. Cuadro clínico: *periartritis escapulohumeral idiopática*[33,36,69,72,87,101] (el *frozen shoulder* inglés= hombro congelado)

Esta entidad clínica sigue un patrón clásico.

(1) Congelamiento (*freezing*). Se caracteriza por un dolor intenso incluso en reposo y limitación del movimiento 2 a 3 semanas después de iniciarse. Estos síntomas agudos duran 10 a 36 semanas.

(2) Congelación (*frozen*). Se caracteriza por dolor sólo durante el movimiento, por adherencias significativas y movimientos glenohumerales limitados con movimientos sustitutivos en la escápula. Se produce atrofia del deltoides, el manguito de los rotadores, bíceps y tríceps braquial. Este estadio dura 4 a 12 meses.

(3) Deshielo (*thawing*). No se caracteriza por dolor ni sinovitis, pero hay restricciones capsulares significativas por la existencia de adherencias. Este estadio dura 2 a 24 meses o más. Algunos pacientes nunca recuperan la amplitud normal del movimiento.

La recuperación espontánea se produce pasada una media de 2 años desde el inicio.[33,36] Una terapia agresiva inapropiada en el momento inadecuado puede prolongar los síntomas. Las pautas del tratamiento son las mismas que para el estadio agudo del "congelamiento", y los estadios subagudo y crónico de los estadios de "congelación" y "deshielo", respectivamente.

3. Deficiencias/problemas comunes

a. Nictalgia y trastornos del sueño durante las manifestaciones agudas.

b. Dolor durante el movimiento y a menudo en reposo durante las manifestaciones agudas.

c. Reducción del juego articular y la amplitud del movimiento que por lo general limitan la rotación externa y la abducción con cierta limitación de la rotación interna y la elevación durante la flexión.

d. Posibles compensaciones posturales erróneas con protracción e inclinación anterior de la escápula, espaldas cargadas y elevación y protracción del hombro.

e. Escaso braceo durante la marcha.

f. Debilidad muscular general y poca resistencia en los músculos glenohumerales con uso excesivo de los músculos escapulares que provocan dolor en el trapecio y los músculos cervicales posteriores.

g. Movimientos del hombro con rigidez muscular refleja y movimientos escapulares sustitutivos.

4. Limitaciones/discapacidades funcionales comunes

a. No se alcanza con el brazo por encima de la cabeza, detrás de la cabeza y detrás de la espalda, por lo que se tienen problemas para vestirse (como ponerse una chaqueta o abrigo, o las mujeres para prender la ropa interior por la espalda), para meter la mano en el bolsillo trasero del pantalón (para sacar la cartera), para realizar ciertos movimientos (peinarse, cepillarse los dientes, lavarse la cara) y para llevarse los cubiertos a la boca.

b. Incapacidad para levantar objetos pesados como poner platos en una alacena.

c. Incapacidad para mantener actividades repetitivas.

5. Tratamiento de lesiones articulares agudas

a. Ver las pautas para su tratamiento en el capítulo 7, sección III.

b. Controlar el dolor, el edema y la rigidez refleja de la musculatura.

(1) La inmovilización en un cabestrillo proporciona descanso, si bien la inmovilización completa provoca contracturas y limitación del movimiento.

(2) Las técnicas de movilizaciones de oscilación articular suave de escasa amplitud (grado I) pueden usarse con la articulación en una posición indolora (ver capítulo 6).

Precaución: Durante los 2 primeros días después de un traumatismo, esta técnica puede no ser tolerada por ciertas personas. Se adoptará un cuidado extremo y sólo se empleará si se reduce el dolor.

c. Mantener la integridad y movilidad de la articulación y los tejidos blandos.

(1) Amplitud del movimiento (ROM) pasiva en todos los grados de movimiento indoloro (ver capítulo 2). A medida que se reduce el dolor, el paciente debe poder progresar a una movilidad activa con o sin ayuda, dependiendo de la gravedad de la lesión.

(2) La tracción y los deslizamientos articulares pasivos, con la articulación en una posición indolora mientras se trata (ver capítulo 6). Se empieza con un grado I; se progresa hasta el grado II a medida que se alivian los síntomas.

***Precaución*:** Si hay aumento del dolor o la irritabilidad en la articulación después del empleo de estas técnicas, es porque la dosis era demasiado fuerte o las técnicas no deberían haberse empleado en ese momento.

***Contraindicación*:** Las técnicas de estiramiento miotensivo (grado III). Si hay restricciones mecánicas que limitan el movimiento, pueden iniciarse los estiramientos adecuados *después* de que remita la inflamación.

(3) Ejercicios estáticos suaves de todos los grupos de músculos del hombro. También se incluyen los músculos de la escápula y el codo por su estrecha asociación con el hombro. Se enseña al paciente a contraer con cuidado un grupo de músculos mientras el terapeuta aplica una ligera resistencia, lo suficiente para estimular la contracción muscular. No debe provocarse dolor. Se hace hincapié en la contracción y relajación rítmicas de los músculos para estimular el riego sanguíneo y prevenir la estasis circulatoria.

d. Mantener la integridad y función de las áreas asociadas.

(1) El terapeuta o el paciente deben ejercitar la movilidad del codo, antebrazo, muñeca y dedos varias veces al día mientras el hombro permanece inmovilizado. Si se tolera, se prefiere la movilidad activa o con ligera resistencia a la movilidad pasiva para conseguir un efecto mayor sobre la circulación y la integridad de los músculos.

(2) El síndrome hombro-mano es una complicación potencial después de una lesión o inmovilización del hombro; debe prestarse atención especial a la mano con ejercicios adicionales, como apretar repetidamente una bola u otro objeto blando (ver sección VII).

(3) Si se aprecia edema en la mano, ésta debe mantenerse elevada, siempre que sea posible, por encima del nivel del corazón.

(4) Se enseña al paciente la importancia de mantener las articulaciones distales al lugar de la lesión tan activas y móviles como sea posible.

6. Tratamiento de las limitaciones articulares agudas y crónicas

a. Se siguen las pautas descritas en el capítulo 7, secciones IV y V, haciendo hincapié en la movilidad articular.

b. Controlar el dolor, el edema y el derrame articular.

Se vigilan cuidadosamente las actividades en incremento. Si la articulación estuvo inmovilizada, se aumenta progresivamente el tiempo que el hombro está libre cada día.

c. Reducir el efecto de la formación de contracturas y aumentar de forma progresiva la movilidad articular y/o de los tejidos blandos.[50,74]

(1) Técnicas de movilización articular pasiva (ver capítulo 6).

NOTA: Se emplea una tracción de grado I con todas las técnicas de deslizamiento.

Se empieza con tracción de grado II sostenida y técnicas de deslizamiento con la articulación en una posición indolora; a medida que responda la articulación se va avanzado gradualmente al grado III.

Si la articulación es muy sensible y no se tolera el deslizamiento en la dirección de la restricción, se hará en la dirección contraria. A medida que se reduzcan el dolor y la irritabilidad, se iniciarán los deslizamientos en la dirección de la restricción.[50]

(a) Para aumentar la abducción, deslizamiento caudal de la cabeza del húmero (ver figs. 6.15 a 6.17).

(b) Para aumentar la flexión o rotación interna, deslizamiento posterior de la cabeza del húmero (ver figs. 6.18 y 6.19).

(c) Para aumentar la extensión o rotación externa, deslizamiento anterior de la cabeza del húmero (ver fig. 6.20).

(d) A medida que se reduce el dolor articular y la amplitud disponible alcanza una meseta, se progresa llevando el hombro a los límites de su movimiento y aplicando el deslizamiento adecuado.

***Precaución*:** No deben practicarse estiramientos vigorosos hasta que se llegue al estadio crónico.

NOTA: Para que la mecánica articular sea normal, debe haber buena movilidad y control escapulares, y el húmero ha de poder girar en sentido externo. No hay que aumentar la abducción por encima de 90 grados hasta que se disponga de bastante rotación externa y la escápula tenga un movimiento sin restricciones. Con una lesión traumática que también afecte a las articulaciones AC o EC, estas articulaciones tienden a volverse hipermóviles. Debe tenerse cuidado de no estirarlas cuando se movilice la articulación glenohumeral, para lo cual se ofrecerá una buena estabilización a la escápula.

(2) Ejercicios tempranos de movilidad articular; **ejercicios pendulares (de Codman)**[20] (fig. 8.1).

Son técnicas de automovilización que utilizan los efectos de la gravedad para distraer el húmero de la cavidad glenoidea.[16,20] Ayudan a aliviar el dolor mediante una suave tracción y movimientos oscilatorios (grado II), y permiten el movimiento temprano de las estructuras articulares y la sinovia. Inicialmente no se emplea ningún peso. Cuando el paciente tolere el estiramiento, se añadirá un peso a la mano o una muñequera lastrada para generar una fuerza de tracción articular de grado III. Para dirigir la fuerza del estiramiento hacia la articulación glenohumeral, se estabiliza manualmente la escápula contra el tórax o con un cinturón.

POSICIÓN DEL PACIENTE

De pie, con el tronco flexionado por las caderas unos 90 grados, o en decúbito prono sobre la mesa, con el hombro afecto sobre el borde. El brazo pende suelto hacia abajo en una posición entre 60 y 90 grados de flexión o abducción en el plano de la escápula.

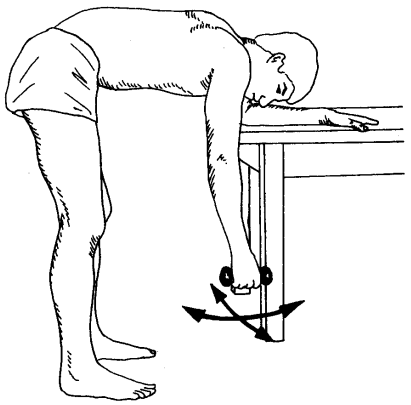


Figura 8.1. Ejercicios pendulares: para que la tracción sea suave, no se emplean pesas. El uso de una pesa genera una fuerza de tracción de grado III (estiramiento).

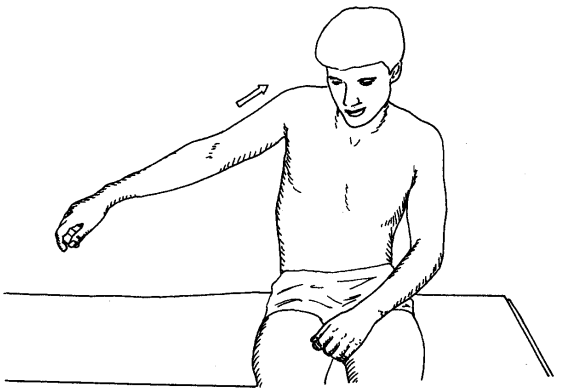


Figura 8.2. Mecánica defectuosa en que el paciente levanta el hombro mientras trata de moverlo en abducción, con lo cual eleva y no deprime la cabeza del húmero.

TÉCNICA

Se inicia un movimiento pendular o de balanceo con el brazo haciendo que el paciente mueva el tronco ligeramente hacia delante y atrás. Puede haber movimientos de flexión, extensión, y abducción horizontal, aducción y circunducción. Se aumenta el arco de movimiento según la tolerancia. Esta técnica no debe provocar dolor.

Precauciones: Algunos pacientes pueden marearse al ponerse de pie después de haber estado inclinados hacia delante; de ser así, haremos que se sienten y descansen.

Si los pacientes no mantienen el equilibrio al flexionar el tronco, haremos que se apoyen en un objeto sólido o que se tumben boca abajo en una mesa.

Si el paciente experimenta dolor de espalda por flexionar el tronco hacia delante, se empleará la posición en decúbito prono.

Añadir un peso a la mano o emplear una muñequera lastrada genera una fuerza de tracción mayor sobre la articulación glenohumeral. Esto sólo debe hacerse cuando lo indicado sean maniobras de estiramiento articular al final de los estadios subagudo y crónico; y en ese caso, sólo si el terapeuta estabiliza la escápula o se rodea el tórax y la escápula con un cinturón, para que la fuerza de estiramiento se dirija hacia la articulación y no sobre los tejidos blandos de la región escapulotorácica.

Cuando aumente el dolor o se reduzca la movilidad, la técnica puede ser una opción inadecuada.

(3) Amplitud del movimiento.

(a) Se inicia la movilidad activa hasta topar con el punto de dolor, lo cual incluye todos los movimientos de la escápula y el hombro (ver capítulo 2).

(b) Se emplean técnicas de movilidad autoasistida, como la rueda de hombro, las poleas por encima de la cabeza, o los ejercicios con bastón (ver capítulo 2).

(c) Cuando el paciente tolere los estiramientos, llevará la extremidad hasta el límite de la amplitud y la mantendrá 10 a 15 segundos o más si lo tolera, relajándose y volviéndolo a repetir.

***Precaución*:** Si aumenta el dolor y se reduce el movimiento, la actividad tal vez sea demasiado intensa o la mecánica del paciente, errónea. Se someterá la técnica a revisión y se modificará si se aprecian errores en la mecánica articular.

(4) Control de los espasmos musculares y estabilización del manguito de los rotadores.

Los espasmos musculares pueden introducir un defecto en la mecánica del deltoides y el manguito de los rotadores cuando el paciente inicia el movimiento de abducción. La cabeza del húmero tal vez se mantenga en una posición craneal dentro de la articulación, lo cual dificulta y/o causa dolor al mover el hombro en abducción, dado que la tuberosidad mayor del húmero comprime el arco coracoacromial. En este caso, es necesario recolocar la cabeza del húmero con un deslizamiento caudal antes de seguir adelante con cualquier otro tipo de ejercicio de hombro.

(a) Unas movilizaciones oscilantes (rítmicas) suaves ayudarán a reducir los espasmos musculares (grado I o II).

(b) Los deslizamientos caudales sostenidos ayudarán a recolocar la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea.

(c) Los ejercicios en cadena cinética cerrada con cierta protección durante la carga, como apoyar las manos en una pared o una mesa, estimulan la cocontracción del manguito de los rotadores y los músculos estabilizadores de la escápula. Si se tolera, un suave balanceo hacia delante y atrás y de un lado a otro exige a los músculos que inicien el control del movimiento. Como los ejer-

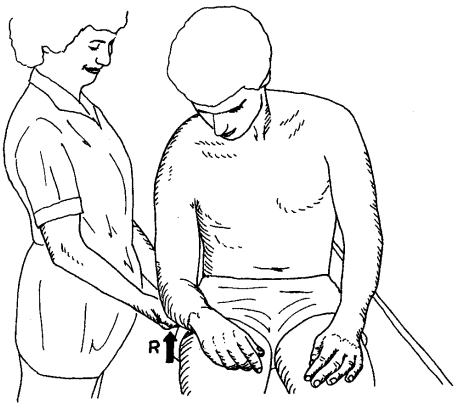


Figura 8.3. Ejerciendo resistencia contra la depresión del húmero.

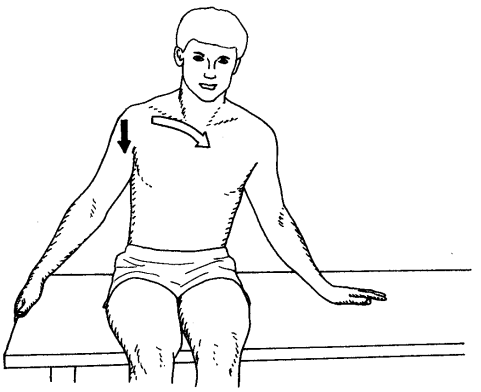


Figura 8.4. Automovilización; el deslizamiento caudal del húmero se produce cuando la persona se inclina alejándose del brazo fijo.

cicios en carga provocan compresión articular, se avanzará según la tolerancia de la articulación.

(d) El entrenamiento de los rotadores externos del hombro ayudará a deprimir la cabeza del húmero mientras se mueve el brazo en abducción. Esto debe hacerse cuando el paciente tiende a elevar hombro mientras lo mueve en abducción, con lo cual eleva en vez de deprimir la cabeza del húmero (fig. 8.2).

Se enseña al paciente ejercicios de rotación externa activos que luego se tornan resistidos (ver fig. 8.24).

Se enseña a provocar la depresión voluntaria del húmero. Se hace que el paciente intente empujar el brazo en sentido caudal; se opone ligera resistencia en el codo para generar retroalimentación propioceptiva (también habrá algo de depresión escapular). Se darán órdenes verbales al paciente siempre que se aprecie deslizamiento caudal del húmero (fig. 8.3).

Se avanzará haciendo que el paciente trate de generar abducción activa al tiempo que mantiene el deslizamiento caudal

(5) Ejercicios de autoestiramiento[28,53]

A medida que la reacción articular se vuelve predecible y el paciente empieza a tolerar los estiramientos, puede aprender autoestiramientos empleando técnicas en las que el cuerpo se mueva en relación con el brazo estabilizado (ver figs. 8.14 a 8.17).

(6) Técnicas de automovilización para un programa en casa.

(a) Deslizamiento caudal.

El paciente se sienta sobre una superficie firme y se agarra al borde por debajo. A continuación inclina el tronco alejándolo del brazo estabilizado (fig. 8.4).

(b) Deslizamiento anterior.

El paciente se sienta y coloca ambos brazos detrás de él, fijando las manos sobre una superficie sólida. A continuación, inclina y desplaza el peso del cuerpo entre los brazos (fig. 8.5).

(c) Deslizamiento posterior.

El paciente se tumba en decúbito prono, apoyándose en ambos codos. El peso del cuerpo se desplaza hacia delante entre los brazos (fig. 8.6).

d. Determinar cualquier mecánica errónea o mala postura en la cintura escapular. Se estiran los componentes tirantes y se fortalecen los componentes débiles; a continuación se entrenan los músculos para que operen dentro de los patrones normales de movimiento. Si el paciente vuelve a las actividades funcionales normales antes de que se restablezca la mecánica normal, el problema podría perpetuarse. Con frecuencia, los problemas se relacionan con fallos en el mecanismo formado por el deltoides y el manguito de los rotadores habiendo desequilibrios en la fuerza y flexibilidad de los músculos. Si la restricción articular ha sido muy duradera, la persona suele compensarla con un exceso de movilidad escapular y desarrolla patrones erróneos de movimiento escapular. Se necesitarán ejercicios de control y estabilización escapulares.

e. Una vez restablecida una mecánica correcta, el paciente puede actuar con movilizaciones activas de todos los movimientos del hombro a diario y volver a las actividades funcionales siempre que se toleren.

7. Tratamiento posterior a la manipulación (movilización forzada) bajo anestesia

En ocasiones no se consigue ningún progreso y el médico opta por realizar manipulaciones bajo anestesia. Después de este procedimiento, hay una reacción inflamatoria y la articulación se trata como si sufriera una lesión

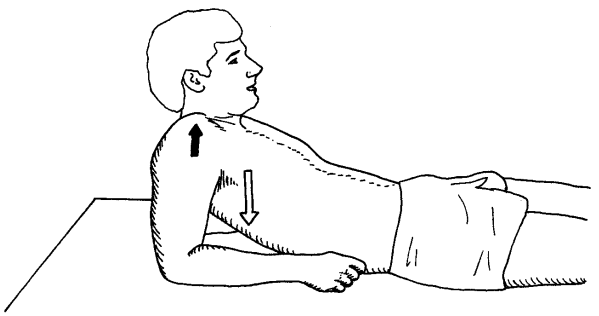


Figura 8.5. Automovilización; se produce el deslizamiento anterior del húmero cuando la persona se apoya cargando el peso entre los brazos fijos.

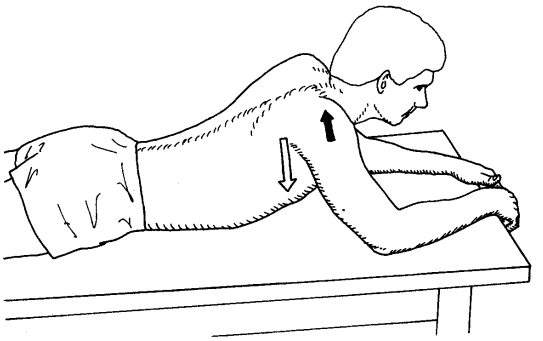


Figura 8.6. Automovilización; se produce el deslizamiento posterior del húmero cuando la persona desplaza el peso hacia abajo entre los brazos fijos.

aguda. Se empieza con las técnicas de juego articular y movilización pasiva mientras el paciente está todavía en la sala de reanimación.

a. El brazo se mantiene elevado por encima de la cabeza en abducción y rotación externa durante el estadio de reacción inflamatoria; los principios del tratamiento operan como cualquier otra lesión articular.

b. El ejercicio terapéutico se inicia el mismo día mientras el paciente sigue en la sala de reanimación, poniéndose el énfasis en la rotación interna y externa con el brazo en posición de 90 grados (o más) de abducción.

c. Los procedimientos de movilización articular, en especial el deslizamiento caudal, se emplean para impedir la formación de nuevas adherencias del pliegue capsular inferior.

d. Cuando duerma el paciente, tal vez tenga que colocar el brazo en abducción hasta 3 semanas después de la manipulación.[72]

e. A veces se recurre a una intervención quirúrgica con incisión en el pliegue capsular dependiente si las adherencias no se rompen con la manipulación. El tratamiento postoperatorio es el mismo.[72]

B. Problemas articulares: articulaciones acromioclavicular (AC) y esternoclavicular (EC)

1. Diagnósticos relacionados y etiología de los síntomas

a. *Síndromes por uso excesivo*

Los síndromes por uso excesivo de la articulación AC son con frecuencia afecciones artríticas o postraumáticas. Las causas pueden ser un movimiento *estresante* repetido de la articulación con el brazo a nivel de la cintura, como cuando se ralla un alimento, se embala un objeto y se hace un trabajo de construcción,[37] o se practican movimientos repetidos de extensión en diagonal, aducción y rotación interna, como cuando se remata una pelota en voleibol o se saca en el tenis.

b. *Subluxaciones o luxaciones*

Las subluxaciones o luxaciones de cualquier articulación suelen estar causadas por una caída contra el hombro o contra el brazo extendido. En la articulación AC, el extremo distal de la clavícula se desplaza en sentido posterior y superior sobre el acromion; los ligamentos que sostienen la articulación AC pueden romperse.[71] Las fracturas claviculares pueden ser producto de la caída.[71] Después de un traumatismo con estiramiento excesivo de las cápsulas y ligamentos de las articulaciones, la hipermovilidad suele ser permanente por que no hay apoyo muscular que restrinja el movimiento.

c. *Hipomovilidad*

Puede haber reducción de la movilidad de la clavícula cuando se mantienen posturas que implican depresión o retracción de la clavícula y la escápula. Estas complicaciones pueden contribuir al síndrome del plexo braquial (SPB) que compromete el espacio del fascículo neuromuscular que discurre entre la clavícula y la primera costilla (ver sección VI).

2. Deficiencias/problemas corrientes

a. Dolor localizado en la articulación o ligamento implicados.

b. Arco doloroso con elevación del hombro.

c. Dolor con aducción o abducción horizontales del hombro.

d. Hipermovilidad de las articulaciones si hay un traumatismo o uso excesivo.

e. Hipomovilidad de las articulaciones si se mantiene una postura o hay inmovilidad.

f. Síntomas neurológicos o vasculares si está presente el SPB.

3. Limitaciones/discapacidades funcionales corrientes

a. Incapacidad para repetir movimientos con carga hacia delante o hacia atrás del brazo como cuando se ralla un alimento, se empaqueta o en el trabajo de construcción.[37]

b. Incapacidad para sacar con eficacia en el tenis o rematar una pelota en el voleibol.

c. Ver también las limitaciones/discapacidades por SPB si estuviera presente (sección VII).

4. Tratamiento conservador si hay hipermovilidad

a. Reposo de la articulación poniendo el brazo en un cabestrillo para sostener el peso del brazo.

b. Masaje transverso en la cápsula o ligamentos.

c. Movilización del hombro y tracción y deslizamientos de grado II para la articulación glenohumeral con el fin de impedir la restricción glenohumeral.

d. Enseñar al paciente a aplicarse el masaje transverso si aparecen los síntomas después de una actividad excesiva.

5. Tratamiento conservador si hay hipomovilidad

a. Articulación esternoclavicular

(1) Para aumentar la elevación, deslizamiento caudal de la porción proximal de la clavícula (ver fig. 6.23B).

(2) Para aumentar la depresión, deslizamiento superior de la porción proximal de la clavícula (ver fig. 6.22).

(3) Para aumentar la protracción, deslizamiento anterior de la porción proximal de la clavícula (ver fig. 6.23A).

(4) Para aumentar la retracción, deslizamiento posterior de la porción proximal de la clavícula (ver fig. 6.22).

b. Articulación acromioclavicular

Para aumentar el movimiento, deslizamiento anterior de la porción distal de la clavícula (ver fig. 6.21).

6. Tratamiento quirúrgico de los problemas claviculares

A veces se recurre a la resección quirúrgica de la porción distal de la clavícula cuando el dolor de la articulación AC es implacable y provoca discapacidad.[37] Las inestabilidades de grado III, donde la clavícula ha sufrido una luxación traumática sobre el acromion, pueden reducirse quirúrgicamente y estabilizarse con variedad de técnicas.[71] El tratamiento postoperatorio suele comprender inmovilización en un cabestrillo o con un vendaje de esparadrapo. La intervención con ejercicio debe encaminarse a conseguir la recuperación funcional a medida que lo permitan los signos de curación. Ningún músculo específico cruza las articulaciones AC y EC, por lo que se desarrolla fuerza escapular y glenohumeral para aportar un control directo.

III. Cirugía de la articulación glenohumeral y tratamiento postoperatorio

A menudo lo indicado es la intervención quirúrgica y la rehabilitación postoperatoria en los casos de artritis grave de la articulación glenohumeral para lograr los siguientes objetivos: (1) aliviar el dolor, (2) corregir la deformidad, (3) mejorar la movilidad o la estabilidad y (4) restablecer el uso funcional de la extremidad superior. La forma más habitual de intervención quirúrgica empleada para tratar la artritis grave y restablecer la función de la extremidad superior es la *artroplastia de la articulación glenohumeral* (sustitución total de hombro). En algunos casos lo indicado es la sustitución parcial de la articulación GH. En pocos casos se recurre a la artrodesis (provocación quirúrgica de una anquilosis) de la articulación glenohumeral como procedimiento de salvación.

A. Sustitución articular glenohumeral (total del hombro) (STH)

1. Indicaciones para la cirugía[2,21,63,68,97]

a. Dolor intratable (en reposo o durante el movimiento) secundario a la destrucción grave de la articulación glenohumeral, asociada con artritis reumatoide o traumática o con una artropatía degenerativa (artrosis).

b. Pérdida grave de la fuerza y función de la extremidad superior secundaria al dolor.

c. Incapacidad para realizar tareas funcionales con la extremidad superior afectada.

d. Reducción de la amplitud del movimiento.

2. Procedimientos[6,21,63,68,96,97]

a. Se han desarrollado muchos tipos de sustitución total del hombro desde prótesis *sin restricción articular rotatoria* (*resurfacing*) hasta prótesis *con constricción* que proporcionan grados variables de estabilidad a la articulación glenohumeral. El modelo más empleado es el que carece de constricción, desarrollado por Neer,[63,68] y se llama *resurfacing*. Existen muchas variaciones de la prótesis total de hombro de Neer. Estas prótesis articulares proporcionan

la máxima libertad de movimiento pero sólo están indicadas cuando el mecanismo del manguito de los rotadores está intacto o puede repararse adecuadamente para aportar estabilidad dinámica a la articulación glenohumeral. Las prótesis articulares y no articulares confieren estabilidad y sólo se emplean cuando la musculatura del manguito de los rotadores no funciona suficientemente y no puede repararse como debe.[21,27,63]

b. Todas las sustituciones totales de hombro consisten en un componente glenoideo (plástico) de polietileno de alta densidad (con cierto refuerzo metálico) y una prótesis humeral de acero inoxidable de dos piezas. El componente glenoideo suele cementarse en su sitio, aunque también se ha utilizado una fijación mediante biointegración ósea. La diáfisis del húmero suele someterse a presión para fijarla, pero también puede cementarse dentro del conducto medular del húmero.

c. El procedimiento comprende un acceso anterior con una incisión deltopectoral que se extiende de la articulación AC a la inserción del deltoides. Se libera el músculo pectoral mayor, se practica una capsulotomía anterior, se luxa la articulación GH, se lleva a cabo una osteotomía del húmero y se extrae la cabeza del húmero. No se requiere la reflexión del deltoides. También se procede al desbridamiento de la cavidad glenoidea.

d. A veces puede ser necesaria una reparación concomitante del manguito de los rotadores y, ocasionalmente, una acromioplastia anterior si el paciente tiene antecedentes de compresión o deficiencia del manguito de los rotadores.

3. Tratamiento postoperatorio[79,96]

a. *Inmovilización*

(1) El hombro operado se inmoviliza con el brazo junto al costado y en aducción, rotación interna y ligera flexión adelante. Se flexiona el codo y se suspende de un cabestrillo o con un vendaje blando (tipo Velpeau). Cuando el paciente yace en decúbito supino, el brazo permanece en el vendaje y se coloca una almohadilla debajo del húmero para mantener el hombro en 10 a 20 grados de flexión. Además de la STH, se ha realizado una reparación del manguito de los rotadores, el brazo se suspende a menudo en una férula en abducción o sobre una almohada en abducción. La inmovilización es necesaria después de cualquier tipo de STH para proteger la incisión anterior y la cápsula y la musculatura reinsertada del manguito de los rotadores.

(2) La inmovilización puede mantenerse de unos pocos días a varias semanas si se ha reparado quirúrgicamente el manguito de los rotadores. (Ver sección V.G. donde aparece información adicional sobre la reparación quirúrgica del manguito de los rotadores.)

b. *Ejercicio*

La progresión y los tipos de ejercicios realizados variarán según el procedimiento quirúrgico y la filosofía del cirujano. En las secciones VIII y IX aparecen descripciones de los ejercicios.

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA

(1) Mientras el hombro está inmovilizado, se anima al paciente a mantener lo más relajados posibles el hombro, el cuello y la musculatura superior del tronco. Se emplea un masaje suave en estas áreas y se hace que el paciente realice movimientos activos del cuello y la escápula para mantener un movimiento normal y reducir al mínimo la rigidez refleja y los espasmos musculares.

(2) Para mantener la función normal de la mano, muñeca y antebrazo, se empiezan ejercicios activos con estas áreas inmediatamente después de la cirugía.

(3) Movimiento pasivo continuado (MPC). De 1 a 3 días después de la cirugía puede iniciarse el MPC dentro de una amplitud limitada y segura de flexión hacia delante.

(4) Movilizaciones pasivas y activas-asistidas. Se libera el hombro de la inmovilización durante la primera semana para iniciar los movimientos pasivos y activos-asistidos del hombro, haciendo hincapié en la flexión, la abducción en el plano de la escápula y la abducción en 90 grados, con el brazo en rotación interna y el codo flexionado, así como en rotación externa a neutra con el brazo junto al costado. También puede realizarse la flexión y extensión activas del codo sin la inmovilización ni el cabestrillo.

(5) Se inician suaves ejercicios pendulares sin pesas (ver fig. 8.1) y ejercicios "de cambio de marchas" (ver fig. 8.9) a medida que el paciente progresa durante la fase de protección máxima.

(6) Por lo general, la fase de protección máxima es aproximadamente de 1 a 3 semanas. Si el paciente presenta una deficiencia del manguito de los rotadores que ha sido reparada quirúrgicamente, la protección máxima puede durar de 4 a 6 semanas.

FASE DE PROTECCIÓN MODERADA

(1) Para recuperar el control de los músculos de la cintura escapular, se subraya la transición entre los movimientos activos asistidos y los movimientos activos.

(a) El paciente realiza ejercicios activos en cadena cinética abierta en decúbito lateral, en decúbito prono, en posición sedente o de pie.

(b) Se recurre a ejercicios con bastón, poleas por encima de la cabeza, o escalerilla de pared, haciendo hincapié en los movimientos activos o autoasistidos en los planos en diagonal y anatómicos de movimiento.

Precaución: Se permite la rotación externa con el brazo en el costado (ver fig. 8.8).

(2) Para mejorar la fuerza de la cintura escapular, se inician ejercicios isométricos con una resistencia suave en puntos múltiples de la amplitud articular con el brazo en el costado (ver figs. 8.10 a 8.13A). Se concentran los ejercicios en el manguito de los rotadores, el deltoides y los músculos escapulares.

(3) La fase de protección moderada tal vez comience 2 a 4 semanas después de la operación y prosiga 4 a 6 semanas. Si el manguito de los rotadores es deficiente o se ha reparado quirúrgicamente, tal vez se necesite una protección moderada 6 a 8 semanas.

FASE DE PROTECCIÓN MÍNIMA

(1) Para fortalecer la cintura escapular, se inician los ejercicios de resistencia progresiva con una resistencia ligera en toda la amplitud del movimiento activa disponible. Se emplea TheraBand® o tubos elásticos o pesas de mano. Se hace hincapié en las cargas bajas y muchas repeticiones. (Ver figs. 8.24A, 8.25 y 8.28.)

(2) Para desarrollar estabilidad en la cintura escapular, se inician los ejercicios en cadena cinética cerrada para las extremidades superiores como la estabilización rítmica (ver figs. 8.29A y B) y flexiones de brazo bilaterales contra una pared y realizadas de pie.

(3) Para mejorar la movilidad, se inician suaves ejercicios de estiramiento con técnicas de sustentación-relajación, o un estiramiento prolongado y carga baja. Se continúa con procedimientos de autoestiramiento suave (ver figs. 8.14 y 8.16).

(4) Para mejorar el empleo funcional de la extremidad superior, se hace hincapié en la especificidad del ejercicio respecto a la velocidad y dirección de los movimientos. Se replican los movimientos funcionales cuando se realicen ejercicios resistidos.

(5) Aunque la fase de protección mínima de la rehabilitación tal vez se inicie en un tiempo mínimo de 4 a 6 semanas después de la operación, el paciente puede requerir un programa en casa con ejercicios progresivos durante un período de 6 meses a 1 año para conseguir una función óptima.

4. Resultados a largo plazo[2,6,21,68,96]

a. Casi todos los pacientes refieren alivio total o una reducción sustancial de la omodinia (dolor de hombro) y, por tanto, la mejora funcional.

b. La movilidad activa y la fuerza se pueden limitar parcialmente de forma permanente o durante un período largo de tiempo.

c. Si los músculos del manguito de los rotadores y el deltoides funcionan bien, el paciente puede esperar recuperar el 70 por ciento de la fuerza y movilidad normales 1 año después de la operación.

d. Los estudios de control evolutivo a largo plazo muestran que la movilidad activa a menudo mejora un 30-60 por ciento después de la operación. La flexión activa e indolora del hombro después de 1 año puede llegar a 100-115 grados, lo cual supone un movimiento adecuado para la mayoría de las actividades funcionales.[2,6]

B. Sustitución parcial del hombro (sustitución de la cabeza del húmero)[63,65-67,79,96]

1. Indicaciones para la cirugía

a. Fracturas luxaciones de la porción proximal del húmero.

b. Dolor intenso por artritis traumática o artrosis de la cabeza del húmero.

2. Procedimiento

a. Se extirpa quirúrgicamente la cabeza del húmero y se sustituye por una prótesis de vástago intramedular de acero inoxidable.

b. La prótesis es de ajuste forzado o se mantiene en su sitio con metacrilato de metilo, un cemento acrílico.

c. El mecanismo del manguito de los rotadores se repara si es lo indicado.

d. El hombro se inmoviliza en una férula de abducción si se ha practicado la reparación del manguito de los rotadores. Si no fue necesaria la reparación del manguito, el brazo del paciente se inmoviliza y sostiene al costado suspendido de un cabestrillo.

3. Tratamiento postoperatorio[63,79]

a. Si se practicó la reparación quirúrgica del manguito de los rotadores, se sigue el plan de ejercicios postoperatorios expuesto más adelante en este ejercicio con la reparación del manguito de los rotadores (ver sección IV.G).

b. Si no se necesitó la reparación del manguito, se siguen las pautas del ejercicio después de la sustitución total del hombro subrayada en esta sección del capítulo 8.

C. Artrodesis del hombro[27,79,102]

1. Indicaciones para la cirugía

a. Dolor intenso

b. Inestabilidad macroscópica de la articulación glenohumeral

c. Parálisis completa del deltoides y los músculos del manguito de los rotadores

d. Buen movimiento escapular compensatorio y fuerza de los músculos serrato anterior y trapecio

2. Procedimiento

a. La articulación glenohumeral se fusiona con agujas de fijación e injertos óseos en una posición de 15 a 20 grados de flexión, 20 a 40 grados de abducción y rotación interna a neutra.

b. El hombro se inmoviliza con un yeso o férula en espiga que se extiende a través de la articulación del codo durante aproximadamente 3 a 5 meses.

3. Tratamiento postoperatorio[79]

a. Mientras el hombro está inmovilizado, se anima al paciente a mantener la movilidad de la muñeca y la mano.

b. Si se emplea una sujeción ortopédica articulada para el codo, el mismo día de la operación puede iniciarse la flexión y extensión activas del codo en toda su amplitud.

c. Después de quitar la ortesis o el yeso, cabe iniciar el movimiento escapulotorácico activo y activo-resistido.

4. Resultados a largo plazo

a. El paciente puede esperar conseguir aproximadamente 90 grados de elevación activa del brazo por el movimiento escapulotorácico.

b. El hombro se mantendrá estable y sin dolor en todas las actividades que requieran fuerza o peso en carga del hombro. El paciente debe poder llevarse la mano a la boca y tocarse con la mano detrás de la cabeza.

IV. Síndromes dolorosos del hombro: síndromes por traumatismos repetitivos (uso excesivo), síndromes por compresión, inestabilidad del hombro y desgarros del manguito de los rotadores

A. Diagnóstico relacionado

1. Tendinitis del supraspinoso

La lesión suele localizarse cerca de la unión musculotendinosa y provoca un arco doloroso en los movimientos de flexión y abducción por encima de la cabeza; el dolor se produce por la prueba de compresión (elevación forzada del húmero en el plano de la escápula mientras ésta se estabiliza pasivamente para que la tuberosidad mayor del húmero choque contra el acromion[38,62]; también puede practicarse con el brazo en rotación neutra mientras se flexiona el húmero[38] y con la palpación del tendón justo inferior a la cara anterior del acromion cuando la mano del paciente permanece detrás de la espalda). Es difícil diferenciarla de los desgarros parciales o de la bursitis subdeltoidea por la proximidad anatómica.

2. Tendinitis del infraspinoso

La lesión suele localizarse cerca de la unión musculotendinosa y provoca un arco doloroso en los movimientos por encima de la cabeza y hacia delante. El dolor aparece durante la palpación del tendón justo inferior a la esquina posterior del acromion cuando el paciente mueve en aducción horizontal y gira lateralmente el húmero.

3. Tendinitis bicipital[73]

La lesión afecta al tendón largo del surco bicipital debajo o justo distal al ligamento transverso del húmero. La hinchazón dentro del surco óseo es restrictiva y complica y perpetúa el problema. El dolor aparece durante la ejercitación del antebrazo en una posición de supinación mientras se flexiona el hombro (signo de Speed) y durante la palpación del surco bicipital. La rotura o luxación de este depresor del húmero puede incrementar la compresión de los tejidos del espacio suprahumeral.[62]

4. Otros problemas musculotendinosos

Puede haber lesiones, síndromes por uso excesivo y traumatismos repetitivos en cualquier músculo sometido a tensión. El dolor aparece cuando el músculo implicado se estira o cuando se contrae ante una resistencia. La palpación del lugar de la lesión evoca el dolor familiar.

5. Bursitis (subdeltoidea o subacromial)

Cuando es aguda, los síntomas son los mismos que los de la tendinitis del supraspinoso. Una vez bajo control la inflamación, no hay síntomas al ejercer resistencia.

6. Desequilibrio postural/desequilibrio entre fuerza y longitud musculares

Esto describe la etiología propuesta que lleva al fallo de la mecánica de la región y al desarrollo del síndrome do-

loroso, donde los componentes posturales muestran tirantez anterior y las estructuras posteriores del complejo de la cintura escapular presentan debilidad y estiramiento. Tal vez comprenda también una postura alterada de la columna vertebral.

7. Inestabilidad/subluxación del hombro

La inestabilidad está empezando a reconocerse como una entidad clínica que tal vez sea el resultado de la laxitud articular, pero suele relacionarse con cansancio del manguito de los rotadores y una dinámica inadecuada de los mecanismos estabilizadores del manguito de los rotadores y de la cabeza larga del bíceps. Los tejidos del espacio subacromial pueden resultar comprimidos o tal vez aparezca una tendinitis. La inestabilidad del hombro puede diagnosticarse por su frecuencia (aguda/recidivante), el grado de traumatismo presente (macro, micro, involuntario, voluntario), la dirección (anterior, posterior, inferior, multidireccional) y el grado de inestabilidad (luxación, subluxación).[78]

8. Desgarros del manguito de los rotadores

Los desgarros del manguito de los rotadores se clasifican como agudos, crónicos, degenerativos, parciales o completos. Neer ha identificado los desgarros del manguito como un síndrome por compresión de grado III, afección que suele darse pasados los 40 años después de microtraumatismos repetitivos en el manguito de los rotadores o en la cabeza larga del bíceps.[62] Con la edad, la porción distal del tendón del supraspinoso se vuelve especialmente vulnerable a la compresión o la tensión debido a una distensión por uso excesivo. Con los cambios degenerativos, puede producirse la calcificación y rotura final del tendón.[32,77,91] La isquemia crónica causada por la tensión sobre el tendón y el grado menor de curación en los ancianos son posibles explicaciones,[53,91] aunque Neer afirma que, según su experiencia, el 95 por ciento de los desgarros se inician más por desgaste y compresión que por el deterioro de la circulación o por un traumatismo.[62]

Los desgarros parciales pueden darse en los ancianos como resultado de una caída sobre el brazo extendido. En los pacientes jóvenes, los desgarros suelen estar causados por lesiones violentas. Los desgarros pueden ser parciales o completos y sobrevenir con o sin luxación o una fractura desplazada de la tuberosidad del húmero.[70] Los desgarros se asocian con dolor y sobre todo con debilidad durante la abducción y rotación externa del hombro.

B. Etiología de los síntomas

El empleo repetitivo y continuado de la extremidad superior, sobre todo en actividades de balanceo o por encima de la cabeza y hacia delante, puede provocar la destrucción por tensión de los tejidos.[14] Los síntomas aparecen por dos posibles mecanismos interrelacionados:

1. L*a distensión excéntrica y repetitiva* de una unidad musculotendinosa que se contrae provocará un microtraumatismo e inflamación si la distensión supera la fuerza del tejido. El daño progresivo continúa si la tensión repetitiva supera la capacidad de reparación del tejido. La debilidad muscular y la fatiga vuelven el tejido vulnerable a este tipo de lesión.[61,75]

a. Con frecuencia, las estructuras del manguito de los rotadores y la cabeza larga del bíceps están implicadas por la naturaleza de su función estabilizadora en las actividades por encima de la cabeza y hacia delante.

b. Otras unidades musculotendinosas como el pectoral menor, la cabeza corta del bíceps y el coracobraquial sufren microtraumatismos, sobre todo en los deportes de raqueta que exigen una oscilación controlada hacia atrás y luego hacia delante del brazo, así como los músculos estabilizadores de la escápula cuya función es controlar el movimiento hacia delante de la escápula.[57]

c. La cabeza larga del tríceps y los músculos estabilizadores de la escápula suelen lesionarse en los accidentes en vehículo de motor cuando el conductor sujeta con firmeza el volante durante el impacto. Las caídas sobre la mano extendida o contra el hombro también pueden causar traumatismos en los estabilizadores escapulares, que, si no se curan bien, seguirán mostrando síntomas siempre que se emplee el brazo o cuando se mantenga una postura con el hombro.

2. La *compresión* del manguito de los rotadores y la bolsa subacromial entre la cabeza del húmero y el arco coracoacromial se produce por cargas repetitivas de compresión.

a. Mecanismos como un deslizamiento caudal inadecuado de la cabeza del húmero cuando se eleva el húmero por encima de la horizontal, o la rotación lateral inadecuada durante la elevación del húmero causan que el tubérculo mayor del húmero se comprima contra el acromion, lo cual ejerce compresión sobre el tejido intermedio.

b. Una postura alterada de la escápula durante los movimientos del húmero modifica la mecánica del manguito de los rotadores y reduce su eficacia en las acciones de estabilización, lo cual provoca compresión mecánica.

c. Las variaciones estructurales del acromion,[32,85] los cambios degenerativos hipertróficos de la articulación AC y otros cambios tróficos del arco pueden aumentar el

espacio suprahumeral provocando traumatismos repetitivos cuando se eleva el brazo.[45]

d. Muchas personas, sobre todo las que practican lanzamientos por encima de la cabeza o actividades de levantamiento, tienen cierta laxitud inherente en la escápula e inestabilidad por someter continuamente la articulación a fuerza de estiramiento.[32,49] Cuando los músculos del manguito de los rotadores son fuertes, la articulación hipermóvil recibe una sujeción satisfactoria, pero, una vez que se fatigan, la escasa estabilización de la cabeza del húmero genera fallos en la mecánica del húmero, traumatismos e inflamación de los tejidos suprahumerales.[49,61] Este traumatismo se incrementa con la rapidez de control que exigen las acciones de lanzamiento por encima de la cabeza.[32] De forma parecida, en las personas con poca fuerza y escasa capacidad funcional en los músculos del manguito de los rotadores, los ligamentos soportan un exceso de tensión con el uso repetitivo, y aparece hipermovilidad y compresión. Con la inestabilidad, la compresión del tejido en el espacio suprahumeral es el efecto secundario.[32]

e. Neer identificó las lesiones por compresión del manguito de los rotadores y la cabeza larga del bíceps y las clasificó en tres estadios progresivos:

Estadio I: edema y hemorragia, por lo general antes de los 25 años de edad.

Estadio II: fibrosis y tendinitis (la bolsa puede volverse fibrótica y espesarse), típico entre los 25 y los 40 años.

Estadio III: espolones óseos, desgarros del manguito de los rotadores y rotura del bíceps, típico en personas de más de 40 años.

Otros autores han identificado la inflamación crónica, posiblemente por microtraumatismos repetitivos en la región articular, como un estímulo para el desarrollo de la periartritis escapulohumeral (sección II).[36,69,72]

C. Deficiencias/resumen de los problemas

1. Dolor en la unión musculotendinosa del músculo afectado durante la palpación, durante una contracción muscular resistida y cuando se estira.

2. Tejido cicatrizal irritado, contraído o con adherencias.

3. Posturas alteradas del hombro y la escápula con inclinación anterior o protracción de la escápula y rotación interna del hombro, que tal vez se asocien también con posturas erróneas hacia delante de la cabeza y en torno a la columna dorsal.

4. Tirantez de los pectorales mayor y menor, tirantez de la porción anterior del tórax, tirantez de los rotadores internos del hombro.

5. Debilidad de los músculos aductores de la escápula y los rotadores laterales del húmero.

6. Debilidad o escasa resistencia de los músculos estabilizadores de la escápula y del manguito de los rotadores.

7. Descoordinación del ritmo escapulohumeral.

8. Arco doloroso durante la elevación del húmero.

9. Con rotura completa del manguito de los rotadores, incapacidad para mover el húmero en abducción contra la fuerza de la gravedad.

10. Cuando el dolor es agudo, sinalgia (dolor referido) en las zonas de referencia C_5 y C_6.

D. Limitaciones funcionales/discapacidades corrientes

1. Cuando el dolor sea agudo, puede interferir en el sueño, sobre todo cuando se gira sobre el hombro afectado.

2. Dolor con los movimientos de extensión por encima de la cabeza, empuje o tracción.

3. Dolor al levantar cargas.

4. Incapacidad para soportar actividades repetitivas con el hombro (como alcanzar, levantar, lanzar un objeto o empujar o balancear el brazo).

5. Dolor al vestirse, sobre todo al ponerse una camisa por encima de la cabeza.

E. Tratamiento conservador*

NOTA: Aunque los síntomas pueden ser "crónicos" o recidivantes, si hay inflamación, el tratamiento inicial es controlar la inflamación.

1. Fase del tratamiento de inflamación aguda o crónica

a. Para controlar la inflamación y acelerar la curación, se emplean modalidades y masaje transverso de las fibras musculares de baja intensidad en el lugar de la lesión colocando la extremidad en una exposición máxima de la región afectada.[25] Se suspende el brazo en un cabestrillo para que descanse.

* Refs. 15, 26, 48, 52, 89, 99, 104, 105.

b. Para reducir los traumatismos repetitivos que causan el problema es necesario formar al paciente y contar con su colaboración. Hay que modificar el entorno y los hábitos que provocan los síntomas (o evitarlos por completo durante este estadio).

c. Para mantener la integridad y movilidad de los tejidos, se inicia la movilización temprana.

(1) Se recurre a la intervención temprana con ejercicios descrita en la sección VIII, que consta de ejercicios pasivos, activos-asistidos, o movilización autoasistida, ejercicios estáticos en múltiples ángulos y ejercicios de cocontracción y en cadena cinética cerrada protegidos. De particular importancia en el caso del hombro es estimular la función estabilizadora del manguito de los rotadores, el bíceps braquial y los músculos escapulares con una intensidad que tolere el paciente.

(2) Para controlar el dolor y mantener la integridad articular, se emplean ejercicios pendulares sin peso para provocar una tracción articular de grado II que inhiba el dolor así como movimientos de oscilación (ver fig. 8.1).

(3) La prudencia con los ejercicios en este estadio consiste en evitar las posiciones que causen compresión, que a menudo se hallan en la amplitud media de la abducción o en la posición de amplitud final cuando el músculo implicado está estirado.

d. Para aumentar la sujeción de las regiones relacionadas, se empieza enseñando al paciente a tener conciencia de sus posturas, así como técnicas de corrección. Se inicia el entrenamiento de las posturas escapulares y torácicas usando vendas para el hombro o vendajes de esparadrapo para la escápula, claves táctiles y el empleo de espejos para reforzar lo aprendido. Es necesaria la práctica repetida y diaria de las posturas correctas. La postura inclinada hacia delante de la cabeza suele relacionarse con una postura cargada de espaldas (ver capítulo 15 donde aparecen nuevas sugerencias si se aprecia esta disfunción).

2. Fase del tratamiento subaguda/de curación

NOTA: Una vez bajo control los síntomas agudos, el interés principal se centra en el empleo de la región afectada en movimientos progresivos no lesivos mediante una mecánica correcta mientras se curan los tejidos. Se analizan los componentes de la función deseada y se inician en un programa de ejercicios controlados. Cuando los componentes se controlan de un modo seguro y que no provoque los síntomas, la persona se adentra en la fase de rehabilitación para volver a la actividad completa. Es necesario formar al paciente sobre el cumplimiento del programa mediante las actividades diarias. Estas técnicas de ejercicio se describen en la sección IX.

a. Para desarrollar una cicatriz fuerte y móvil y recuperar la flexibilidad de la región de la cicatriz contraída, esa porción adopta un estiramiento si es un tendón, o bien una posición acortada si es el vientre del músculo, y se aplican fricciones o masaje transverso según la tolerancia del paciente. A esto le siguen contracciones isométricas del músculo en distintas posiciones de la amplitud y con una intensidad que no provoque dolor.

b. Para mejorar la conciencia postural, se siguen reforzando los hábitos posturales correctos. Siempre que se haga el ejercicio, hay que hacer consciente al paciente de la postura cervical y escapular con refuerzos verbales y táctiles como tocar los aductores escapulares y el mentón, y recordar a esa persona que "eche los hombros hacia atrás" y "mantenga derecha la cabeza" mientras practica los ejercicios de hombro.

c. Para recuperar el equilibrio de la longitud y fuerza de los músculos de la cintura escapular, se crea un programa que aborde específicamente las limitaciones del paciente. Los objetivos típicos para la cintura escapular suelen ser, aunque no se limiten a éstos:

(1) Estiramiento de los músculos acortados, que suelen ser el pectoral mayor, el pectoral menor, el dorsal ancho y el redondo mayor, el subescapular y el elevador de la escápula.

(2) Aislar, fortalecer y entrenar la contracción de los músculos estabilizadores de la escápula, sobre todo para la retracción y rotación ascendente de la escápula.

(3) Aislar, fortalecer y entrenar los músculos del manguito de los rotadores, sobre todo los rotadores laterales del hombro.

(4) Aislar y fortalecer cualquier músculo debilitado.

d. Para desarrollar la cocontracción, la estabilización y la resistencia física de los músculos de la escápula y el hombro:

(1) Se aumentan las cargas en los ejercicios en cadena cinética cerrada para las extremidades superiores y se progresa a medida que el paciente lo tolere aumentando el tiempo que se realiza la actividad y luego añadiendo más resistencia de forma progresiva y aumentando el tiempo a ese nivel.

(2) Se progresa con los ejercicios de estabilización rítmica y en cadena cinética abierta. Se aumenta la resistencia física incrementando el tiempo que se mantiene la estabilización.

e. Para mejorar la función del hombro, a medida que el paciente incrementa la fuerza de los músculos debilitados, se crea un equilibrio de la fuerza de todos los músculos escapulares y del hombro dentro de la amplitud y tolerancia de cada músculo.

f. Para aumentar la coordinación entre los movimientos del brazo y la escápula, se carga dinámicamente la extre-

midad superior dentro de los límites de tolerancia de la sinergia con resistencia submáxima. El objetivo es desarrollar el control a partir de 1 a 3 minutos.

3. Rehabilitación durante la fase crónica

NOTA: En cuanto el paciente tenga control sobre las posturas y los componentes básicos de las actividades deseadas sin exacerbar los síntomas, se inicia la especificidad del entrenamiento para conseguir el resultado funcional deseado.

a. Para aumentar la resistencia física, se incrementa la carga repetitiva de los patrones definidos de 3 a 5 minutos.

b. Para aumentar la velocidad, se imponen tensiones con velocidades superiores a la tolerancia.

c. Para desarrollar la función se pasa a la especificidad del entrenamiento; se hace hincapié en la sincronización y secuencia de los hechos.

(1) Se pasa al entrenamiento excéntrico con cargas máximas.

(2) Se simula la actividad funcional deseada, primero en condiciones controladas, luego en situaciones progresivamente más difíciles mediante actividades de aceleración/desaceleración.

(3) Se evalúa la función corporal total mientras se practica la actividad deseada y se modifica cualquier componente que provoque errores en el patrón.

d. Se forma al paciente, se le enseña cómo avanzar en el programa cuando salga del hospital y a prevenir recaídas. La prevención consiste en:

(1) Antes de ejercitarse o trabajar, se masajea el tendón o músculo afectado; se prosigue con ejercicios de resistencia isométrica y luego con movimientos de amplitud total y estiramiento del músculo.

(2) Se hacen descansos en la actividad si es de naturaleza repetitiva. Si es posible, se alterna la actividad estresante y desencadenante con otras actividades o patrones de movimiento.

(3) Se mantiene un buen alineamiento postural; se adaptan las posturas sedentes o laborales para reducir al mínimo la tensión. Si ésta está relacionada con el deporte, se busca asesoramiento sobre las técnicas correctas o se adapta un equipamiento que asegure la mecánica corporal.

(4) Antes de iniciar una actividad nueva o volver a la actividad para la que no se está preparado físicamente, se inicia un programa de entrenamiento y fortalecimiento.

F. Tratamiento postoperatorio de los síndromes por compresión.

1. Indicaciones para la cirugía[12,29,39,60,63,64,85]

a. Espacio articular subacromial insuficiente que provoca la compresión del borde anterior y la infrasuperficie del acromion.

b. Compresión en estadio II (clasificación de Neer) con fibrosis o alteraciones óseas irreversibles (formación degenerativa de espolones óseos) en el compartimiento subacromial.

c. Manguito de los rotadores intacto o con desgarros menores; depósitos calcíficos en los tendones del manguito.

d. Programa de rehabilitación conservador durante 3 a 6 meses sin éxito.

2. Procedimiento

a. La acromioplastia anterior (descompresión subacromial) comprende la escisión de la prominencia anterior del acromion.[63] También se puede proceder a una acromioplastia anterior modificada (de dos pasos) con biselación de la cara anterior de la porción restante del acromion para dejar espacio suficiente para el deslizamiento de los tendones inflamados.[39,60,85]

(1) Ambos son procedimientos quirúrgicos convencionales que implican una artrotomía.

(2) Se practica una incisión en el borde lateral del acromion; se desprenden los orígenes anterior y laterales del deltoides del acromion y se reparan más tarde antes de cerrar.

(3) Se procede a la exéresis del ligamento coracoacromial.

b. La descompresión subacromial artroscópica y el desbridamiento comprenden la extirpación de una porción de la parte anterior del acromion (acromioplastia artroscópica) y/o la exéresis artroscópica del ligamento coracoacromial.[29,61]

c. También puede practicarse una resección artroscópica de los osteófitos en la porción inferior de la articulación AC.

3. Tratamiento postoperatorio[12,29,51,85]

NOTA: La posición y duración de la inmovilización del hombro y la iniciación del ejercicio varían según la operación quirúrgica. La rehabilitación después de los pro-

cedimientos artroscópicos es más rápida que después de una artrotomía, en la que se desprenden las inserciones musculares como las del deltoides para una exposición adecuada, y luego se vuelven a insertar.

a. I*nmovilización*

El hombro suele adoptar una postura de aducción y rotación interna, y el antebrazo se suspende de un cabestrillo con el codo flexionado 90 grados.

b. E*jercicio*

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA

(1) Se retira el cabestrillo para hacer ejercicio el día después de la operación.

(2) También pueden practicarse ejercicios, como los realizados durante la fase aguda del tratamiento conservador, después de la acromioplastia y los procedimientos de descompresión.

(3) Para mantener la movilidad de la articulación GH:

(a) Se empieza con la flexión pasiva o activa-asistida del hombro en el plano de la escápula dentro de los límites indoloros de la amplitud del movimiento (por lo general 90 a 120 grados) el día después de la operación.

(b) Se inician los ejercicios pendulares sin pesas (ver fig. 8.1).

(c) Se inician los ejercicios de "cambio de marcha" (ver fig. 8.9).

(d) Se inician los ejercicios con bastón para la rotación externa asistida con el brazo al lado del tronco (ver fig. 8.8) y la flexión asistida del hombro con el paciente sentado o en decúbito supino.

(e) Se empieza la transición de los ejercicios pasivos a otros de movilizaciones asistidas por el terapeuta o autoasistidos, que deben practicarse mientras los movimientos no generen dolor.

(f) Si los músculos (como el deltoides) se han replegado y vuelto a insertar, la flexión libre activa del hombro no debe iniciarse durante al menos 2 semanas o hasta 6 semanas para proteger los tejidos en curación.

(4) Para recuperar el control y la fuerza de los músculos de la cintura escapular, se inician ejercicios isométricos de ángulos múltiples e indoloros (submáximos), haciendo hincapié en la escápula, el manguito de los rotadores y otros músculos de la articulación GH (ver figs. 8.10 a 8.13).

(5) Para mantener la fuerza de los músculos estabilizadores de la escápula, se inician ejercicios de estabilización rítmicos, subrayando el control de la porción superior, media e inferior del trapecio y el serrato anterior.

(6) Se inicia el entrenamiento postural lo más pronto posible para que no se cargue la espalda hacia delante.

FASES DE PROTECCIÓN MODERADA Y MÍNIMA

(1) La rehabilitación avanza con gran rapidez. Se hace hincapié en la movilidad activa y controlada, pero es necesaria una protección moderada del área. A las 6 semanas después de la operación, el paciente puede recuperar toda la amplitud del movimiento activo del hombro. Inicialmente se insiste en la movilidad activa y luego se añade resistencia. Si resultan dolorosos los ejercicios resistidos dinámicos, se mantiene baja la carga o se realizan ejercicios isométricos de múltiples ángulos ante una resistencia. El movimiento del hombro suele ser más cómodo en el plano escapular que en los planos anatómicos de abducción o flexión. A las 6 semanas después de la operación se necesita protección mínima, ya que los tejidos han curado bien pasado este tiempo.

(2) A medida que disminuye la necesidad de protección para cualquier tejido en que se haya hecho una incisión y se haya vuelto a insertar, pueden añadirse ejercicios resistidos en cadena cinética abierta y cerrada mediante resistencia manual, tubos elásticos, pesas libres o ejercicios isocinéticos para fortalecer los músculos escapulotorácicos y GH (ver figs. 8.24 a 8.32).

(3) Si no se recupera la movilidad articular completa en 6 semanas, pueden añadirse ejercicios de autoestiramiento o manuales y movilización articular (ver figs. 8.4 a 8.7 y 8.14 a 8.20). Si está limitada la aducción horizontal o la flexión hacia delante, se prestará especial atención al estiramiento de la cápsula posterior.

(4) Se pasará a estiramientos avanzados y actividades de resistencia física con patrones de movimiento funcional aumentando la velocidad e intensidad del ejercicio con actividades de estiramiento-acortamiento.[103]

G. Tratamiento postoperatorio de los desgarros del manguito de los rotadores

1. Indicaciones para la cirugía*

a. Desgarros parciales o totales de los tendones del manguito asociados con cambios degenerativos irreversibles de los tejidos blandos (lesiones estadios II y III del manguito de los rotadores) y fracaso del tratamiento conservador. Los desgarros son más corrientes en los tendones del supraspinoso y el infraspinoso y a menudo se asocian con calcificaciones de los tendones. La cirugía está indicada para los pacientes ancianos con compresión crónica

* Refs. 1., 8, 27, 40, 43, 47, 83-85, 98.

y desgarros parciales cuando la debilidad y la atrofia de los rotadores externos sean evidentes y haya una pérdida significativa de la función de las extremidades superiores.

b. La rotura traumática y aguda de los tendones del manguito de los rotadores, que también puede asociarse con la luxación traumática de la articulación glenohumeral (GH). Los desgarros traumáticos completos se producen sobre todo en los jóvenes y adultos activos, y requieren reparación quirúrgica inmediata.

2. Procedimientos[27,43,61,83,92,98]

a. Las reparaciones del manguito de los rotadores pueden practicarse artroscópicamente en el caso de desgarros pequeños, o por un procedimiento convencional con un acceso anterolateral o posterolateral. Se divide longitudinalmente el deltoides y se preserva la inserción en el acromion, o bien se desprende y se repliega.

b. Ambos procedimientos requieren la aproximación y reinserción de los tendones desgarrados en la cabeza del húmero con suturas directas. En los procedimientos convencionales, el músculo deltoides se repliega y se vuelve a insertar más tarde.

c. Si existen antecedentes de compresión y alteraciones óseas del compartimiento subacromial, también puede practicarse una acromioplastia anterior para la descompresión y el desbridamiento del arco subacromial.

d. Si se rompe, se extirpa el ligamento coracoacromial.

e. También puede estar indicada la escisión de la bolsa subacromial o la reconstrucción de la cápsula.

3. Tratamiento postoperatorio*

NOTA: El programa de rehabilitación y su ritmo de progresión se basan en el tamaño del desgarro del manguito de los rotadores, en la integridad de los tejidos circundantes y en el estado del músculo deltoides.

a. I*nmovilización*

Al igual que sucede con los síndromes por compresión, la posición y duración de la inmovilización varían según el procedimiento quirúrgico. El tamaño del desgarro y el procedimiento operatorio también dictan la posición y duración de la inmovilización. En la mayoría de los desgarros grandes, el hombro suele inmovilizarse en abducción y rotación interna con el brazo suspendido en abducción de un cabestrillo durante 4 a 6 semanas. La posición de abducción limita el estiramiento sobre los tendones reparados y aumenta al máximo el riego sanguíneo de los músculos del manguito.

b. E*jercicio*

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA

(1) La prioridad más importante de esta fase de la rehabilitación es la protección de los tejidos reparados quirúrgicamente. Los ejercicios son acordes con el tratamiento quirúrgico o conservador de los síndromes por compresión expuesto antes en esta sección.

(2) Para proteger los tejidos en curación y mantener la movilidad, se practican movilizaciones pasivas o activas-asistidas con la articulación GH dentro de la amplitud indolora, por lo general entre 90 y 120 grados. En algunos casos puede recurrirse al movimiento pasivo continuado (MPC) para mantener la movilidad después de la cirugía. También son apropiados otros ejercicios pasivos o activos-asistidos como los ejercicios pendulares, de cambio de marcha, con poleas o bastón, y la movilización escapular, que ya se trataron en la rehabilitación conservadora y quirúrgica de los síndromes por compresión.

(3) Para iniciar el fortalecimiento de los músculos reparados, cuando el brazo está inmovilizado en abducción, se empieza con ejercicios isométricos submáximos para los músculos del hombro con una almohadilla o cojín debajo de la axila para proteger los músculos reinsertados.

(4) Inmediatamente después de la operación, pueden iniciarse los ejercicios rítmicos de estabilización para los músculos escapulares con un nivel de resistencia indoloro.

FASE DE PROTECCIÓN MÍNIMA Y MODERADA

(1) Los componentes del programa de ejercicio son acordes con la rehabilitación conservadora y quirúrgica de los síndromes por compresión ya expuesta en esta sección del capítulo 8. La progresión de los ejercicios suele ser más lenta después de una reparación quirúrgica de desgarros masivos que la reparación de problemas por compresión.

(2) Como suele haber debilidad y atrofia de los rotadores externos, se restablece la fuerza de éstos antes de añadir movimientos de flexión hacia delante y abducción del hombro. Se continúa con los ejercicios isométricos de múltiples ángulos y resistencia para la musculatura de la cintura escapular hasta que el paciente recupere toda la amplitud articular activa e indolora.

(3) Es importante fortalecer los músculos escapulares como el serrato anterior, las porciones superior, media e inferior del trapecio para una estabilización adecuada de la escápula con el movimiento activo del brazo (ver figs. 8.13 y 8.27 a 8.29). Es igualmente importante fortalecer los romboides para el control de las posturas (ver figs. 8.31 y 8.32).

* Refs. 1, 8, 16, 40, 41, 43, 54, 64, 83, 92, 98.

(4) No debe iniciarse la flexión completa y activa del hombro por encima de la cabeza durante 6 semanas para dejar tiempo a la curación de los tejidos reinsertados.

(5) Cuando el paciente haya recuperado totalmente el movimiento activo e indoloro por encima de la cabeza, se iniciará el fortalecimiento isotónico de la musculatura de la articulación GH con resistencia elástica y pesas (ver fig. 8.26).

(6) Se avanza con las actividades funcionales mediante patrones de movimiento funcional y se incorporan ejercicios resistidos concéntricos y excéntricos, así como actividades en cadena cinética abierta.

(7) Se aumenta gradualmente la velocidad e intensidad de los ejercicios y las actividades funcionales como preparación para la vuelta a la actividad completa (ver fig. 8.33).

V. Luxaciones de hombro

A. Diagnósticos relacionados y mecanismos de la lesión

1. Luxación anterior traumática del hombro

Se produce una separación completa de las superficies articulares de la articulación glenohumeral causada por fuerzas directas o indirectas aplicadas sobre el hombro.[78] La luxación anterior se produce con mayor frecuencia cuando el húmero sufre un golpe mientras mantiene una posición de rotación externa y abducción. La estabilidad suele proceder del músculo subescapular, el ligamento glenohumeral y de la cabeza larga del bíceps cuando está en esa posición.[55,86,100] La inestabilidad de cualquiera de estas estructuras puede predisponer la articulación a luxarse, o bien un golpe fuerte en el brazo puede dañarlas al igual que el rodete glenoideo. Cuando se luxa, la cabeza del húmero suele descansar en la región subcoracoidea, pocas veces en las regiones subclavicular o intratorácica. La luxación anterior traumática suele asociarse con una rotura completa del manguito de los rotadores.

2. Luxación posterior traumática del hombro

La mayoría de las luxaciones posteriores son subacromiales, aunque también puede haber luxaciones posteriores subespinosas o subglenoideas. El mecanismo de la lesión suele ser una fuerza aplicada sobre el húmero que combina flexión, aducción y rotación interna como en una caída sobre el brazo extendido.[90]

3. Luxación recidivante

Cuando se aprecia laxitud importante ligamentaria o capsular, puede haber luxaciones o subluxaciones recidivantes multidireccionales con cualquier movimiento que reproduzca las fuerzas de abducción y rotación externa o las fuerzas de flexión, aducción y rotación interna, que causan dolor y limitación funcional significativos. Algunas personas pueden luxarse el hombro a voluntad en sentido anterior o posterior sin aprensión y con un malestar mínimo.[78,90]

B. Etiología de los síntomas

Si la luxación es traumática, los síntomas están causados por los daños hísticos, la hemorragia y la inflamación resultante.

C. Deficiencias/resumen de los problemas

1. Agudas. Dolor, rigidez refleja de la musculatura y efectos de la inflamación.

2. Desequilibrios de la fuerza y longitud de los músculos.

3. Cuando la luxación se asocia con una rotura completa del manguito de los rotadores, se aprecia incapacidad para mover en abducción el húmero contra la fuerza de la gravedad, excepto en la amplitud permitida por los músculos escapulotorácicos.

4. Hipermovilidad/restricciones articulares asimétricas. En el caso de una inestabilidad anterior, la cápsula posterior tal vez esté tirante; en el caso de una inestabilidad posterior, tal vez esté tirante la cápsula anterior. Después de la curación puede haber adherencias.

D. Discapacidades/limitaciones funcionales corrientes

1. En el caso de una rotura del manguito de los rotadores, incapacidad para alcanzar o levantar objetos al nivel de la horizontal, lo cual dificulta todas las actividades que requieran elevación del húmero.

2. Posibilidad de recurrencia cuando se reproduzca la acción que provocó la luxación.

3. En el caso de una luxación anterior, restricción de la capacidad en actividades deportivas como lanzar una bola, nadar, sacar (tenis, voleibol), o rematar una pelota (voleibol).

4. Restricción de la capacidad, sobre todo en movimientos de abducción por encima de la cabeza o en la hori-

zontal necesarios para vestirse, como ponerse una camisa o una chaqueta, o en el aseo personal, como al peinarse el pelo hacia atrás.

5. Malestar o dolor al dormir sobre el lado afectado en algunos casos.

6. En el caso de una luxación posterior, restricción de la capacidad para actividades deportivas como la fase de acompañamiento en el lanzamiento de una pelota; restricción de la capacidad en actividades de empuje como abrir una puerta pesada o levantarse de una silla o salir de una piscina.

E. Tratamiento conservador de inestabilidades/luxaciones

1. Fase aguda del tratamiento después de la reducción cerrada de una luxación anterior

NOTA: Las manipulaciones para la reducción debe realizarlas sólo alguien especializado en este tipo de maniobras.

a. Para proteger el tejido en curación, esa porción se inmoviliza 3 a 4 semanas en un cabestrillo, que se quita sólo para hacer ejercicio. La posición de la luxación debe evitarse cuando se haga ejercicio, y el paciente debe tomar precauciones cuando se vista o haga otras actividades diarias.

b. Para iniciar movimientos tempranos para mantener la salud del tejido, se emplean los ejercicios descritos en la sección VIII, entre otros la amplitud del movimiento protegido, ejercicios estáticos intermitentes con los músculos del manguito de los rotadores y el bíceps braquial, y técnicas articulares de grado II con las siguientes precauciones con el fin de no interrumpir la curación de la cápsula y otros tejidos dañados:

(1) Después de una luxación anterior, se practica la amplitud del movimiento en rotación externa con el codo junto al costado del paciente, con el hombro flexionado en el plano sagital y con el hombro en la posición de reposo (en el plano de la escápula, 55 grados de abducción, y 30 grados en aducción horizontal), pero no en la posición de abducción. Mientras se cura, se limita la amplitud del movimiento externo a 50 grados en todas las posiciones del movimiento del húmero.

(2) Se mantiene el juego articular empleando tracción sostenida de grado II u oscilaciones suaves de grado II con la articulación glenohumeral junto al costado o en la posición de reposo (fig. 6.13).

Figura 8.7. Movilización del hombro para aumentar la rotación externa cuando está contraindicado un deslizamiento anterior. Se coloca el hombro en la posición de reposo, se hace girar externamente y se aplica una fuerza de tracción de grado III.

2. Fases de rehabilitación subaguda y crónica del tratamiento después de una luxación anterior del hombro[3,13]

a. Para protegerlo, el paciente sigue llevando el brazo en un cabestrillo 3 semanas, luego aumenta el tiempo sin el cabestrillo; se utiliza cuando el hombro está cansado o se requiere protección,

b. Para aumentar las amplitudes limitadas: se inician las técnicas de movilización empleando todos los deslizamientos apropiados excepto el deslizamiento anterior.

(1) El deslizamiento anterior esta ***contraindicado*** a pesar de que la rotación externa es necesaria para la elevación funcional del húmero. Para practicar un estiramiento seguro con el fin de lograr la rotación externa, se sitúa el hombro en la posición de reposo (55 grados de abducción y 30 grados de aducción horizontal), luego se gira en sentido externo hasta el límite de su amplitud y se aplica una fuerza de tracción de grado III perpendicular al plano de tratamiento en la cavidad glenoidea (fig. 8.7).

(2) Se estiran pasivamente las estructuras articulares posteriores con técnicas de autoestiramiento y aducción horizontal.

c. Para aumentar la fuerza y recuperar el control del manguito de los rotadores con el fin de mejorar la estabilidad, hay que fortalecer los rotadores internos y externos a medida que avance la curación. Los rotadores internos y los aductores deben tener fuerza para soportar la cápsula anterior. Los rotadores externos deben tener fuerza

para estabilizar la cabeza del húmero ante las fuerzas de traslación anterior y para participar en el par de fuerza del manguito de los rotadores y el deltoides cuando se mueva el húmero en abducción y rotación lateral.

(1) Se empieza con ejercicios *de resistencia isométrica* con la articulación colocada al costado y se avanza con distintas posiciones indoloras dentro de la amplitud disponible.

(2) Se avanza con *resistencia isotónica*, limitando la rotación externa a 50 grados y evitando la posición que causó la luxación.

(3) Pasadas 3 semanas, se inicia la *resistencia isocinética* supervisada para la rotación interna y la aducción con velocidades de 180 grados por segundo o más. [3] El paciente permanece de pie con el brazo en el costado y el codo flexionado 90 grados. El paciente realiza una rotación interna empezando en la posición cero con la mano apuntando en sentido anterior y moviéndola por delante del cuerpo. Se avanza con el hombro en 90 grados de flexión, y se realiza el ejercicio desde cero hasta la rotación interna completa. No se adoptará una posición de 90 grados de abducción.

(4) Pasadas 5 semanas, se han incorporado todos los movimientos de hombro con un equipo isocinético o mecánico de otro tipo, excepto en la posición de 90 grados de abducción con rotación externa.

(5) Se inician los ejercicios en carga parcial en cadena cinética cerrada y los ejercicios de estabilización rítmica.

d. Para avanzar y pasar a las actividades funcionales, se desarrolla un equilibrio de la fuerza de todos los músculos escapulares y del hombro, se desarrolla la coordinación entre los movimientos de la escápula y el brazo, y se aumenta la resistencia física en cada ejercicio. A medida que mejore la estabilidad, se pasa al entrenamiento excéntrico y a cargas máximas, se aumenta la velocidad y el control, y se avanza estimulando los patrones funcionales deseados para la actividad.

e. Para recuperar la función máxima, el paciente aprende a reconocer los signos de cansancio y compresión, y se mantiene dentro de los límites de tolerancia de los tejidos. El paciente puede reanudar las actividades normales cuando no haya desequilibrio muscular, cuando se tenga una buena coordinación de la destreza y cuando la prueba de aprensión sea negativa. La rehabilitación completa requiere de 2,5 a 4 meses.[3]

3. Tratamiento después de una luxación posterior del hombro con reducción cerrada

El plan de tratamiento es el mismo que para la luxación anterior con la excepción de evitar la posición de flexión con aducción y rotación interna durante las fases aguda y de curación.

a. Para proteger la parte, se inmoviliza el brazo. Llevar un cabestrillo puede ser incómodo por la posición de aducción y rotación interna, sobre todo si el cabestrillo eleva el húmero para que la cabeza se traslade en dirección superior y posterior. El paciente puede estar más cómodo con el brazo colgando con libertad en una posición dependiente mientras se mantenga inmóvil.

b. Para aumentar los límites de la amplitud, se inician las técnicas de movilización articular empleando todos los deslizamientos apropiados excepto el deslizamiento posterior. El deslizamiento posterior está *contraindicado*. Si aparecen adherencias, se previene la rotación interna y la movilidad puede recuperarse con seguridad colocando el hombro en la posición de reposo (55 grados de abducción y 30 grados de aducción horizontal), luego se practica un giro interno hasta el límite de su amplitud y se aplica una fuerza de tracción de grado III perpendicular al plano de tratamiento en la cavidad glenoidea (igual que en la fig. 8.7 pero con el brazo en rotación interna).

F. Tratamiento postoperatorio de una luxación anterior recidivante del hombro

1. Indicaciones para la cirugía[18,19,48,54,84]

a. Luxación recidivante que requiere reducción.

b. Subluxación recidivante que no tiene que reducir otra persona.

c. Laxitud articular anterior significativa que provoca inestabilidad.

d. Deterioro significativo del uso funcional de la extremidad superior como resultado del miedo a colocar el brazo en posiciones que provoquen la luxación.

e. Los desgarros de los músculos del manguito de los rotadores y el desprendimiento de la porción anterior del rodete glenoideo (lesión de Bankart) o la avulsión de la tuberosidad mayor del húmero.

f. Incapacidad para la rehabilitación conservadora.

2. Procedimientos[18,19,47-49,84]

a. Son procedimientos para la estabilización glenohumeral de una luxación anterior recidivante:

(1) Reconstrucción capsulolabial anterior que comprende la división longitudinal del músculo subescapular y la cápsula anterior con colgajos inferior y superior de la cápsula inserta en la cavidad glenoidea con anclajes óseos.

(2) Desvío o imbricación de la cápsula y resutura de las estructuras anteriores para estabilizar y tensar una cápsula laxa o estirada (procedimiento de Bankart).[88]

(3) Transferencia lateral del músculo subescapular de la tuberosidad menor a mayor para acortar y avanzar el subescapular y estabilizar la cara anterior de la articulación (procedimientos de Putti-Platt o de Mangusson-Stack).

(4) Transferencia de la punta de la apófisis coracoides (la cabeza corta del bíceps y el coracobraquial siguen insertos) al rodete glenoideo (procedimientos de Bristow).

(5) Capsulorrafia (sustitución de la cápsula desgarrada del hombro en el rodete glenoideo) con suturas o grapas.[35]

(6) Otros procedimientos implican la modificación o una combinación de los anteriores.

b. Los procedimientos de estabilización pueden practicarse mediante una técnica quirúrgica convencional que requiera una artrotomía deltopectoral, o artroscópicamente, y a menudo comprenden la reparación del manguito de los rotadores y la reinserción del ligamento GH en el rodete glenoideo.

3. Tratamiento postoperatorio[12,48,49,61,88,103]

NOTA: Para conseguir una estabilidad anterior adecuada, algunos procedimientos bloquean la rotación externa y la abducción horizontal completas.

a. I*nmovilización*

Al igual que con la cirugía del manguito de los rotadores, el hombro se inmoviliza en abducción con el brazo en una fórmula o en aducción con el brazo en un cabestrillo para proteger los tejidos en curación. La duración de la inmovilización completa depende del tipo de estabilización elegido por el cirujano, de la gravedad de la inestabilidad y de las características del paciente con respecto al dolor, el tipo de tejido y la curación. Los pacientes con luxaciones anteriores unidireccionales llevan el aparato de inmovilización 1 semana o hasta 6 a 8 semanas los pacientes con inestabilidades multidireccionales.

b. E*jercicio*

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA

(1) Para reducir al mínimo los efectos contraproducentes de la inmovilidad y mantener la movilidad de los tejidos en curación, el cabestrillo o la férula se quitan para los ejercicios de amplitud articular pasiva o activa asistida e indolora inmediatamente o al cabo de unos pocos días después de la operación. Se incluyen ejercicios pendulares, de cambio de marcha o con poleas. Se evita la rotación externa con abducción, la posición de inestabilidad, que ejerce una tensión excesiva sobre los tejidos en curación.

(2) Todos los otros aspectos del tratamiento postoperatorio durante esta fase son acordes con los procedimientos de rehabilitación para el tratamiento conservador de inestabilidades anteriores durante el estadio agudo de la curación.

FASES DE PROTECCIÓN MODERADA Y MÍNIMA

(1) Se siguen las pautas para el tratamiento conservador de la luxación anterior (fases subaguda y crónica de la rehabilitación) expuestas antes en esta sección del capítulo 8. Se hace hincapié en conseguir la amplitud articular completa e indolora si lo permiten los aspectos específicos de la intervención, y se fortalecen los estabilizadores dinámicos de la articulación GH (los músculos del manguito de los rotadores) y la escápula. Se consigue la amplitud articular activa completa al cabo de sólo 6 semanas después de la operación o hasta 3 meses después si se ha practicado algún procedimiento óseo.

(2) Algunos procedimientos permiten una amplitud articular completa y la vuelta a las actividades en las que el hombro adopta la posición que causó la luxación (abducción y rotación externa), mientras que otros no. Antes de iniciar cualquier actividad de estiramiento para recuperar la amplitud del movimiento, hay que asegurarse de que se conocen las limitaciones a la amplitud del movimiento impuestas intencionadamente por el procedimiento quirúrgico.

G. Tratamiento postoperatorio para la luxación posterior recidivante del hombro

1. Indicaciones para la cirugía[30,42,44,54]

a. Luxación o subluxación dolorosas y recidivantes de la articulación GH, sobre todo durante actividades que requieran flexión completa o rotación interna, debido a la laxitud de la cápsula posterior y a desgarros de la porción posterior del manguito de los rotadores y el rodete glenoideo.

b. Dolor y empleo limitado de la extremidad superior durante actividades funcionales por encima de la cabeza.

c. Fracaso del tratamiento conservador después de la luxación inicial.

2. Procedimientos[42,44,84]

a. **NOTA:** La reconstrucción se emprende con el fin de aportar estabilidad a la porción posterior de la cápsula y tal vez limitar la flexión completa hacia delante y la rotación interna.

b. Algunos procedimientos pueden consistir en un acceso convencional (artrotomía), mientras que otros se

practican mediante artroscopia. Los procedimientos quirúrgicos pueden consistir en:

(1) El pliegue de la cápsula y el avance del músculo infraspinoso.

(2) Capsulorrafia posterior.

(3) Transferencia del tendón del bíceps.

(4) Osteotomía glenoidea posterior.

3. Tratamiento postoperatorio[30,44,54]

a. I*nmovilización*

El hombro se inmoviliza con el brazo justo al costado del tronco en un cabestrillo manteniendo una postura de ligera extensión del hombro y rotación neutra o rotación externa en un cabestrillo invertido o un yeso en espiga durante varios días o semanas.

b. E*jercicio*

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA

(1) La inmovilización se retira con el fin de hacer ejercicios en los estadios iniciales de la curación para practicar ejercicios de movilidad pasiva y activa-asistida. Para mantener la movilidad de las estructuras GH, se sigue la progresión de los ejercicios para la luxación anterior del hombro durante la fase de protección máxima expuesta en esta sección.

Precaución: Se evitará la flexión excesiva y dolorosa hacia delante con rotación interna o aducción horizontal sobre el pecho.

(2) Para mantener o desarrollar la fuerza de los músculos escapulotorácicos, se aplica resistencia manual en los planos lineal o diagonal y estabilización rítmica.

(3) Para mantener la fuerza de los músculos del manguito de los rotadores, se realizan ejercicios isométricos submáximos indoloros de múltiples ángulos.

FASES DE PROTECCIÓN MODERADA Y MÍNIMA

(1) Se avanza con los ejercicios para aumentar la fuerza y resistencia física, sobre todo del complejo formado por los músculos infraspinoso y redondo menor.

NOTA: Hay que tener especial cuidado durante los ejercicios activos y resistidos en los límites del arco de 70 a 100 grados de flexión hacia delante para reparar en cualquier inestabilidad posterior. Cuando se fortalezcan los rotadores externos, no se empieza con rotación interna completa. Debe haber suficiente fuerza en el manguito antes de pasar a la flexión por encima de la cabeza.

(2) Se sigue una progresión de ejercicios y actividades funcionales expuestos previamente en esta sección para el tratamiento conservador de las inestabilidades posterior y anterior.

VI. Síndrome del plexo braquial[22,31,58,82,93-95]

A. Diagnósticos y síntomas relacionados

En el síndrome del plexo braquial (SPB), síntomas de dolor, parestesia, entumecimiento, debilidad, decoloración, hinchazón, ulceración, gangrena o, en algunos casos, síndrome de Raynaud en la extremidad superior relacionada.

B. Etiología de los síntomas

1. Los síntomas se observan cuando se comprimen los vasos sanguíneos y los nervios con estructuras de la región del estrecho superior del tórax

a. Las raíces de los nervios cervicales pueden resultar comprimidas en los agujeros de las vértebras. Esto no es un SPB, pero causa signos neurológicos en la extremidad superior y debe tenerse en cuenta en las pruebas.

b. La porción proximal del plexo braquial o la arteria subclavia pueden resultar comprimidas a su paso por los músculos escalenos si éstos están tirantes o hipertrofiados o presentan variaciones anatómicas.

c. El plexo braquial y la arteria y vena subclavias pueden resultar comprimidos contra la primera costilla o una costilla cervical a su paso por debajo de la clavícula, sobre todo si la clavícula está en una posición deprimida, como cuando se lleva un bolso pesado al hombro o en una postura extrema. Los síntomas también pueden originarse debido a una fractura de clavícula o por anomalías de la región.

d. El plexo braquial y la arteria axilar pueden resultar comprimidos contra las costillas a su paso por debajo del pectoral menor si éste está tenso por una postura errónea o si la persona mantiene un brazo completamente elevado.

e. Un estiramiento del plexo braquial puede darse cuando el plexo se somete a tracción en torno al acromion y el brazo está completamente elevado.

2. Factores concurrentes

a. Existe una latitud amplia de movimiento en distintos puntos del complejo del hombro que puede provocar compresión o impacto de los nervios o vasos.

b. Variaciones posturales como inclinar la cabeza hacia delante o las espaldas cargadas (actitud cifótica) conllevan tirantez muscular asociada de los músculos escalenos, elevador de la escápula, subescapular y pectoral menor, y depresión de la clavícula.

c. Los patrones respiratorios que emplean continuamente la acción de los músculos escalenos para elevar las costillas superiores provocan hipertrofia de estos músculos. Además, las costillas superiores elevadas reducen el espacio debajo de la clavícula.

d. Factores congénitos como una costilla accesoria, una apófisis transversa larga de la vértebra C_7 u otra anomalía de la región pueden reducir el espacio libre para los vasos. También una lesión traumática o arteriosclerótica puede generar síntomas de SPB.

e. Lesiones traumáticas como fractura de clavícula o luxaciones subacromiales de la cabeza del húmero pueden lesionar el plexo y los vasos, lo cual evoca los síntomas de SPB.

f. Hipertrofia o cicatrización en los músculos pectorales menores.

C. Deficiencias/resumen de los problemas

1. Síntomas intermitentes vasculares y del plexo braquial como dolor, parestesia, entumecimiento, debilidad, luxación e hinchazón.

2. Desequilibrios de la longitud y fuerza de los músculos de la cintura escapular con tirantez en las estructuras anterior y medial, y debilidad en las estructuras posterior y lateral.

3. Fallos por debilidad postural en el tren superior.

4. Poca resistencia física de los músculos posturales.

5. Patrón respiratorio superficial, que se caracteriza por respiración costal superior.

6. Poca movilidad clavicular y de la porción anterior de las costillas.

D. Limitaciones funcionales/discapacidades corrientes

1. Trastornos del sueño que pueden deberse al exceso de espesor de la almohada o a la postura de los brazos al dormir.

2. Incapacidad para llevar un maletín, maleta, bolso con correa al hombro, u otros objetos pesados en el lado implicado.

3. Incapacidad para mantener una posición prolongada de alcance por encima de la cabeza.

4. Síntomas al realizar un trabajo sostenido de despacho, como sujetar el teléfono entre la cabeza y el hombro implicado mientras se escribe.

E. Tratamiento conservador[4]

El interés primario del tratamiento es reducir la presión mecánica aumentando la movilidad de los tejidos en la región del estrecho superior del tórax, lo que previene el sufrir nuevas cargas de compresión mediante la corrección del alineamiento postural y el desarrollo de la resistencia física para mantener la postura correcta.

1. Para aumentar la flexibilidad de las estructuras tirantes, se emplean técnicas manuales y de autoestiramiento. Los problemas corrientes comprenden pero no se limitan a los músculos escaleno, elevador de la escápula, pectoral menor, pectoral mayor, porción anterior de los intercostales y suboccipital corto, y la articulación esternoclavicular.

2. Para entrenar los músculos débiles, se desarrolla un programa de fortalecimiento, resistencia física y conciencia postural. La debilidad suele concentrarse en los aductores de la escápula y los rotadores ascendentes, los rotadores laterales del hombro, los músculos flexores cervicales cortos de la porción anterior del cuello y los extensores del tórax. En el capítulo 15 se exponen técnicas para los ejercicios cervicales y la corrección de la postura.

3. Para corregir un patrón respiratorio alterado (respiración costal superior) y la elevación de las costillas superiores, se enseñan patrones de respiración diafragmática y ejercicios de relajación para relajar la porción superior del tórax (ver capítulo 20).

4. Para conseguir la independencia funcional, se determinan actividades que provoquen los síntomas y hagan que el paciente adapte el entorno y los hábitos erróneos para reducir al mínimo el estrés.

VII. Distrofia simpática refleja[16,27,34]

A. Diagnósticos relacionados

Los síntomas corrientes de la distrofia simpática refleja (DSR) son síndrome del hombro-mano, atrofia ósea de Sudeck, síndrome doloroso mediado simpáticamente, distrofia neurovascular refleja, angiospasmo o vasospasmo traumático, y dolor mantenido simpáticamente (DMS).

B. Etiología de los síntomas

El mecanismo subyacente que estimula el inicio de esta afección no está claro. Se desarrolla en asociación con una lesión dolorosa y persistente como un caso de omodinia después de un accidente cardiovascular o un infarto de miocardio, una artrosis cervical, o un traumatismo como una fractura o esguince, o después de un cateterismo. Esta afección puede durar meses o años, pero la recuperación a menudo se produce al cabo de 18 a 24 meses. Se identifican tres estadios.

1. El estadio agudo o de vasodilatación dura de 3 semanas a 6 meses. El dolor es un rasgo predominante, por lo general desproporcionado a la gravedad de la lesión.

2. El estadio distrófico o de vasoconstricción dura de 3 a 6 meses. Se caracteriza por una hiperactividad simpática, dolor urente e hiperestesia exacerbada por el tiempo frío.

3. El estadio atrófico se caracteriza por dolor que remite o empeora. Puede haber atrofia y contracturas musculares.

C. Deficiencias/resumen de los problemas

1. Dolor o hiperestesia en el hombro, muñeca o mano.

2. Limitación del movimiento de:

a. El hombro, con la máxima restricción de la flexión lateral y la abducción.

b. La muñeca, con la máxima restricción durante la extensión de la muñeca.

c. La mano, con la máxima restricción durante la flexión metacarpofalángica e interfalángica proximal secundaria al acortamiento de los ligamentos colaterales.

3. Edema en la mano y la muñeca secundario al deterioro circulatorio de los sistemas venoso y linfático, lo cual, a su vez, causa la rigidez de la mano.

4. Inestabilidad vasomotora.

5. Cambios tróficos de la piel.

6. A medida que avanza la afección:

a. El dolor remite, pero persiste la limitación del movimiento.

b. La piel se vuelve cianótica y brillante

c. Atrofia de los músculos intrínsecos de la mano.

d. Se espesa el tejido subcutáneo de los dedos y la fascia palmar.

e. Se producen cambios en las uñas.

D. Tratamiento

1. Se trata de un trastorno progresivo a menos que se recurra a una intervención vigorosa.

2. Para aumentar la movilidad del hombro y la mano, si está limitada, se emplean técnicas específicas en las estructuras limitantes y se trabaja la amplitud indolora.

3. Para facilitar las contracciones musculares activas, se usan ejercicios isotónicos e isométricos y las actividades controladas en cadena cinética cerrada.

4. Para aliviar el dolor y aumentar el aferente sensorial, se emplea la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) o hielo.

5. Para controlar el edema, se aplica compresión neumática intermitente y masaje. Se eleva y emplea compresión elástica cuando no se recibe tratamiento de compresión neumática.

6. Para formar al paciente, se hace hincapié en la importancia de seguir el programa de aumento de la actividad.

7. Intervención médica. El médico puede optar por realizar un bloqueo del ganglio estrellado o recurrir a esteroides orales o medicación intramuscular junto con ejercicio terapéutico.

8. La prevención es la mejor terapia. Cuando haya implicación del hombro o dolor referido al hombro, toda la extremidad superior debe moverse en cuanto sea posible y con una intensidad segura para la afección.

VIII. Técnicas de ejercicio para el tratamiento de las lesiones agudas y subagudas iniciales de los tejidos blandos

Si, durante la evaluación, se determina que hay inflamación, sea por una lesión aguda, un traumatismo repetitivo o el uso excesivo, una enfermedad artrítica, o una intervención quirúrgica, el método del tratamiento es el mismo. En el capítulo 7, en la sección III, aparecen enumeradas las pautas generales para el tratamiento durante el estadio agudo. Tal vez sean apropiadas técnicas distintas a las descritas dependiendo del problema individual del paciente.

A. Técnicas para inhibir el dolor y la rigidez refleja del músculo, y para mantener la integridad y nutrición articulares

1. *Oscilación o tracción articulares de grados* I *o* II en la cabeza del húmero dentro de la cavidad glenoidea. Se coloca la articulación en posiciones indoloras y se desliza la cabeza en dirección anterior/posterior o caudal (ver figs. 6.14 y 6.15).

NOTA: Están contraindicados los estiramientos de la cápsula articular durante el estadio agudo.

2. E*jercicios pendulares* (*de Codman*). Cuando no se emplean *pesas*, estas técnicas causan tracción de grado II con el peso del brazo y una oscilación fisiológica de grado II mientras se balancea el brazo (ver sección II y fig. 8.1).

B. Técnicas para iniciar el movimiento temprano y mantener la integridad de los tejidos blandos y la movilidad del hombro

1. Amplitud del movimiento pasivo activo-asistido dentro de los límites indoloros del paciente. Estas técnicas se describen en el capítulo 2.

2. Si el paciente es capaz, se le enseñan *movimientos autoasistidos* con un bastón o barra en T. El paciente adopta una posición en decúbito supino. Si la movilidad escapular es normal, estos ejercicios, así como los ejercicios con poleas, pueden pasar al estadio subagudo en posición sedente y/o bipedestación como se describe en el capítulo 2.

a. F*lexión del hombro*. El paciente comienza con los brazos junto al costado, sujeta el bastón con ambas manos y eleva la extremidad implicada durante la amplitud permisible sin estrés.

NOTA: Aunque el hombro gire internamente de forma natural durante la flexión,[10,81] si hay inestabilidad con un síndrome de compresión, aumentará durante la rotación interna, por lo que el paciente debe realizar la flexión del hombro con rotación lateral, es decir, sujetar el bastón por el extremo de modo que el pulgar apunte hacia arriba y atrás.

b. R*otación del hombro*. El brazo del paciente descansa junto al costado con el codo flexionado 90 grados. La extremidad normal gira la extremidad implicada en sentido interno y externo dentro de la amplitud indolora (fig. 8.8). Si se tolera, la rotación también se practica con 45 a 90 grados de abducción del brazo.

3. Los ejercicios de *"cambio de marcha"* pueden emplearse para ayudar en los movimientos del hombro y la escápula durante la fase aguda. Mientras está en posición sedente con el brazo junto al costado, el paciente sostiene una vara o bastón con la punta apoyada en el suelo. El paciente mueve el bastón hacia delante y atrás, en sentido diagonal, o lateral y medialmente con un movimiento similar al cambio de marcha en un coche con el cambio en el suelo (fig. 8.9).

4. En el caso de una lesión de un músculo específico, se aplican *ejercicios estáticos intermitentes* con el músculo afecto en su posición acortada. En las secciones siguientes se describen técnicas adicionales para las funciones de músculos específicos.

C. Técnicas para mantener la integridad y función del control de la cabeza del húmero

Con frecuencia, los músculos del manguito de los rotadores se inhiben cuando hay un traumatismo o una intervención quirúrgica.[104]

1. E*jercicios estáticos*. Se realizan ejercicios isométricos intermitentes, submáximos y de múltiples ángulos ante una resistencia suave con acciones del manguito de los rotadores y el bíceps braquial en posiciones indoloras y con una intensidad que no cause síntomas. En principio, se aplica la resistencia suave y manual para que la posi-

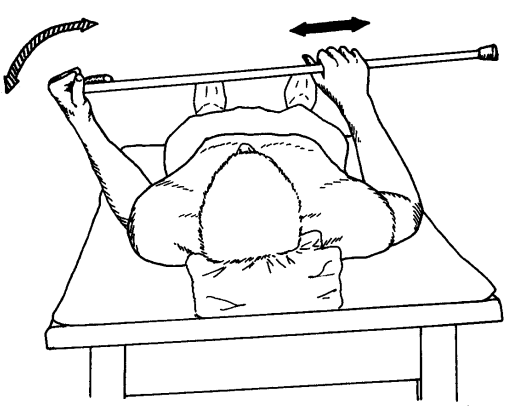


Figura 8.8. Rotación asistida del hombro empleando un bastón, con el brazo junto al costado.

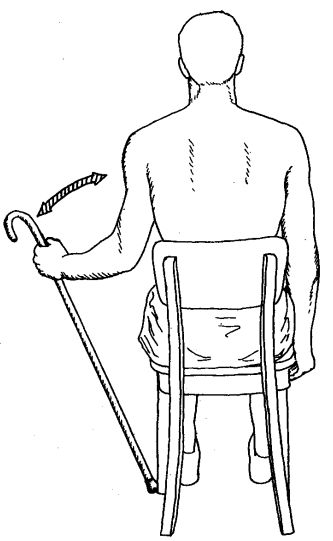


Figura 8.9. Ejercicio de "cambio de marcha". Rotación autoasistida del hombro con un bastón. También puede procederse con patrones diagonales y de flexión/extensión.

ción y la intensidad pueda controlarse mientras el paciente aprende a sentir la contracción correcta del músculo. Se aplica la resistencia por encima del codo con el fin de reducir al mínimo las fuerzas de cizallamiento dentro de la articulación glenohumeral. Si el paciente refiere dolor por compresión articular, se aplica una ligera tracción sobre la articulación mientras se ejerce la resistencia.

Se empieza con el paciente en decúbito supino; a medida que mejora la afección, el paciente puede sentarse o permanecer de pie.

a. R*otación interna y externa*. El hombro se sitúa al costado y el brazo adopta distintas posiciones de rotación como 0 y 30 grados.

b. A*bducción*. Se coloca el brazo a 0, 30 y 60 grados si se tolera.

c. M*ovimiento de abducción en el plano de la escápula* a 0, 30 y 60 grados si se tolera (fig. 8.10).

d. F*lexión del codo con el antebrazo en supinación*. Se mantiene el brazo en el costado, neutro respecto a la rotación, mientras se aplica resistencia sobre el antebrazo, causando tensión en la cabeza larga del bíceps (ver fig. 3.7). Se cambia la posición de rotación del hombro a medida que el paciente lo tolere, y se repite la resistencia isométrica sobre la flexión del codo.

2. Se enseña a los pacientes a realizar ejercicios estáticos isométricos empleando *autorresistencia* (fig. 8.11). Posteriormente, se puede aplicar resistencia con un objeto estacionado como una pared o el marco de una puerta (fig. 8.12).

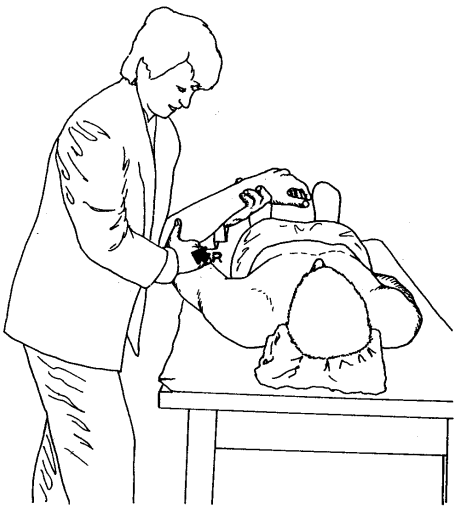


Figura 8.10. Resistencia isométrica en el movimiento de abducción en el plano de la escápula. El hombro se coloca entre 30 y 60 grados de abducción en el plano de la escápula, y se aplica resistencia manual controlada sobre el húmero.

D. Técnicas para mantener la integridad y la función para el control escapular

1. Se inician *ejercicios isométricos intermitentes* de los músculos escapulares. Si se lesiona cualquiera de estos músculos, la intensidad de la resistencia será muy ligera; si no se lesiona, la intensidad debe igualar la capacidad del músculo.

2. Se empieza con el paciente en decúbito lateral, con la extremidad afectada elevada. Se venda el antebrazo de

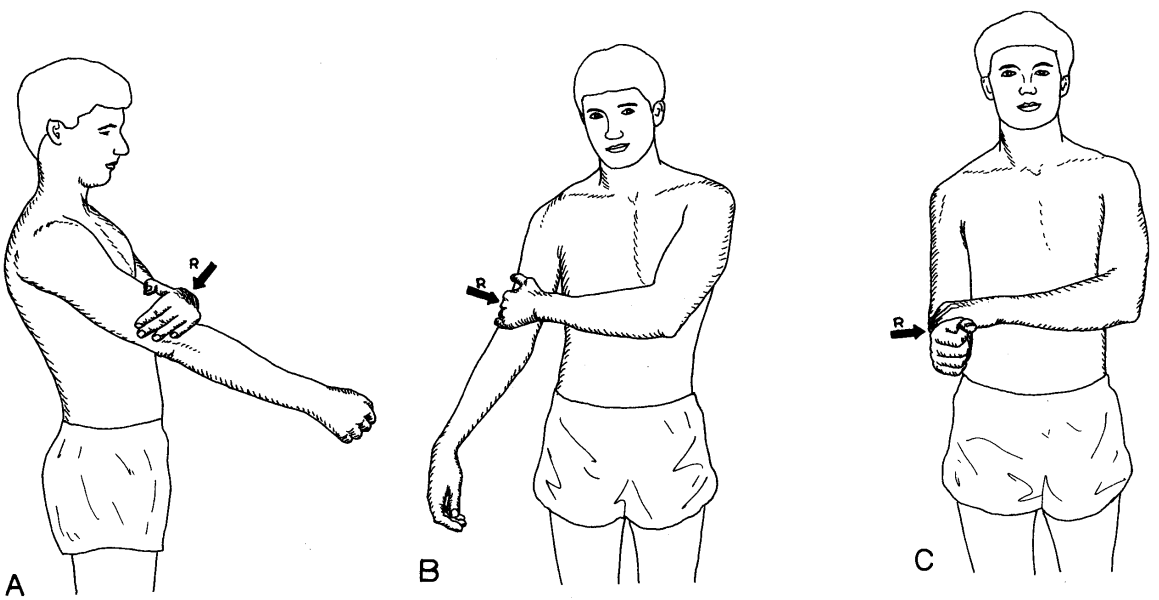


Figura 8.11. Autorresistencia para (A) la flexión, (B) abducción y (C) rotación isométricas del hombro.

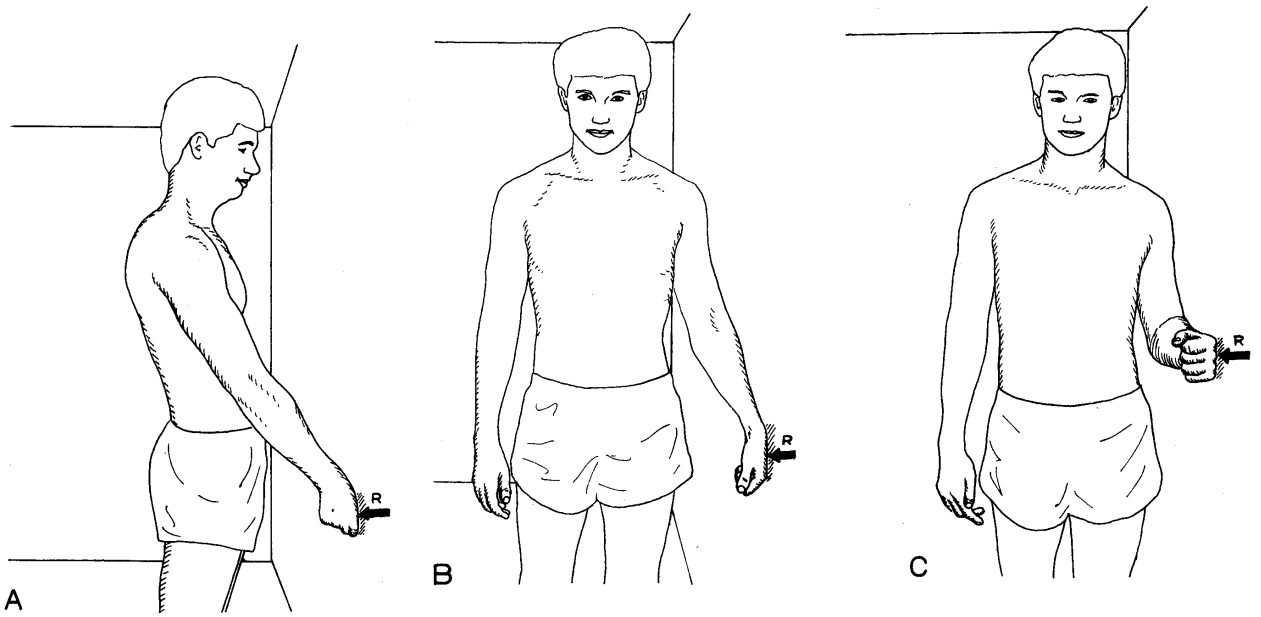


Figura 8.12. Se emplea una pared para generar resistencia para (A) la flexión, (B) abducción o (C) rotación isométricas del hombro.

la extremidad afectada por encima del hombro. El grado de flexión, abducción en el plano de la escápula o abducción del hombro pueden controlarse con la posición del terapeuta y la posición relativa del paciente.

a. D*epresión/elevación de la escápula*. Se coloca la mano superior arriba y la otra mano abajo en torno a la escápula para ejercer resistencia manual (fig. 8.13A).

b. P*rotracción/retracción de la escápula*. Se coloca una mano a lo largo del borde medial y la otra en torno a la apófisis coracoides para ejercer resistencia.

c. R*otación ascendente y descendente de la escápula*. Se coloca una mano en torno al ángulo inferior y la otra en torno al acromion y la apófisis coracoides para ejercer resistencia.

3. El paciente pasa a sentarse con el brazo vendado por encima del hombro del terapeuta; se aplica resistencia en todos los movimientos escapulares de la misma manera que se ha descrito previamente (fig. 8.13B).

4. Estos ejercicios estáticos pueden progresar a ejercicios activos y de resistencia manual a medida que el paciente lo tolere.

E. Técnicas para estimular la cocontracción de los músculos de la cintura escapular

Los *ejercicios en carga con protección* se introducen si el paciente los tolera para facilitar la función estabilizadora de la cintura escapular.

1. El paciente permanece de pie y coloca ambos codos o manos en una pared o sobre un objeto sólido como la mesa de tratamiento y apoya cierto peso del cuerpo sobre la extremidad superior. Inicialmente, el paciente sólo soporta el peso suficiente para no provocar los síntomas (ver fig. 20.3).

2. A medida que lo tolere, el paciente desplaza suavemente el peso hacia delante y atrás, de lado a lado, y luego en diagonal dentro del límite indoloro.

IX. Técnicas de ejercicio para el tratamiento de los desequilibrios entre la fuerza y la flexibilidad musculares en los problemas subagudos y crónicos del hombro

Tanto si la causa es una lesión nerviosa, el desuso o una postura errónea, como si la disfunción es producto de un traumatismo, un uso excesivo, inestabilidad o una intervención quirúrgica, se aprecia desequilibrio muscular y una mecánica errónea del hombro. Para que la recuperación sea completa, es necesario restablecer el equilibrio de la fuerza, flexibilidad y coordinación de los músculos. Una vez hayan disminuido los síntomas agudos de la deficiencia, se recurre a ejercicios para recuperar el equilibrio de la longitud y fuerza del sistema musculoesquelético y para entrenar el sistema neuromuscular con el fin de responder apropiadamente y que el paciente lo-

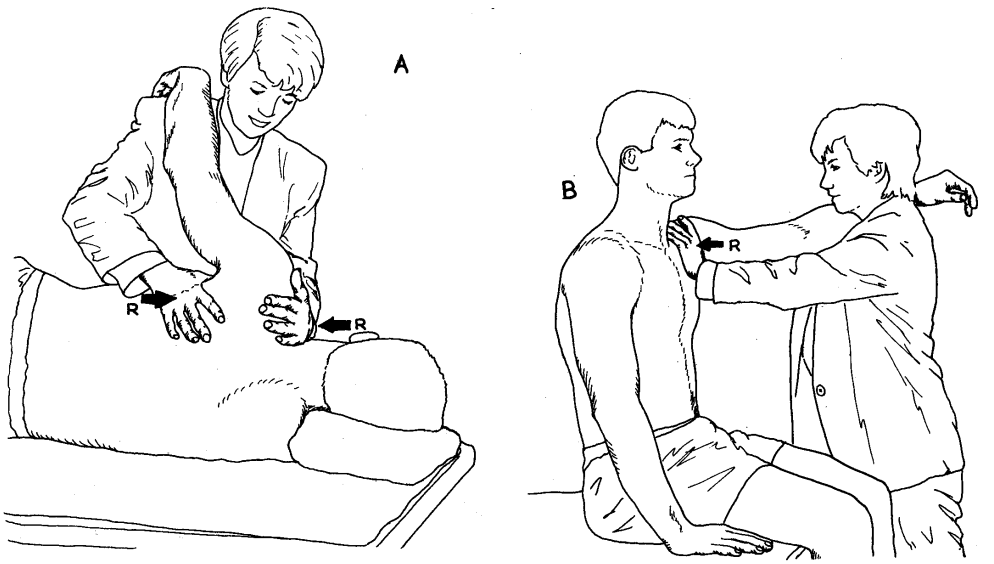


Figura 8.13. Resistencia manual para los movimientos de la escápula. (A) Resistencia a la elevación/depresión. (B) Resistencia a la protracción/retracción. El paciente extiende el brazo sobre el hombro del terapeuta para protraer la escápula mientras el terapeuta ejerce resistencia sobre la apófisis coracoides y el acromion; la otra mano la coloca detrás de la escápula para oponer resistencia a la retracción.

gre los resultados funcionales deseados. Las técnicas de ejercicio de esta sección son sugerencias para que el paciente evolucione a través de las fases de curación subaguda y rehabilitación crónica del tratamiento.* Los principios de la intervención con ejercicio durante estas fases se exponen en el capítulo 7, secciones IV, V y VI. Cuando se elabore un programa de ejercicio, la intensidad y el tipo de ejercicios no deben superar la capacidad del tejido en curación. Los ejercicios siguientes se describen pasando de los más sencillos o menos duros a los más difíciles. Se eligen los ejercicios que supongan un desafío para el paciente y con un nivel a su altura para avanzar con seguridad a niveles de mayor intensidad (ver también capítulo 15 para corregir los problemas posturales cervicales y dorsales que podrían ser causa de mecanismos erróneos de la cintura escapular).

A. Técnicas para aumentar progresivamente la amplitud del movimiento

1. Las **técnicas de inhibición para elongar los músculos acortados** se describen en el capítulo 5.

a. Si hubo una reacción inflamatoria y la región está ahora en el estadio subagudo inicial de curación, la contracción muscular debe ser submáxima y no aumentar el dolor. A medida que avanza la curación y la respuesta del tejido es predecible, la intensidad de la contracción puede aumentar progresivamente hasta emplear un esfuerzo máximo.

b. Se concluye el procedimiento de elongación con la movilidad articular activa en toda la amplitud disponible.

2. **Técnicas de autoestiramiento.** Hay que enseñar al paciente estiramientos prolongados (mantenidos) de baja intensidad.

a. Para aumentar la *flexión y elevación* del brazo

El paciente se sienta con el costado junto a la mesa, el antebrazo reposa sobre el borde de la mesa con el codo ligeramente flexionado (fig. 8.14A). A continuación desliza el antebrazo hacia delante a lo largo de la mesa mientras se curva por la cintura. Finalmente, la cabeza debe estar a nivel del hombro (fig. 8.14B).

b. Para aumentar la *rotación externa* (*lateral*)

El paciente se sienta al igual que para la flexión (fig. 8.14A). A continuación, flexiona la cintura hacia delante, manteniendo la cabeza y el hombro al nivel de la mesa (fig. 8.15).

c. Se alterna la posición para la *rotación externa*

El paciente permanece de pie, mirando el borde del marco de una puerta con la palma de la mano contra el marco y el codo flexionado 90 grados. Mientras se mantiene el brazo junto al costado, el paciente se aleja de la mano fija.

d. Para aumentar la *abducción y elevación* del brazo

El paciente se sienta con el costado junto a la mesa, el antebrazo apoyado con la palma hacia arriba sobre la mesa y apuntando hacia el lado contrario de la mesa (fig. 8.16A). A continuación, baja la cabeza hacia el brazo

* Refs. 5, 15, 26, 48, 52, 57, 59, 89, 99, 104.

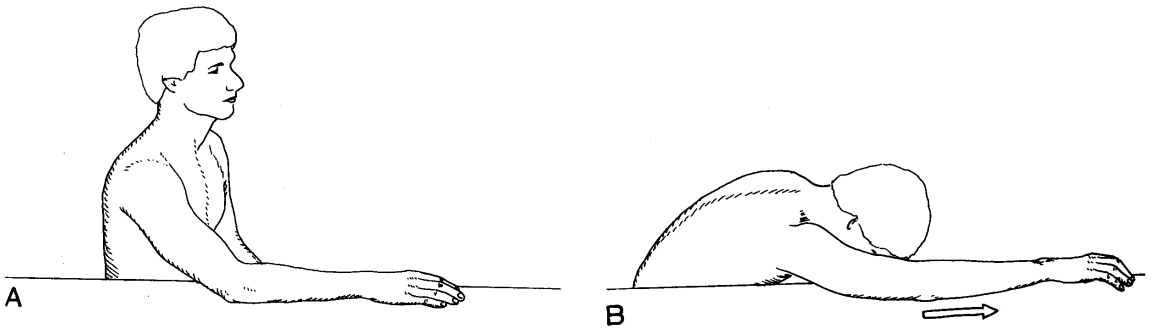


Figura 8.14. Posiciones (A) inicial y (B) final para el autoestiramiento con el fin de y aumentar la flexión y elevación del hombro.

mientras mueve el tórax alejándolo de la mesa (fig. 8.16B).

e. Para aumentar la *extensión*

El paciente permanece de pie con la espalda apoyada contra el borde de la mesa, agarrándose a ella por el borde con los dedos mirando hacia abajo (fig. 8.17A). A continuación comienza a realizar una sentadilla dejando que los codos se flexionen (fig. 8.17B).

Precaución: Si el paciente es propenso a la luxación o subluxación anteriores, no debe realizarse esta actividad.

3. **Ejercicios adicionales manuales y de autoestiramiento para músculos específicos.**

a. Para estirar el *músculo dorsal ancho*

(1) El paciente se tumba en decúbito supino, con las caderas y rodillas flexionadas, de modo que la pelvis esté estabilizada con inclinación posterior de la pelvis. El terapeuta también estabiliza la pelvis con una mano si fuera necesario; la otra mano sujeta la porción distal del húmero (ver fig. 5.6) y flexiona, rota lateralmente y mueve en abducción parcial el húmero hasta el final de la amplitud del músculo dorsal ancho. Se pide al paciente que lo contraiga en extensión, aducción y rotación medial mientras el terapeuta ejerce resistencia para una maniobra de sustentación-relajación. Durante la fase de relajación, el paciente o el terapeuta elonga el músculo.

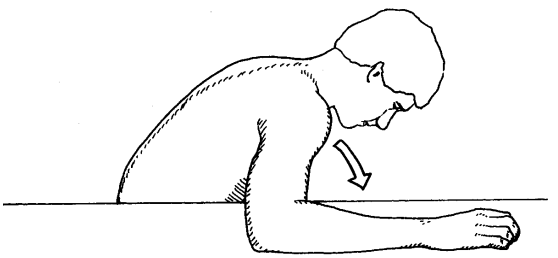


Figura 8.15. Posición final para el autoestiramiento con el fin de aumentar la rotación externa del hombro.

(2) Autoestiramiento. El paciente asume la posición de arriba sin ayuda y extiende el brazo por encima de la cabeza lo más posible sin dejar que se arquee la espalda. O el paciente permanece de pie con la espalda contra una pared y los pies adelantados lo suficiente para que las caderas y rodillas se flexionen parcialmente y la región lumbar permanezca plana contra la pared y la pelvis esté estabilizada. El paciente flexiona activamente,

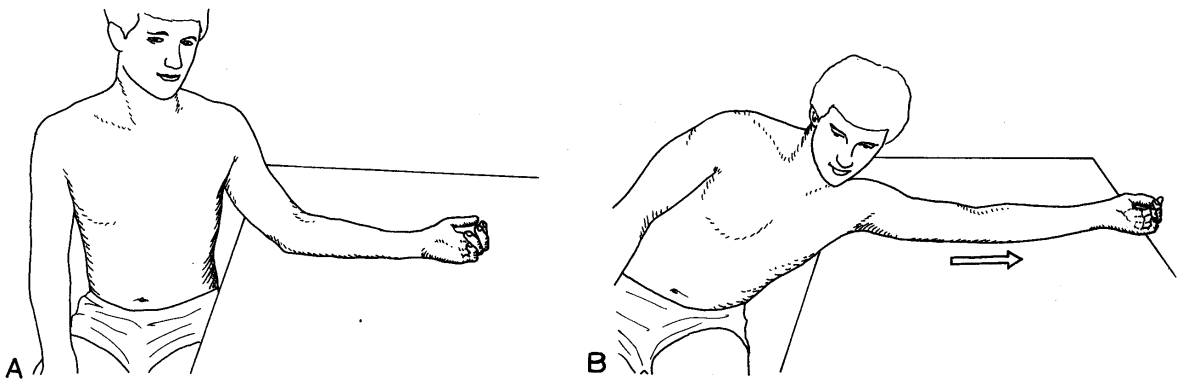


Figura 8.16. Posiciones (A) inicial y (B) final para el autoestiramiento con el fin de aumentar la abducción del hombro con elevación.

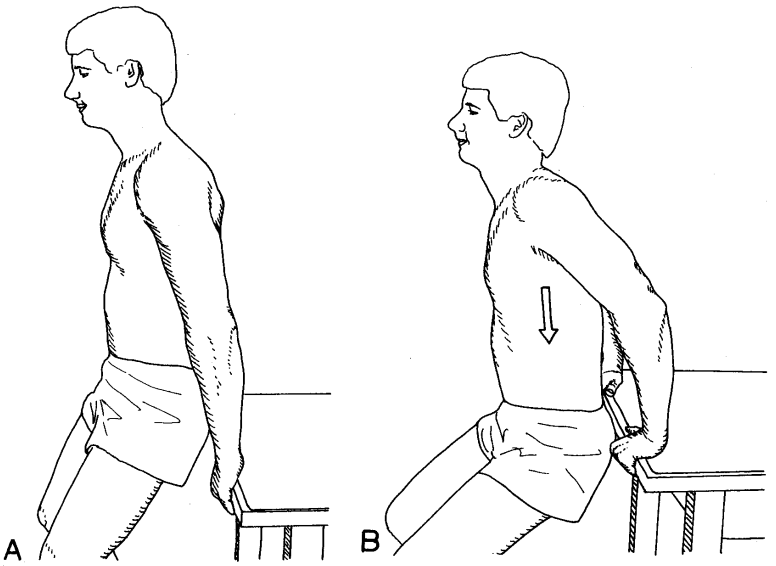


Figura 8.17. Posiciones (A) inicial y (B) final para el autoestiramiento con el fin de aumentar la extensión del codo.

rota externamente, y mueve ligeramente en abducción los brazos lo más posible (los pulgares apuntan al suelo en decúbito supino o hacia la pared si permanece de pie) y trata de alcanzar la colchoneta o la pared con los brazos mientras mantiene la espalda plana.

b. Para estirar los *músculos pectorales mayores*

(1) El paciente permanece sentado en la mesa de tratamiento o la colchoneta, con las manos detrás de la cabeza. El terapeuta se arrodilla detrás del paciente y coge los codos del paciente (fig. 8.18). El paciente inspira cuando aparta los codos de los costados (abducción horizontal y aducción escapular). El terapeuta mantiene los codos en este punto final mientras el paciente espira. No se requieren estiramientos forzados con los codos, porque la caja torácica elonga bilateralmente la inserción proximal de los músculos pectorales mayores. A medida que el paciente repite la inspiración, el terapeuta mueve los codos hacia arriba y afuera hasta el extremo de la amplitud disponible, luego mantiene la postura mientras el paciente espira.

NOTA: No debe haber hiperventilación, porque la respiración es lenta y dentro de los límites de comodidad. Si el paciente se marea, dejaremos que descanse, luego le volveremos a enseñar la técnica adecuada. Nos aseguraremos de que el paciente mantenga el cuello en la posición neutra, nunca flexionado.

(2) Autoestiramiento.

El paciente permanece de pie, mirando una esquina o una puerta abierta, con los brazos en **T** invertida o en **V** contra la pared (fig. 8.19A y B). A continuación, el paciente apoya todo el cuerpo hacia delante por los tobillos (las rodillas ligeramente flexionadas). El grado de estiramiento se ajusta con el grado de movimiento hacia delante.

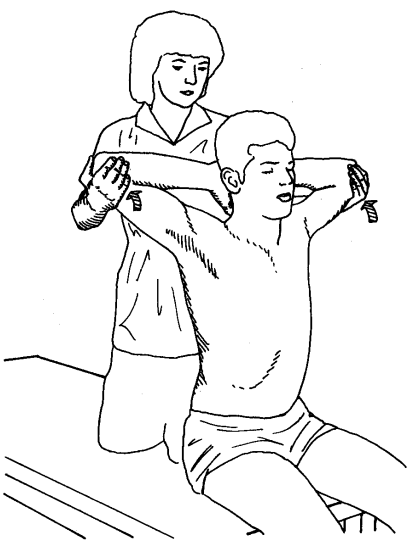


Figura 8.18. Estiramiento activo de los músculos pectorales mayores. El terapeuta lleva y mantiene los codos en la posición final mientras el paciente espira.

(3) Ejercicios con un bastón para los estiramientos.

El paciente permanece sentado o de pie. El paciente coge el bastón con los antebrazos en pronación y los codos flexionados 90 grados. A continuación eleva los hombros y coloca el bastón detrás de la cabeza y los hombros (fig. 8.20). Se mueven las escápulas en aducción y los codos se abren por los lados. Se combina la respiración haciendo que el paciente inspire mientras coloca el bastón detrás de los hombros, y luego espira mientras mantiene esta posición de estiramiento.

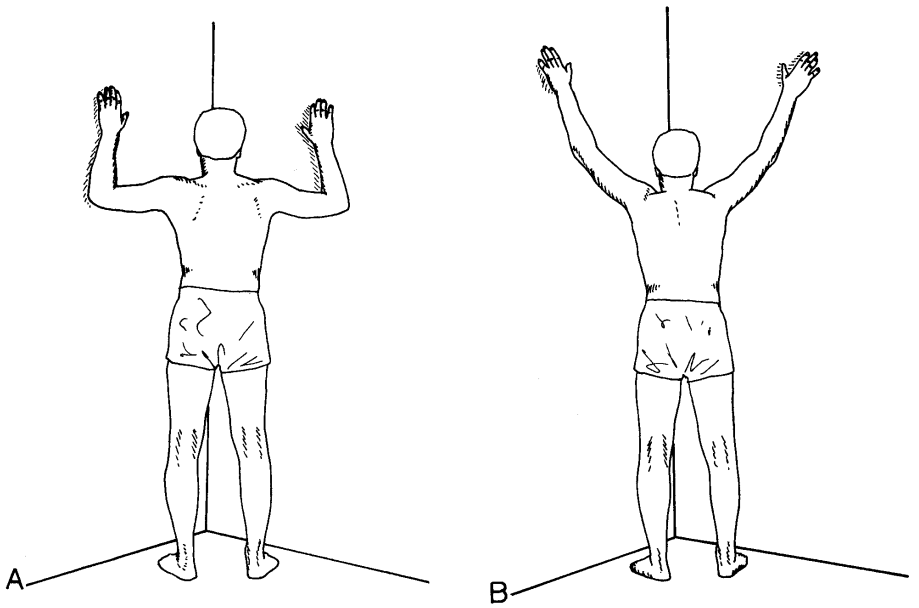


Figura 8.19. Autoestiramiento de los músculos pectorales mayores con los brazos adoptando una **T** invertida para estirar (A) la porción clavicular, y una **V** para estirar (B) la porción esternal.

c. Para aislar el estiramiento del *músculo pectoral menor*

El paciente permanece sentado, El terapeuta coloca una mano posterior y sobre la escápula para estabilizarla contra la caja torácica, y la otra mano sobre el hombro, justo por encima de la apófisis coracoides (fig. 8.21). El paciente inspira; el terapeuta fija la escápula en la posición final; a continuación, el paciente espira. Se repite la operación, reajustando el terapeuta la posición final en cada inspiración, y estabilizando el área mientras el paciente espira.

d. Para estirar el *músculo elevador de la escápula*

NOTA: El músculo se inserta en el ángulo superior de la escápula y hace que ésta rote hacia abajo y se eleve; también se inserta en las apófisis transversas de las vértebras cervicales superiores y hace que se doblen hacia atrás y giren hacia el lado ipsolateral. Como el músculo se inserta en dos estructuras móviles, hay que estabilizar ambos extremos en sentido contrario a la tracción del músculo.

(1) El paciente permanece sentado. El paciente gira la cabeza en sentido contrario al lado en que experimenta la tirantez (mira en dirección contraria al lado tirante) y se inclina hacia delante hasta sentir un ligero tirón en la cara posterolateral del cuello (en el músculo elevador de la escápula). A continuación mueve en abducción el brazo sobre el lado de la tirantez, colocando la mano detrás de la cabeza para estabilizarla en la posición de giro. El terapeuta permanece de pie detrás del paciente, coloca una mano sobre el hombro para estabilizar la escápula y pone el codo del otro brazo en sentido anterior sobre la cabeza

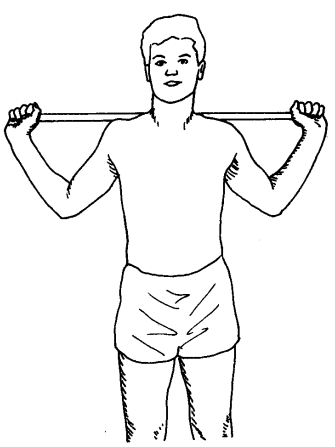


Figura 8.20. Ejercicios con bastón para estirar los músculos pectorales mayores.

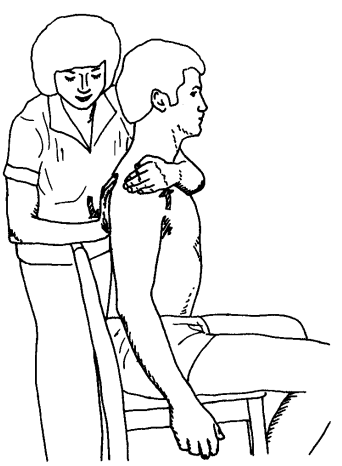


Figura 8.21. Estiramiento activo de los músculos pectorales menores. El terapeuta lleva y mantiene la escápula y la apófisis coracoides en el punto final de amplitud mientras el paciente espira.

girada del paciente. La mano del terapeuta mueve a continuación el brazo del paciente en abducción (fig. 8.22). Con el músculo estirado en esta posición, el paciente inspira y espira. El terapeuta mantiene el hombro y la escápula hacia abajo para que el estiramiento no remita mientras el paciente vuelve a inspirar (contrae el músculo ante la resistencia de la mano). Para aumentar el estiramiento, se aumenta la abducción del hombro. No se trata de un estiramiento forzado sino de una maniobra suave de contracción-relajación. No debe estirarse el músculo forzando la rotación de la cabeza y el cuello.

(2) Para realizar la maniobra anterior dentro de un programa a domicilio como técnica de autoestiramiento, el paciente adopta la misma posición de la cabeza y el brazo que en (1) y permanece de pie con el codo flexionado contra la pared y, si fuera necesario, la otra mano sobre el antebrazo para estabilizar la cabeza girada. A continuación inspira, espira y mueve el codo hacia arriba por la pared (fig. 8.23A).

(3) Se alterna la técnica de autoestiramiento con el paciente sentado. La colocación de la cabeza es la misma; la cabeza gira alejándose del lado acortado; a continuación el paciente mira hacia abajo hasta sentir una ligera tensión en el músculo elevador. Para estabilizar la escápula, el paciente lleva hacia abajo y atrás la mano en el lado del acortamiento y se apoya en el asiento de la silla. La otra mano se coloca sobre la cabeza para tirar suavemente hacia delante y hacia el lado en una dirección oblicua en contra de la línea de tracción del músculo acortado (fig. 8.23B).

e. Para estirar la *cabeza larga del músculo bíceps braquial*

El paciente permanece en decúbito supino o de pie. El hombro y el codo se extienden y el brazo se mueve en pronación (ver fig. 2.8). Para el autoestiramiento, el paciente permanece de pie y lleva el brazo tirante detrás de la espalda lo más posible (el dorso de la mano contra el cuerpo) y coge la muñeca de la otra mano y la estira para que adopte extensión y aducción.

f. Para estirar la *cabeza larga del músculo tríceps braquial*

El paciente permanece sentado o de pie con el hombro y el codo flexionados lo máximo posible (ver fig. 2.9). Para

Figura 8.22. Estiramiento activo del músculo elevador de la escápula. El terapeuta estabiliza la cabeza y la escápula mientras el paciente inspira, y contrae el músculo antes de la resistencia. A medida que se relaja, el paciente deprime la caja torácica y la escápula, lo cual estira el músculo.

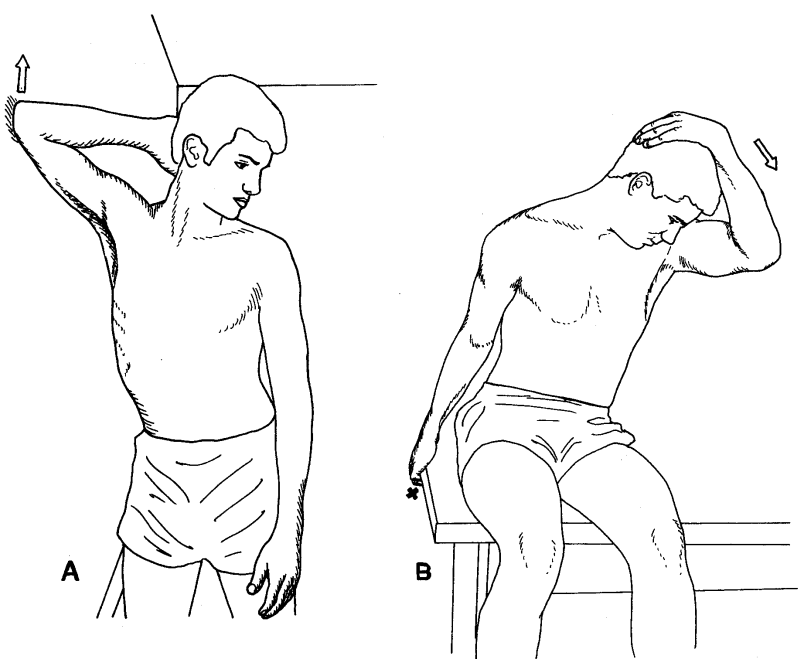


Figura 8.23. Autoestiramiento del músculo elevador de la escápula. (A) Mediante rotación ascendente de la escápula y (B) mediante depresión de la escápula.

el autoestiramiento, el paciente flexiona el codo todo lo posible, luego flexiona el hombro y ejerce la fuerza del estiramiento con la otra mano contra la porción distal del húmero.

g. Para estirar la *porción posterior del deltoides y los rotadores laterales*

La posición del paciente es en decúbito supino, sentado o de pie. El paciente mueve el brazo en aducción horizontal y lo gira en sentido interno alcanzando en lo posible el hombro contrario. La fuerza del estiramiento se aplica con la otra mano contra el codo, ejerciendo presión hacia el hombro no implicado.

B. Técnicas para fortalecer progresivamente los músculos y prepararse para las actividades funcionales

NOTA: El capítulo 3 describe los principios y técnicas de los ejercicios de resistencia y el capítulo 7 presenta los procedimientos para ejercitar los músculos en los distintos estadios de la inflamación y reparación. Remitimos al lector a estos capítulos para hallar las pautas y precauciones.

Primero se aíslan y fortalecen los músculos debilitados mediante resistencia manual o mecánica isométrica de múltiples ángulos, y se desarrolla el control dentro de los límites mecánicos de los tejidos afectos. Se avanza con patrones combinados de movimiento y el entrenamiento de los músculos para que trabajen en una secuencia coordinada de control y movimiento, para luego avanzar y pasar a actividades funcionales.

1. Para pasar a los ejercicios isométricos

Los ejercicios isométricos submáximos de múltiples ángulos descritos en la sección VIII progresan en intensidad de resistencia en múltiples ángulos con el fin de fortalecer los músculos en distintas longitudes y reforzar sus acciones estabilizadoras en distintas posiciones (ver figs. 8.11 y 8.12). Si se aprecia dolor por la compresión articular, se coloca una toalla enrollada en la axila para generar tracción articular, o se usan resistencia manual y se aplica una ligera tracción sobre la articulación mientras se de la resistencia.

2. Para aislar y adiestrar la conciencia de la acción muscular, y para fortalecer los movimientos clave del hombro y la escápula

a. R*otación externa* (*infraspinoso y redondo menor*). El brazo se coloca junto al costado del paciente o en distintas posiciones de abducción, abducción en el plano de la escápula o flexión. El codo se dobla y se aplica fuerza resistida sobre la mano en ángulos rectos al antebrazo. Nos aseguramos de que el paciente rote el húmero y no extienda el codo.

(1) El paciente permanece sentado o de pie mediante resistencia elástica o con una polea fija en la pared delante del cuerpo a nivel del codo. El paciente coge el material elástico o el asa de la polea y gira el brazo hacia fuera (figs. 8.24A y C).

(2) El paciente yace en decúbito lateral sobre el lado sano con el hombro implicado erguido y el brazo apoyado sobre el costado del tórax. Empleando una pesa de mano, un manguito lastrado, o una resistencia elástica, el paciente gira el peso durante la amplitud del movimiento deseada.

(3) El paciente yace en decúbito prono sobre una mesa de tratamiento, con el brazo superior descansando sobre la mesa con el hombro en 90 grados si fuera posible, el codo flexionado con el antebrazo sobre el borde de la mesa. Se eleva el peso lo máximo posible girando el hombro sin extender el codo (fig. 8.24B).

(4) El paciente permanece sentado con el codo flexionado 90 grados y se apoya en la mesa para que el hombro esté en la posición de reposo. El paciente eleva el peso de la mesa girando el hombro.

b. R*otación interna* (*subescapular*). El brazo se coloca junto al costado del paciente o en distintas posiciones de flexión, abducción en el plano de la escápula o abducción. El codo se dobla y se aplica la fuerza de resistencia contra la mano.

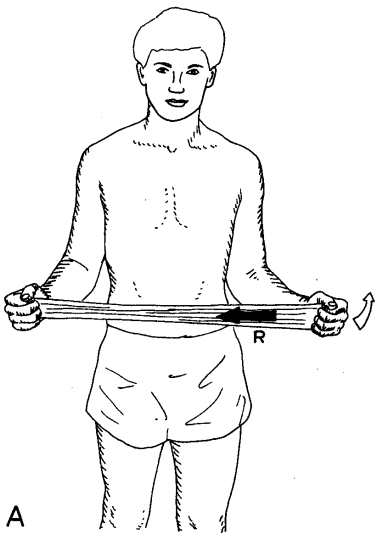
(1) El paciente yace en decúbito lateral sobre el lado afecto con el brazo hacia delante y en flexión parcial. El paciente eleva el peso en rotación interna (fig. 8.25).

(2) El paciente permanece sentado o de pie y emplea un material elástico o un sistema de poleas con la línea de fuerza dirigida hacia el costado y a nivel del codo. El paciente tira del sistema por delante del tronco generando rotación interna.

c. A*bducción y abducción en el plano de la escápula* (*deltoides y supraspinoso*). Si el brazo se mueve en abducción más de 90 grados, debe girar externamente para evitar la compresión del tubérculo mayor del húmero contra el acromion. Estos mismos ejercicios pueden realizarse en el plano de la escápula.

(1) "Press militar". El paciente permanece sentado, el brazo al costado en rotación externa con el codo flexionado y el antebrazo en supinación (el pulgar apunta en sentido posterior). El paciente eleva el peso hacia arriba por encima de la cabeza (fig. 8.26).

(2) El paciente permanece sentado o de pie con el peso en la mano y mueve en abducción el brazo 90 grados, y



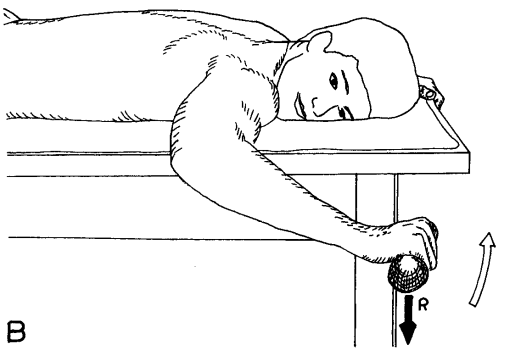
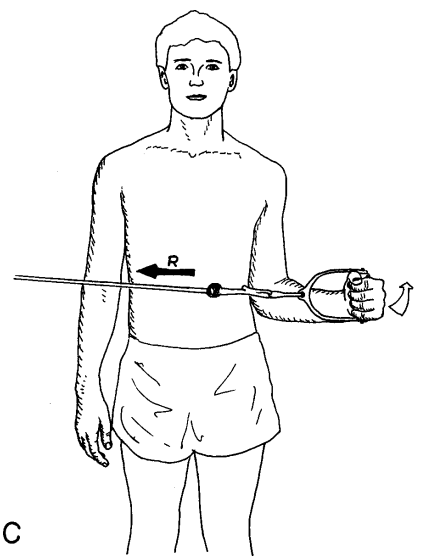


Figura 8.24. Rotación resistida externa del hombro empleando (A) un material elástico, (B) una mancuerna, y (C) una polea fija en la pared.



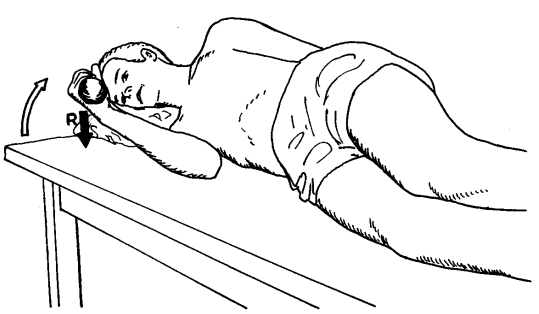


Figura 8.25. Rotación interna resistida del hombro empleando una mancuerna. Para oponer resistencia a la rotación externa, se sitúa el peso en la parte superior de la mano del paciente.

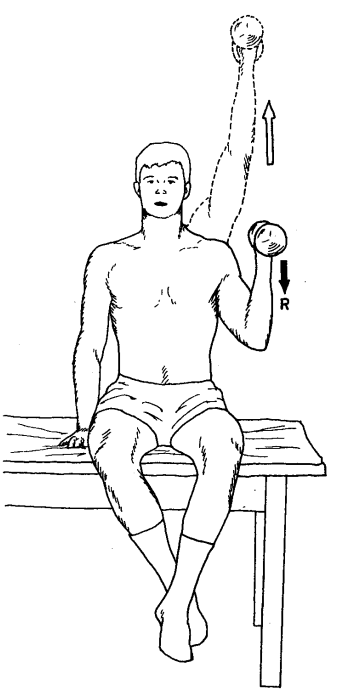


Figura 8.26. Press militar. Se empieza con el brazo junto al costado en rotación externa con el codo flexionado y el antebrazo en supinación (el pulgar apunta en sentido posterior), el peso se levanta por encima de la cabeza.

luego lo gira lateralmente y eleva el brazo el resto de la amplitud. Este mismo movimiento puede realizarse con una resistencia elástica asegurada al pie del paciente, pero teniendo cuidado de que, cuanto mayor sea el estiramiento elástico, mayor sea la resistencia. El paciente tal vez no sea capaz de completar la amplitud del movimiento por el aumento de la resistencia.

(3) El paciente yace en decúbito lateral con el brazo implicado arriba. El paciente levanta una mancuerna hasta adoptar 90 grados. El efecto máximo de la resistencia se halla al comienzo de la amplitud. Al llegar a los 90 grados, toda la fuerza se ejerce a través del eje longitudinal del hueso.

(4) Abducción en el plano de la escápula con rotación interna ("vaciar una lata"), neutra y rotación externa ("llenar una lata"). El paciente permanece de pie con una mancuerna en la mano y eleva el brazo alejándolo del costado en el plano de la escápula, a medio camino entre la abducción y la flexión. La ejecución del movimiento de abducción en el plano de la escápula con el húmero en las distintas posiciones de rotación tiene el valor de hacer hincapié en cada uno de los músculos rotadores del manguito en su sinergia con los músculos supraspinoso y deltoides.

NOTA: Es bastante popular hacer hincapié en el músculo supraspinoso al girar internamente el hombro mientras permanece en abducción en el plano de la escápula,[104] la posición de vaciar una lata, porque está posición aísla supuestamente este músculo. Un estudio electromiográfico confirma que el supraspinoso se contrae mucho en esta posición, pero no se aísla de otros músculos del hombro como las porciones anterior y media del deltoides y el subescapular, lo cual hace que se contraiga incluso con más fuerza.[99] EL supraspinoso se contrae con mayor fuerza cuando se practica el press militar.[99]

d. F*lexión* (*porción anterior del deltoides*). El paciente permanece sentado, de pie o en decúbito supino y eleva la mancuerna en toda la amplitud del movimiento. Cuando está en decúbito supino, la fuerza resistida máxima se encuentra al comienzo de la amplitud; cuando está de pie, la fuerza resistida máxima se aprecia con el hombro flexionado 90 grados (ver figs. 3.30 y 3.31). Puede usarse una fuerza resistida elástica mientras el paciente permanece de pie si se asegura debajo del pie de éste o de un objeto sólido.

e. A*ducción* (*pectoral mayor, redondo mayor, y dorsal ancho*) y *aducción horizontal* (*porción anterior del deltoides*)

(1) El paciente está sentado o de pie. Se mueve el brazo en abducción y el paciente ejerce tracción hacia abajo contra la fuerza de una polea o una resistencia elástica fija en un punto por encima de la cabeza. La resistencia máxima se aprecia cuando la línea de la fuerza resistida sigue ángulos rectos respecto al brazo del paciente.

(2) El paciente yace en decúbito supino, empezando con los brazos lejos del costado en abducción horizontal, llevando los brazos hacia delante en aducción horizontal hasta que los brazos estén en la vertical y las manos toquen la línea media.

f. E*xtensión* (*porción posterior del deltoides*)

(1) El paciente yace en decúbito prono con el brazo por encima del costado de la mesa en 90 grados de flexión. Levanta el peso hacia atrás en extensión.

(2) El paciente permanece sentado o de pie. Flexiona el brazo y ejerce tracción hacia abajo contra la fuerza de una polea o una resistencia elástica fija en un punto por encima de la cabeza.

g. R*esistencia manual* a los movimientos escapulares. El paciente yace en decúbito lateral o permanece sentado con el brazo descansando sobre el hombro del terapeuta; se pasa a la amplitud del movimiento con resistencia manual respecto a los movimientos escapulares como se describe para los ejercicios estáticos isométricos (ver fig. 8.13).

h. R*etracción* (*aducción*) *de la escápula* (*romboides y porción media del trapecio*)

NOTA: La retracción de la escápula es un movimiento necesario para que la postura escapulotorácica sea buena. Las actividades que comprenden retracción también se exponen en el capítulo 15 en combinación con el desarrollo de la fuerza y en la región para el control funcional de las posturas.

(1) El paciente se tumba en decúbito prono. Se enseña al paciente a entrelazar las manos detrás de la región lumbar de la espalda. Esta actividad debe causar aducción escapular. Se llama la atención sobre las escápulas en aducción y el paciente mantiene la posición en aducción de las escápulas mientras se hace descender los brazos hacia los costados. El paciente repite la actividad sin mover los brazos. Esta acción se practica en decúbito supino, sentado y de pie.

(2) El paciente se sienta o permanece de pie con los brazos flexionados 90 grados y los codos extendidos. El paciente coge cada extremo de una resistencia elástica o una polea y retrae la escápula contra la resistencia, manteniendo los brazos alineados con la polea. Esta misma acción puede ser resistida con el paciente en decúbito prono y el brazo colgando del borde de la mesa con una mancuerna en la mano (fig. 8.27).

(3) La combinación de movimientos de brazos y resistencia con aducción escapular fortalece aún más estos músculos como se describe en la sección de patrones combinados.

i. R*otación ascendente de la escápula* (*porciones superior e inferior del trapecio y serrato anterior*)

Este movimiento no puede aislarse de los movimientos del brazo porque forma parte de la sinergia para la elevación del húmero. Se entrena la conciencia colocando el brazo pasivamente en elevación y luego se pide al paciente que lo mantenga en esa posición llamándole la atención sobre la función escapular mediante estímulos táctiles.

El paciente yace en decúbito prono con el brazo elevado por encima de la cabeza. Se levanta el brazo, lo que causa la contracción de los músculos rotadores.

j. P*rotracción* (*abducción*) *de la escápula* (*serrato anterior*)

(1) El paciente yace en decúbito supino con el brazo flexionado 90 grados y el codo extendido. El paciente "empuja" el peso hacia arriba sin girar el cuerpo.

(2) El paciente permanece sentado o de pie con el brazo flexionado 90 grados y el codo extendido. Detrás del paciente hay una polea o resistencia elástica. El paciente "empuja" contra la resistencia sin girar el cuerpo (fig. 8.28).

k. E*levación de la escápula* (*porción superior del trapecio y elevador de la escápula*). El paciente permanece sentado o de pie, sosteniendo pesas con las manos o extremos de una resistencia elástica asegurados bajo los pies, y encoge los hombros.

3. Aumentar la estabilización y el control de los músculos proximales (reeducación propioceptiva)

a. Se aumentan las cargas durante los *ejercicios en cadena cinética cerrada*.

(1) El paciente permanece de pie y apoya las manos sobre una pared, sobre la mesa de tratamiento, o sobre el suelo. La carga del ejercicio se añade con presión del terapeuta o ejerciendo resistencia al movimiento mientras el paciente se balancea en distintas direcciones (fig. 8.29A).

(2) Se avanza haciendo que el paciente levante alternativamente un brazo; esto requiere estabilización adicional de la extremidad que sostiene el peso del cuerpo. Se aumenta la dificultad haciendo que el paciente levante un peso con el brazo libre (que no soporta carga alguna).

(3) Se inicia la resistencia aumentando el tiempo en cada nivel de resistencia antes de avanzar en los ejercicios. A medida que el paciente muestra buena estabilidad y resistencia física, se pasa a la posición a gatas.

(4) Otras posibilidades para el aumento de la dificultad es la colocación de una pelota, o una tabla oscilante o una tabla con movimientos de bamboleo debajo de las manos para desarrollar reacciones de equilibrio sobre una superficie inestable (fig. 8.29B).

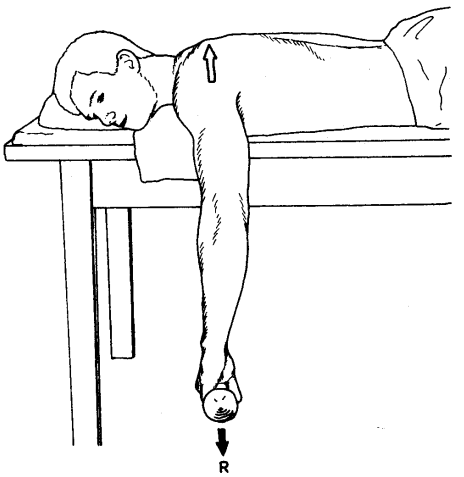


Figura 8.27. Retracción (aducción) escapular contra una resistencia sostenida por la mano en decúbito prono.

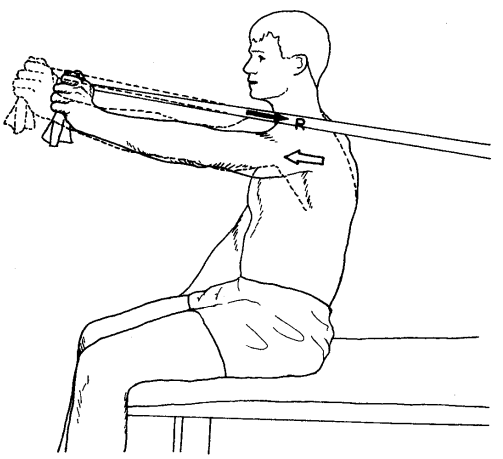


Figura 8.28. Protracción (abducción) escapular; tracción sobre una resistencia elástica.

b. También pueden realizarse *ejercicios en cadena total* avanzados mediante las máquinas ProFitter (ver fig. 3.29) o Stairmaster mientras se carga el peso bilateral o unilateralmente sobre las extremidades superiores. Reproducen los ejercicios en cadena cinética cerrada y requieren la coordinación y estabilización de los músculos de la cintura escapular mientras la mano recorre un arco de movimiento.

c. E*jercicios de estabilización rítmica en cadena cinética abierta*.

(1) El paciente yace en decúbito supino, con un bastón sobre los hombros flexionados 90 grados. Se enseña al paciente a aguantar la resistencia que ejerce el terapeuta que empuja y ejerce tracción en distintas direcciones. Inicialmente, se indica al paciente la dirección en que se empuja y aumenta gradualmente la resistencia; se indi-

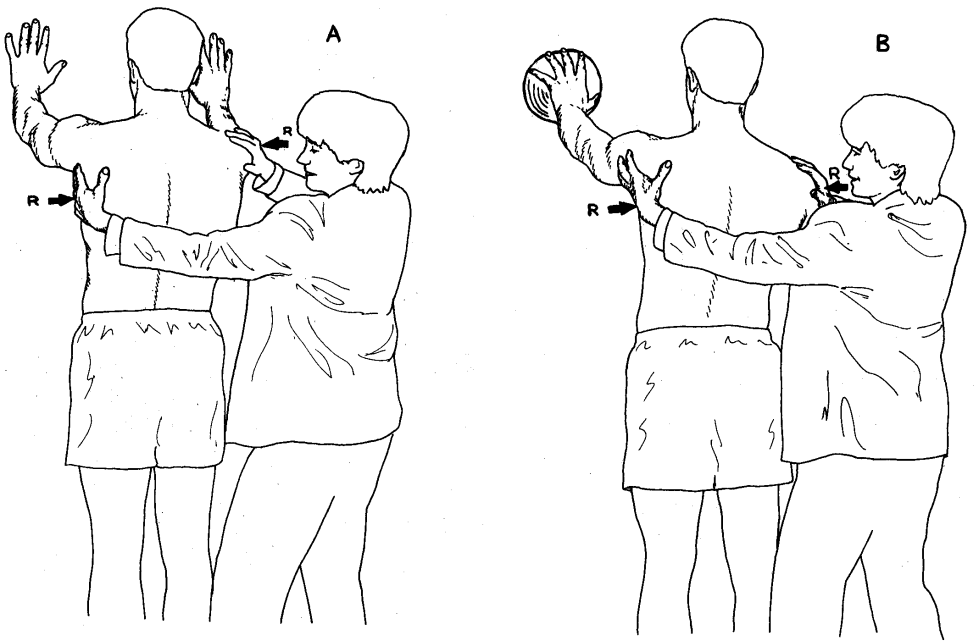


Figura 8.29. Ejercicios de estabilización escapular y glenohumeral en cadena cinética cerrada. (A) Apoyo bilateral en una posición de carga mínima con ambas manos apoyadas en la pared. (B) Apoyo unilateral sobre una superficie menos estable (una pelota). El terapeuta aplica resistencia mientras el paciente se estabiliza ante esta resistencia o el terapeuta la aplica mientras el paciente se mueve de lado a lado.

cará en cada ocasión el cambio de dirección y se refuerza verbalmente lo que debería sentir en los músculos (fig. 8.30).

(2) Se incrementa la dificultad de los ejercicios reduciendo los avisos verbales, aumentando la intensidad de la resistencia y aumentando la velocidad con la que se desvían las direcciones. La resistencia puede aplicarse unilateralmente sobre la extremidad afectada para que no haya ayuda por parte del hombro normal. Se aumenta la resistencia aumentando el tiempo que se mantiene la estabilización.

4. Aumento del fortalecimiento de la cintura escapular y desarrollo de la coordinación y control de los patrones combinados de movimiento entre la escápula y el brazo

Se carga dinámicamente la extremidad superior dentro de los límites de tolerancia de la sinergia. Los ejercicios prosiguen hasta que uno de los componentes del patrón no pueda controlarse en la circunstancia definida, por lo que se incrementa la presión sobre el eslabón más débil de la cadena, sin permitir que se inicien sustituciones. Inicialmente, el objetivo es desarrollar el control durante 1 minuto y se evoluciona hasta 3 minutos. En los patrones descritos, permanecer tumbado aporta el máximo apoyo al tronco para que el paciente sólo tenga que concentrarse en los movimientos de la escápula y el hombro. Estando bajo control, se pasa a la posición sedente, haciendo hincapié en que el paciente mantenga una buena postura con la columna vertebral; luego permanece de pie o en cualquier posición funcional definida. En cada posición se avanza aumentando la resistencia o aumentando la velocidad según el resultado funcional deseado. En la fase subaguda, se aplica resistencia submáxima durante la fase concéntrica de la actividad. No se añade resistencia adicional durante la fase excéntrica de modo que la resistencia excéntrica no sea máxima. En la fase de rehabilitación crónica, se aplica resistencia máxima basada en el resultado funcional deseado.

a. *Retracción escapular con aducción horizontal del hombro*

(1) El paciente yace en decúbito prono, junta las escápulas y eleva el codo hasta la horizontal en un movimiento de remo; se añade peso para aumentar la resistencia. Realizar este ejercicio con los codos extendidos también aumenta la resistencia (fig. 8.31).

(2) El paciente permanece sentado o de pie, y ejerce tracción contra una resistencia elástica que se asegura a la altura de los hombros, con aducción horizontal de los brazos mientras se mueven las escápulas en aducción, por lo general con los codos flexionados; se requiere mayor fuerza y control si los codos están extendidos.

b. *Retracción escapular con aducción y rotación lateral del hombro*

(1) El paciente yace en decúbito prono, con el brazo sobre el borde de la mesa. Junta las escápulas, mueve el hombro en abducción y gira lateralmente (el pulgar apunta hacia el techo); se añade peso para ejercer resistencia (ver fig. 8.24B con énfasis en la aducción escapular).

(2) El paciente permanece sentado o de pie. Ejerce tracción ante una resistencia elástica para que la posición final sea retracción escapular con abducción y rotación lateral del hombro (fig. 8.32).

(3) Se inician patrones diagonales como la flexión, abducción y rotación lateral combinadas en decúbito supino; luego se pasa a posición sedente y luego a bipedestación, con resistencia ejercida manualmente, con pesos libres o con resistencia elástica.

c. P*rotracción y aducción horizontal escapulares en cadena cinética cerrada*. Flexiones de brazos con sustentación isométrica en el extremo en una posición que el paciente pueda controlar. Se empieza con flexiones contra la pared para desarrollar el control y la fuerza si hubiera debilidad. Para aumentar la dificultad se incrementa el ángulo del tronco empujando contra una barra, el extremo de la mesa, o un banco y finalmente con las manos en el suelo. Puede ajustarse la resistencia empleando más las rodillas como fulcro que los pies.

d. A*ducción del húmero y depresión escapular en cadena cinética cerrada*. Ejercicios de tríceps en posición sedente. El paciente coloca ambas manos en los lados de la silla y empuja hacia abajo para elevar el tronco de la silla.

e. Hay que identificar los patrones básicos que forman parte del resultado final deseado y se aumenta la dificultad de forma parecida a la descrita.

C. Métodos para pasar a las actividades funcionales

En cuanto el paciente adquiera control sobre los movimientos de escápulas y húmeros y sobre los componentes básicos de las actividades deseadas sin exacerbar los síntomas, se inicia la especificidad del entrenamiento hacia el resultado funcional deseado pasando a los ejercicios de fortalecimiento y resistencia máxima concéntrica y excéntrica. Se emplean los patrones reales y el tipo de contracción requerida para el resultado deseado con el fin de llegar a la velocidad deseada, primero de forma controlada, y luego con menos control.

1. Se aumenta la *resistencia física* con cargas repetitivas de 3 a 5 minutos empleando los patrones de movimiento descritos en la sección previa.

2. Se pasa del *entrenamiento excéntrico* al empleo de cargas máximas. Como las contracciones excéntricas toleran mayor resistencia que las concéntricas, cuando se use resistencia para el entrenamiento excéntrico, se enseñará al paciente a ayudar al brazo al final de la amplitud acortada de los músculos que se van a someter a estrés; a continuación, los músculos controlan el movimiento

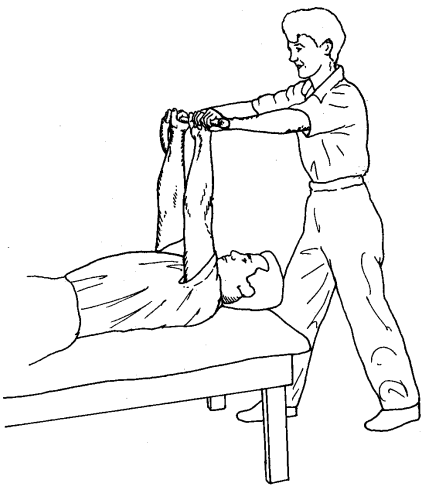


Figura 8.30. Estabilización rítmica. El paciente se estabiliza con la musculatura de la cintura escapular (isométricamente) ante la resistencia impuesta por el terapeuta. Se aplica resistencia durante la flexión/extensión, abducción/aducción, y la rotación mediante una secuencia rítmica.

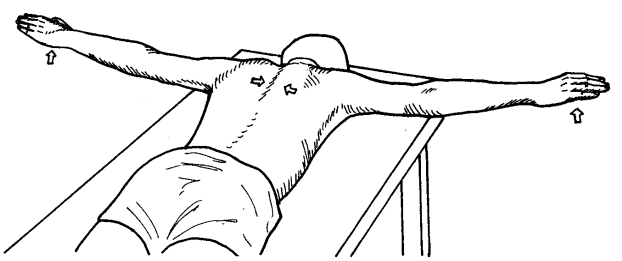


Figura 8.31. Ejercicios de aducción escapular, con los brazos colocados para ejercer máxima resistencia ante la fuerza de la gravedad. Para aumentar la dificultad del ejercicio, se colocan mancuernas en las manos del paciente.

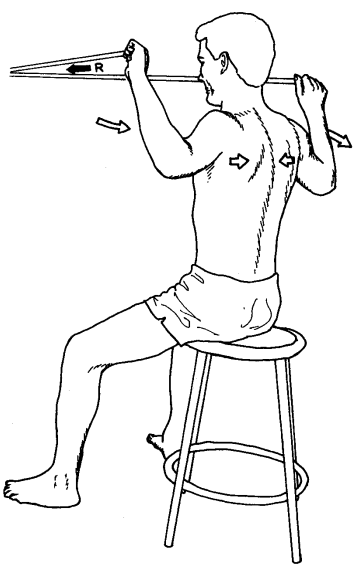


Figura 8.32. Aducción escapular combinada con abducción horizontal y rotación lateral del hombro contra resistencia.

de retorno. Esto puede realizarse con resistencia elástica, poleas o pesas libres, primero en planos únicos de movimiento, y luego en patrones simulados. Puede recurrirse a patrones concéntricos/excéntricos en máquinas isocinéticas para reproducir los patrones deseados.

3. Se inician las *actividades de estiramiento-acortamiento* (ejercicios pliométricos) con un patrón seguro y controlado y una resistencia ligera; luego se aumenta la velocidad y la resistencia según la tolerancia.

Ejemplo: El terapeuta tira una pelota lastrada al paciente para que la coja en distintas posiciones de los brazos y la devuelva de inmediato empleando un patrón recíproco (fig. 8.33). Hay en el mercado aparatos de rebote con muelles o tubos elásticos para que el paciente pueda practicar esta actividad por sí solo una vez que aprenda los ejercicios.[103,104,105]

4. Se aumenta la *velocidad* con tensiones superpuestas según la tolerancia mientras se estimula la actividad deseada. Se evalúa la función total del cuerpo mientras se practica la actividad deseada. Repárese en la sincronización y la secuencia de los hechos.

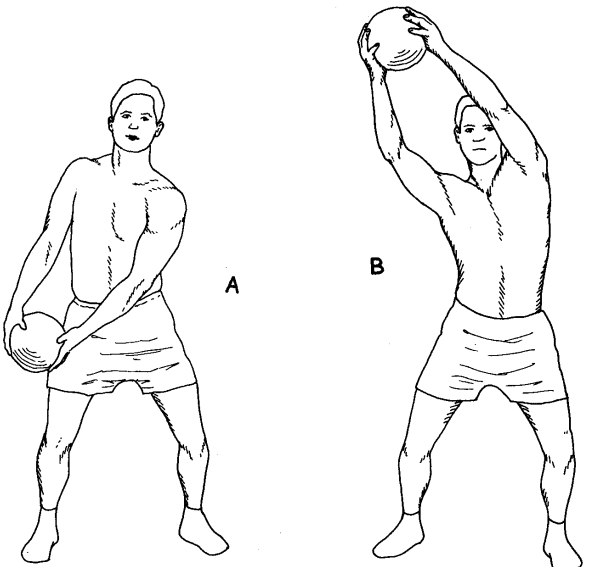


Figura 8.33. Asimiento de una pelota lastrada mediante (A) un patrón diagonal de extensión y (B) un patrón diagonal de flexión.

X. Resumen

En este capítulo se ha procedido a la descripción del tratamiento de las afecciones musculosqueléticas más frecuentes de la cintura escapular mediante intervenciones adecuadas de ejercicio terapéutico (cinesiterapia) después de realizar un breve repaso de la anatomía y cinesiología de la región. Se ha aportado información básica al lector sobre la etiología y las deficiencias típicas y las limitaciones funcionales habituales de las afecciones del hombro, la clavícula y la escápula como artritis, hipermovilidad, inestabilidad, síndromes por uso excesivo, desequilibrios musculares, luxaciones traumáticas, distrofia simpática refleja, y el síndrome del plexo braquial. También se ha descrito la información básica sobre intervenciones quirúrgicas corrientes para problemas articulares, síndromes por compresión e inestabilidades. Se han aportado pautas para cubrir los objetivos y desempeñar el plan de asistencia durante cada estadio de la recuperación para las distintas afecciones y procedimientos quirúrgicos de manera que se sienten las bases para que el terapeuta elabore un programa individualizado de ejercicios. Las secciones finales del capítulo se han dedicado a la descripción de las técnicas de ejercicio terapéutico (cinesiterapia) para realizar progresivamente estiramientos, fortalecimiento y desarrollar el empleo funcional del complejo de la cintura escapular.

Bibliografía

1. Andrews, JR, Y Angelo, RL: "Shoulder arthroscopy for the throwing athlete". En Paulos, LE, y Tibone, JE (eds): *Operative Technique in Shoulder Surgery*. Aspen, Gaithersburg, MD, 1991.
2. Arntz, CT, y Jackins, S: "Prosthetic replacement of the shoulder for the treatment of defects in the rotator cuff and the surface of the glenohumeral joint". *J Bone Joint Surg Am* 75:485-491, 1993.
3. Aronen, JG, y Regan, K: "Decreasing the incidence of recurrence of first-time anterior dislocations with rehabilitation". *Am J Sports Med* 12:283, 1984.
4. Baker, CL, y Liu, SH: "Neurovascular injuries to the shoulder". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 18:361, 1993.
5. Ballantyne, BT, y otros: "Electromyographic activity of selected shoulder muscles in commonly used therapeutic exercises". *Phys Ther* 73:668, 1993.
6. Barrett, WP, y Frankin, JL: "Total shoulder arthroplasty". *J Bone Joint Surg Am* 69:866-872, 1987.
7. Bassett, RW, y otros: "Glenohumeral muscle force and movement mechanics in a position of shoulder instability". *J Biomech* 23:405, 1990.
8. Bigliani, LV, y otros: "Repair of rotator cuff tears in tennis players". *Am J Sports Med* 20(2):112-117, 1992.

9. Binder, AI, y otros: "Frozen shoulder: A long-term prospective study". *Ann Rheum Dis* 43:361, 1984.
10. Blakely, RL, y Palmer, ML: "Analysis of rotation accompanying shoulder flexion". *Phys Thor* 64:1214, 1984.
11. Blakely, RL, y Palmer, ML: "Analysis of shoulder rotation accompanying a proprioceptive neuromuscular facilitation approach". *Phys Ther* 66:1224, 1986.
12. Brewster, C, y Schwar, DRM: "Rehabilitation of the shoulder following rotator cuff injury or surgery". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 18:422, 1993.
13. Brostrom, LA, y otros: "The effect of shoulder muscle training in patients with recurrent shoulder dislocations". *Scand J Rehabil Med* 24:11, 1992.
14. Brunet, ME, Haddad, RJ, y Porche, EB: "Rotator cuff impingement syndrome in sports". *The Physician and Sports Medicine* 10:87, 1982.
15. Burkhead, WZ, y Rockwood, CA: "Treatment of instability of the shoulder with an exercise program". *J Bone Joint Surg Am* 74:890, 1992.
16. Cailliet, R: *Shoulder Pain*, ed 3. FA Davis, Filadelfia, 1991.
17. Cain, PR, y otros: "Anterior stability of the glenohumeral joint". *Am J Sports Med* 15:144, 1987.
18. Cash, JD: "Recent advances and perspectives on arthroscopic stabilization of the shoulder". *Clin Sports Med* 10(4):871-886, 1991.
19. Caspari, RB: "Arthroscopic reconstruction for anterior shoulder instability". En Paulos, LE, y Tibone, JE (eds); *Operative Techniques in Shoulder Surgery*. Aspen, Gaithersburg, MD, 1991.
20. Codman, EA: *The Shoulder*. Thomas Todd Company, Boston, 1934.
21. Cofield, R, Morrey, B, y Bryan, R: "Total shoulder and total elbow arthroplasties: The current State of development–Part I". *Journal of Continuing Education Orthopedics* 6:14, 1978.
22. Cuetter, AC, y Bartoszek, DM: "The thoracic outlet syndrome: Controversies, overdiagnosis, overtreatment, and recommendations for management". *Muscle Nerve* 12:410, 1989.
23. Culhan, E, y Peat, M: "Functional anatomy of the shoulder complex". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 18:342, 1993.
24. Cyriax, J: *Textbook of Orthopaedic Medicine*, Vol. 1. "Diagnosis of Soft Tissue Lesions", 8 ed. Bailliere Tendall, Londres, 1982.
25. Cyriax, J: *Textbook of Orthopaedic Medicine*, Vol. 2. "Treatment by Manipulation, Massage and Injection", ed 10. Bailliere Tendall, Londres, 1980.
26. Davies, GJ, y Dickoff-Hoffman, S: "Neuromuscular testing and rehabilitation of the shoulder complex". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 18:449, 1993.
27. DePalma, AF: *Surgery of the Shoulder*, 3 ed. JB Lippincott, Filadelfia, 1983.
28. Dontigny, R: "Passive shoulder exercises". *Phys Ther* 50:1707, 1970.
29. Ellman, H: "Anhroscopic subacromial decompression". En Welsh, RP, y Shephard, RJ (eds): *Current Therapy in Sports Medicine*, Vol. 2. BC Decker, Toronto, 1990.
30. Engle, RP y Canner, GC: "Posterior shoulder instability: Approach to rehabilitation". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 10(12): 70-78, 1989.
31. Fahey, VA: "Thoracic outlet syndrome". *J Cardiovasc Nurs* 1:12, 1987.
32. Fu, FH, Harner, CD, y Klein, AH: "Shoulder impingement syndrome: a critical review". *Clin Orthop* 269:162, 1991.
33. Grey, RG: "The natural history of Idiopathic frozen shoulder". *J Bone Joint Surg Am* 60:564, 1978.
34. Griffin, JW: "Hemiplegic shoulder pain". *Phys Ther* 66:1884, 1986.
35. Gross, RM: "Arthroscopic shoulder capsulorrhaphy: Does it work?" *Am J Sports Med* 17:495, 1989.
36. Grubbs, N: "Frozen shoulder syndrome: A review of literature". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 18:479, 1993.
37. Guidotti, TL: "Occupational repetitive strain injury". *Am Fam Physician* 45:585, 1992.
38. Hawkins, RJ, y Abrams, JS: "Impingement syndrome in the absence of rotator cuff tear (estadios 1 y 2)". *Orthop Clin North Am* 18:373, 1987.
39. Hawkins, RJ, y otros: "Acromioplasty for impingement with an intact rotator cuff". *J Bone Joint Surg Br* 70 (5):795-797, 1988.
40. Hawkins, RJ, y Kunkel, SS: "Rotator cuff tears". En: Welsh, RP, y Shepherd, RJ (eds): *Current Therapy in Sports Medicine*, Vol 2. BC Decker, Toronto, 1990.
41. Hawkins, RJ, Misamore, GW, y Hobeika, PE: "Surgery of full thickness rotator cuff tears". *J Bone Joint Surg Am* 67(9):1349-1355, 1985.
42. Hawkins, RJ, Koppert, G, y Johnston, G: "Recurrent posterior instability (subluxation) of the shoulder". *J Bone Joint Surg Am* 66:169, 1984.
43. Hawkins, RJ, Misamore, OW, y Hobeika, PE: "Surgery for full-thickness rotator cuff tears". *J Bone Joint Surg Am* 67:1349, 1985.

44. Hernandez, A, y Drez, D: "Operative treatment of posterior shoulder dislocation by posterior glenoidplasty, capsulorrhapy and infraspinatus advancement". *Am J Sports Med* 14:187, 1986.

45. Ho, CP: "Applied MRI anatomy of the shoulder". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 18:351, 1993.

46. Hoppenfeld, S: *Physical Examination of the Spine and Extremities*. Appleton-Century~Crofts, Nueva York, 1976.

47. Jobe, FW, y Glousman, RE: *Anterior capsulolaboral reconstruction*. *Techniques in orthopedics*: *The Shoulder*, Vol 3. Aspen, Rockville, MD, 1989.

48. Jobe, FW, Moynes, DR, y Brewster, CE: "Rehabilitation of shoulder joint instabilities". *Orthop Clin North Am* 18:473, 1987.

49. Jobe, FW, y Pink, M: "Classification and treatment of shoulder dysfunction in the overhead athlete". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 18:427, 1993.

50. Kaltenborn, F: *Manual Mobilization of the Extremity Joints*, ed 4. Olaf Norlis Bokhandel, Oslo, 1989.

51. Kamkar, A, Irrgang, JJ, y Whitney, SI: "Nonoperative management of secondary shoulder impingement syndrome". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 17(5):212-224, 1993.

52. Kennedy, K: *Rehabilitation of the unstable shoulder*. Sportsmedicine Performance and Research Center, WB Saunders, 1993.

53. Kessler, R, y Hertling, D: *Management of Common Musculoskeletal Disorders*. Harper & Row, Filadelfia, 1983.

54. Kuland, DN: *The Injured Athlete*, ed 2. JB Lippincott, Filadelfia, 1988.

55. Kumar, VP, Satku, K, y Balasubramaniam, P: "The role of the long head of the biceps brachii in the stabilization in the head of the humerus". *Clin Orthop* 244:172, 1989.

56. Lehmkuhl, LD, y Smith, LK: *Brunnstrom's Clinical Kinesiology*, ed 4. FA Davis, Filadelfia, 1983.

57. Litchfield, R, y otros: "Rehabilitation for the overhead athlete". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 18:433, 1993.

58. Lord, J, y Rosati, JM: *Thoracic outlet syndromes*, Vol 23. CIBA Pharmaceutical Co, Summit, NJ, 1971.

59. Malone, TR: "Principles of rehabilitation and prehabilitation". *Sports Injury Management* 1:42, 1988.

60. Matzen, FA, y Arntz, CT: "Subacromial impingements". En Rockwood, CA, y Matzen, FA (eds): *The Shoulder*, Vol 2. WB Saunders, Filadelfia, 1990.

61. Meister, K, y Andrews, JR: "Classification and treatment of rotator cuff injuries in the overhand athlete". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 18:413, 1993.

62. Neer, CS: "Impingement lesions". *Clin Orthop* 173:70, 1983.

63. Neer, CS: *Shoulder Reconstruction*. WB Saunders, Filadelfia, 1990.

64. Neer, CS: "Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder. A preliminary report". *J Bone Joint Surg Am* 54:41, 1972.

65. Neer, CS: "Articular replacement of the humeral head". *J Bone Joint Surg Am* 37:215, 1955.

66. Neer, CS: "Displaced proximal humeral fractures". *J Bone Joint Surg Am* 52:1077, 1970.

67. Neer, CS: "Prosthetic replacement of the humeral head: Indications and operative technique". *Surg Clin North Am* 43:158, 1963.

68. Neer, CS: "Replacement arthroplasty for glenohumoral osteoarthritis". *J Bone Joint Surg Am* 56:1, 1974.

69. Nevaiser, RJ, y Nevaiser, TJ: "The frozen shoulder: Diagnosis and management". *Clin Orthop* 223:59, 1987.

70. Nevaiser, RJ: "Ruptures of the rotator cuff". *Orthop Clin North Am* 18:387, 1987.

71. Nevaiser, RJ: "Injuries to the clavicle and acromioclavicular joint". *Orthop Clin North Am* 18:433, 1987.

72. Nevaiser, TJ: "Adhesive capsulitis". *Orthop Clin North Am* 18:439, 1987.

73. Nevaiser, TJ: "The role of the biceps tendon in the impingement syndrome". *Orthop Clin North Am* 18:383, 1987.

74. Nicholson, GG: "The effects of passive joint mobilization on pain and hypomobility associated with adhesive capsulitis of the shoulder". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 6:238, 1985.

75. Noonan, TJ, y Garrett, WE: "Injuries at the myotendinous junction". *Clin Sports Med* 11:783, 1992.

76. Norkin, C, y Levangie, P: *Joint Structure and Function*: *A Comprehensive Analysis*, ed 2. FA Davis, Filadelfia, 1992.

77. O'Brien, M: "Functional anatomy and physiology of tendons". *Clin Sports Med* 11:505, 1992.

78. O'Brien, SJ, Warren, RF, y Schwartz, E: "Anterior shoulder instability". *Orthop Clin North Am* 18:385, 1987.

79. Occupational Therapy Staff: *Upper Extremity Surgeries for Patients with Arthritis*: *A Pre and Postoperative Occupational Therapy Treatment Guide*. Rancho Los Amigos Hospital, California, 1979.

80. Paine, RM, y Voight, M: "The role of the scapula". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 18:386, 1993.

81. Palmer, ML, y Blakely, RL: "Documentation of medial rotation accompanying shoulder fiexion: A case report". *Phys Ther* 66:55, 1986.

82. Pang, D, y Wessel, HB: "Thoracic outlet syndrome". *Neurosurgery* 22:105, 1988.

83. Penny, JW, y Welsh, MB: "Shoulder impingement syndromes in athletes and their surgical management". *Am J Sports Med* 9:11, 1981.

84. Post, M, Morrey, BE, y Hawkins, RJ (eds): *Surgery of the Shoulder*. Mosby Year-Book, St Louis, 1990.

85. Rockwood, CA, y Lyons, FR: "Shoulder impingement syndrome: Diagnosis, radiographic evaluation, and treatment with a modified Neer acromioplasty". *J Bone Joint Surg Am* 75:409, 1993.

86. Rodosky, MW, y Harner; CD: "The role of the long head of the biceps muscle and superior glenoid labrum in anterior stability of the shoulder". *Am J Sports Med* 22:121, 1994.

87. Rose, BS: "Frozen shoulder". *N Z Med J* 98(792):1039, 1985.

88. Rowe, CR: "Anterior glenohumeral subluxation/dislocation: The Bankart procedure". En Welsh, RP, y Shephard, RJ (eds): *Current Therapy in Sports Medicine*, Vol 2. BC Decker, Toronto, 1990.

89. Schieb, JS: "Diagnosis and rehabilitation of the shoulder impingement syndrome in the overhand and throwing athlete". *Rheum Dis Clin North Am*, 16:971, 1990.

90. Schwartz, E, y otros: "Posterior shoulder instability". *Orthop Clin North Am* 18:409, 1987.

91. Simkin, PA: "Tendinitis and bursitis of the shoulder, anatomy and therapy". *Postgrad Med J* 73:177, 1983.

92. Simon, ER, y Hill, JA: "Rotator cuff Injuries: An update". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 10(10):394-398, 1989.

93. Smith, K: "The thoracic outlet syndrome: A protocol of treatment". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 1:89, 1979.

94. Sucher, BM: "Thoracic outlet syndrome: A myofascial variant: Part 1. Pathology and diagnosis". *J Am Osteopath Assoc* 90:686, 1990.

95. Sucher, BM: "Thoracic outlet syndrome: A myofascial variant: Part 2. Treatment", *J Am Osteopath Assoc* 90:810, 1990.

96. Swanson, AB, y otros: "Upper limb joint replacement". En Nickel, VL (ed): *Orthopedic Rehabilitation*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1982.

97. Thomas, BJ, y Amstuts, HC: "Shoulder arthroplasty for rheumatoid arthritis". *Clin Orthop* 269:125, 1991.

98. Tibone, JE, y otros: "Surgical treatment of tears of the rotator cuff in athletes". *J Bone Joint Surg Am* 68:887, 1986.

99. Townsend, H, y otros: "Electromyographic analysis of the glenohumeral muscles during a baseball rehabilitation program". *Am J Sports Med* 19:264, 1991.

100. Turkel, SJ, y otros: "Stabilizing Mechanisms Preventing Anterior Dislocation of the Glenohumeral Joint". *J Bone Joint Surg Am* 61:1208, 1981.

101. Wadsworth, CT: "Frozen shoulder". *Phys Ther* 66:1878, 1986.

102. Wilde, AH, Brems, JJ, Bounphrey, FRS: "Artrodesis of the Shoulder: Current indications and operative technique". *Orthop Clin North Am* 18:463-472, 1987.

103. Wilk, KE, y otros: "Stretch-shortening drills for the upper extremities: Theory and clinical application". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 17(5):225-239, 1993.

104. Wilk, KE, y Arrigo C: "An integrated approach to upper extremity exercises". *Orthopaedic Physical Therapy Clinics of North America* 1:337, 1992.

105. Wilk, KE, y Arrigo, C: "Current concepts in the rehabilitation of the athletic shoulder". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 18:365, 1993.

Capítulo

9

El complejo del codo y el antebrazo

La estructura del codo y el antebrazo se suma a la movilidad de la mano en el espacio al acortar y elongar la extremidad superior y al girar el antebrazo. Los músculos aportan control y estabilidad a la región mientras la mano se emplea en distintas actividades como comer, empujar y tirar para coordinar la utilización de herramientas y máquinas.[22]

Las relaciones anatómicas y cinesiológicas del codo y el antebrazo son el objeto de la primera sección de este capítulo; también se remite al lector a varios manuales para un estudio en profundidad de la materia general.[3,5,7,9,10,13] El capítulo 7 ofrece información sobre los principios del tratamiento; el lector debe conocer la materia antes de pasar a establecer un programa de ejercicio terapéutico para el codo y el antebrazo.

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, el lector podrá:

1. Identificar los aspectos importantes de la estructura y función del codo y el antebrazo.

2. Establecer un programa de ejercicio terapéutico para tratar las lesiones articulares y de tejidos blandos de la región del codo y el antebrazo relacionadas con los estadios de recuperación después de una lesión inflamatoria de los tejidos, reconociendo las circunstancias únicas de su tratamiento.

3. Establecer un programa de ejercicio terapéutico para tratar a los pacientes después de procedimientos quirúrgicos corrientes.

I. Revisión de la estructura y función del codo y el antebrazo

A. Los elementos óseos son la porción distal del húmero, el radio y el cúbito (ver fig. 6.25)

B. Las articulaciones y sus movimientos

1. La cápsula del codo encierra tres articulaciones

a. La articulación humerocubital, que es la articulación primaria para la flexión y extensión.

b. La articulación humerorradial, que se mueve durante la flexión y extensión pero afecta sobre todo a la pronación y supinación.

c. La articulación radiocubital proximal, que participa en la pronación y supinación.

2. La articulación radiocubital distal

Esta articulación está separada estructuralmente del complejo del codo, pero se mueve con la articulación radiocubital proximal como una unidad funcional para la pronación y supinación.

3. Características de la articulación del codo

El codo constituye una articulación compuesta por una cápsula articular laxa, sostenida por dos ligamentos

principales: el ligamento medial (cubital) y el ligamento colateral lateral (radial).

a. Articulación humerocubital

(1) Es una trocleartrosis modificada. La tróclea, que tiene forma de reloj de arena, se sitúa medialmente en el extremo distal del húmero y es convexa. Se orienta 45 grados en sentido anterior y hacia abajo respecto a la diáfisis del húmero. La fosa troclear cóncava, en la epífisis proximal del cúbito, se orienta hacia arriba y 45 grados en sentido anterior respecto al cúbito [9] (ver fig. 6.26).

(2) El movimiento primario es de flexión y extensión; la fosa troclear cóncava se desliza en la misma dirección en que se mueve el cúbito.

(3) También hay un ligero deslizamiento medial y lateral del cúbito, lo cual permite la movilidad completa del codo; genera una angulación en valgo de la articulación durante la extensión del codo, y una angulación en varo durante la flexión del codo. Cuando el hueso se mueve en dirección medial/lateral, el borde troclear aporta una superficie convexa, y el surco troclear una superficie cóncava, por lo que el deslizamiento del cúbito se produce en dirección opuesta al movimiento del hueso.

Movimiento fisiológico del cúbito	***Dirección del deslizamiento del cúbito sobre la tróclea***
Flexión	Distal/anterior
Angulación en varo	Lateral
Extensión	Proximal/posterior
Angulación en valgo	Medial

b. Articulación humerorradial

(1) Es una trocleartrosis trocoide. La cabeza esférica y situada lateralmente que encontramos en el extremo distal del húmero es convexa. Su pareja ósea cóncava, la cabeza del radio, se halla en el extremo proximal del radio.

(2) Cuando el codo se flexiona y extiende, la cabeza cóncava del radio se desliza en la misma dirección que el movimiento del hueso. Durante la pronación y supinación del antebrazo, la cabeza del radio gira sobre el capítulo o cóndilo del húmero.

Movimiento fisiológico del radio	***Dirección del deslizamiento del radio sobre el cóndilo del húmero***
Flexión	Anterior
Extensión	Posterior

4. Características articulares del antebrazo

Tanto la articulación radiocubital proximal como la distal son articulaciones trocoideas uniaxiales que funcionan como una sola articulación para generar pronación y supinación (rotación) del antebrazo.

a. Articulación radiocubital proximal (superior)

(1) Se halla dentro de la cápsula de la articulación del codo pero es una articulación diferente.

(2) El borde convexo de la cabeza del radio se articula con la escotadura radial cóncava en el cúbito de modo que, durante la rotación del radio, el borde convexo se mueve en sentido opuesto al movimiento del hueso.

Movimiento fisiológico del radio	***Dirección del deslizamiento de la porción proximal del radio sobre el cúbito***
Pronación	Posterior (dorsal)
Supinación	Anterior (ventral)

(3) Durante la rotación de la cabeza del radio, gira dentro del ligamento anular y contra la cabeza del húmero.

b. Articulación radiocubital distal (inferior)

(1) La escotadura cóncava del cúbito, presente en la epífisis distal del radio, se articula con la porción convexa de la cabeza del cúbito.

(2) Durante los movimientos fisiológicos, la superficie articular del radio se desliza en la misma dirección.

Movimiento fisiológico del radio	***Dirección del deslizamiento de la porción distal del radio sobre el cúbito***
Pronación	Anterior (ventral)
Supinación	Posterior (dorsal)

C. Función de los músculos del codo y el antebrazo

1. Músculos flexores del codo

a. Braquial

El músculo braquial es un músculo uniartrodial que se inserta cerca del eje de movimiento sobre el cúbito, por lo que no resulta afectado por la posición del antebrazo o del hombro; participa en todas las actividades de flexión del codo.

b. Bíceps braquial

El bíceps es un músculo diartrodial que cruza el hombro y el codo y se inserta cerca del eje de movimiento en el radio, por lo que también actúa de supinador del antebrazo. Funciona con máxima eficacia como flexor del codo entre 80 y 100 grados de flexión. Para que haya una relación óptima entre longitud y tensión, el hombro se extiende para elongar el músculo cuando se contrae forzadamente para el funcionamiento del codo y el antebrazo.

c. Braquiorradial

Con su inserción muy alejada del codo sobre la porción distal del radio, el braquiorradial funciona sobre todo aportando estabilidad a la articulación, pero también participa cuando aumenta la velocidad de la flexión y se aplica una carga cuando el antebrazo pasa de supinación media a pronación completa.[22]

2. Músculos extensores del codo

a. Tríceps braquial

La cabeza larga cruza el hombro y el codo; las otras dos cabezas son uniaxiales. La cabeza larga funciona con máxima eficacia de extensor del codo si se flexiona simultáneamente el hombro; así se mantiene una relación óptima de longitud y tensión en el músculo.

b. Ancóneo

Este músculo estabiliza el codo durante la supinación y pronación y ayuda a la extensión del codo.

3. Músculos supinadores del antebrazo

a. Bíceps braquial (ver 1.a).

b. Supinador

La inserción proximal del supinador en los ligamentos anular y lateral puede actuar estabilizando la cara lateral del codo. Su eficacia como supinador no resulta afectada por la posición del codo como sucede con el bíceps braquial.[27]

4. Músculos pronadores del antebrazo

a. Pronador redondo

Este músculo mueve en pronación y estabiliza la articulación radiocubital proximal y ayuda a aproximar la articulación humerorradial.

b. Pronador cuadrado

El pronador cuadrado es un músculo uniartrodial activo durante todas las actividades de pronación.

D. Músculos de la muñeca y la mano

Muchos músculos que actúan sobre la muñeca y la mano se insertan en la porción distal (epicóndilos) del húmero. Esto permite el movimiento de los dedos y la muñeca mientras el antebrazo adopta posiciones de pronación o supinación.

1. En el epicóndilo medial tienen su origen el flexor radial del carpo, el flexor cubital del carpo, el palmar largo, y los flexores superficial y profundo de los dedos.

2. En el epicóndilo lateral nacen los extensores radiales largo y corto del carpo, el extensor cubital del carpo, y el extensor de los dedos.

3. Los músculos aportan estabilidad al codo, pero contribuyen poco al movimiento del codo. La posición del codo afecta a la relación longitud-tensión de los músculos durante sus acciones sobre la muñeca y la mano.[22]

E. Nervios principales sometidos a presión y traumatismos en el codo[11]

1. Nervio cubital

El nervio se halla a nivel superficial de la fosa olecraniana, posterior al epicóndilo medial, y cubierto por una vaina fibrosa, que forma el surco del nervio cubital; a continuación discurre entre las cabezas del músculo flexor cubital del carpo. La presión o una lesión del nervio en estos puntos causa cambios sensoriales en la distribución cutánea del nervio (borde cubital de la mano, dedo meñique, y mitad cubital del dedo anular), con debilidad progresiva de los músculos inervados distalmente al lugar de la lesión (flexor cubital del carpo, mitad cubital del flexor profundo de los dedos, eminencia hipotenar, músculos interóseos, lumbricales III y IV, flexor corto del pulgar y aductor del pulgar).

2. Nervio radial

El nervio atraviesa el tabique lateral del músculo anterior al epicóndilo lateral y pasa por debajo del origen del extensor radial corto del carpo para dividirse a continuación.

a. El ramo profundo puede quedar atrapado a su paso por debajo del borde del músculo extensor radial corto del carpo y la hendidura fibrosa presente en el músculo supinador, lo cual provoca debilidad progresiva de la muñeca y los músculos extensores y supinadores de los dedos (excepto el extensor radial largo del carpo, que se inerva proximal a la bifurcación).

b. El ramo profundo también puede resultar dañado por una fractura de la cabeza del radio.

c. El ramo superficial del nervio radial puede sufrir un traumatismo directo que provoque cambios sensoriales en la cara lateral del antebrazo hasta la tabaquera anatómica, y en el lado radial del dorso de la muñeca y la mano, y los tres dedos y medio del lado radial.

3. Nervio mediano

El nervio cursa a nivel profundo de la fosa del codo, medial al tendón del bíceps y la arteria braquial, para luego avanzar entre las cabezas cubital y humeral del músculo pronador redondo para hundirse debajo del músculo flexor superficial de los dedos. La compresión puede darse entre las cabezas del músculo pronador, lo cual provoca cambios sensoriales que duplican el síndrome del canal carpiano (cara palmar del pulgar, dedo índice, corazón y mitad del anular, y cara dorsal de las falanges distales del índice y el anular). La mayoría de los cambios afectan a los músculos pronador redondo, flexores de la muñeca, flexores extrínsecos de los dedos, los intrínsecos de la eminencia tenar y los lumbricales I y II (el síndrome del canal carpiano afecta sólo a los músculos intrínsecos de la eminencia tenar y los lumbricales I y II; ver capítulo 10).

II. Problemas articulares: tratamiento conservador

A. Diagnósticos relacionados y etiología de los síntomas

Afectan a este complejo articular patologías como la artritis reumatoide (AR) y la artropatía degenerativa, así como reacciones articulares agudas después de un traumatismo, luxaciones o fracturas. La rigidez producto de la inmovilización aparece en la articulación y los tejidos circundantes siempre que la articulación se enyesa o feruliza, en la mayoría de los casos después de luxaciones y fracturas del húmero, el radio o el cúbito.

B. Deficiencias/problemas corrientes[4]

1. Cuando los síntomas son agudos, el derrame articular, la rigidez refleja del músculo (defensa muscular) y el dolor restringen la flexión y extensión del codo, y suele haber dolor en reposo. Si la pronación y/o supinación son restringidas después de una lesión aguda, puede haber otras afecciones como fractura, subluxación o luxación.

2. Cuando los síntomas son subagudos o crónicos, la flexión del codo suele estar más restringida que la extensión con una percepción final firme.

3. En los casos de artritis grave y afectación de la cabeza del radio, la pronación y supinación también sufren restricciones con una percepción final firme.

4. La artritis de la articulación radiocubital distal provoca dolor o presión excesiva.

C. Limitaciones funcionales/discapacidades corrientes

1. Incapacidad para girar el pomo de una puerta o la llave de contacto del coche.

2. Dificultad o dolor al empujar o tirar de algo como al abrir y cerrar puertas.

3. Restricción de los movimientos de la mano a la boca para comer y beber, y de la mano a la cabeza para peinarse o hablar por teléfono.

4. Dificultad o dolor para levantarse de una silla apoyándose en las manos.

5. Incapacidad para acarrear objetos con el brazo recto.

D. Tratamiento de lesiones articulares agudas

Ver las pautas para el tratamiento en el capítulo 7, sección III.

1. Control del dolor, el derrame y la rigidez refleja del músculo

a. La inmovilización en un cabestrillo permite el descanso de la parte afecta, si bien la inmovilización completa puede provocar contracturas y limitación del movimiento, por lo que se procederá a introducir períodos frecuentes de movimiento controlado dentro de la amplitud articular indolora.

b. Las técnicas de oscilación y tracción de grados I o II en la posición de reposo pueden inhibir el dolor y mover la sinovia para mejorar la nutrición de las articulaciones implicadas (ver las técnicas que aparecen en el capítulo 6).

2. Mantenimiento de la movilidad de los tejidos blandos

a. Movilización pasiva o activa asistida dentro de los límites del dolor; se incluirán movimientos de flexión/extensión y pronación/supinación.

b. Ejercicios estáticos en múltiples ángulos para los músculos flexores, extensores, pronadores y supinadores del codo, y para los flexores y extensores de la muñeca en posiciones indoloras.

3. Mantenimiento de la integridad y función de las áreas relacionadas

a. Se favorecerán actividades de la amplitud del movimiento del hombro, muñeca y mano dentro de los límites de tolerancia individuales.

b. Si se aprecia edema en la mano, los brazos se elevarán siempre que sea posible y se aplicarán técnicas de masaje de distal a proximal.

E. Tratamiento de restricciones articulares subagudas y crónicas

Precaución: Después de un traumatismo, si el músculo braquial está lesionado, una complicación potencial es la osificación del tejido dañado; por tanto, se procederá a una evaluación por si se aprecian signos de miositis osificante (ver sección IV). Si no se diagnostica miositis osificante, se avanza con cuidado con los estiramientos.

1. Aumento del juego articular de la articulación humerocubital

a. Para aumentar la flexión

Tracción sostenida del cúbito (ver figura 5.27A).

Tracción sostenida con deslizamiento distal del cúbito (ver figura 5.27B).

Deslizamiento lateral sostenido o angulación en varo del cúbito para recuperar los grados finales de flexión.

b. Para aumentar la extensión

(1) Tracción sostenida del cúbito (ver fig. 6.27A).

(2) Deslizamiento medial o angulación en varo del cúbito para recuperar los grados finales de extensión.

2. Aumento del juego articular de la articulación humerorradial

Precaución: Si la flexión y extensión están limitadas, así como la rotación después de un traumatismo, tal vez haya una fractura de la cabeza del húmero.[5] Hay que descartar esta posibilidad antes de seguir con el tratamiento. O tal vez se haya producido una subluxación de la cabeza del radio, lo cual requiere procedimientos especiales según el tipo de subluxación (ver 3 y 4).

a. Para aumentar la flexión

(1) Tracción sostenida de la cabeza del radio (ver fig. 6.28).

(2) Deslizamiento ventral sostenido de la cabeza del radio (ver fig. 6.29).

b. Para aumentar la extensión

(1) Tracción sostenida de la cabeza del radio.

(2) Deslizamiento dorsal sostenido de la cabeza del radio (ver fig. 6.29).

c. Ver también 5 y 6 para aumentar la pronación y supinación.

3. Tratamiento de una subluxación proximal de la cabeza del radio

a. Cuadro clínico

Puede apreciarse flexión o extensión limitadas del codo, flexión limitada de la muñeca, y pronación limitada. A menudo se produce por una caída sobre la mano extendida.[31] La cabeza del radio se adentra proximalmente en el ligamento anular y comprime la cabeza del húmero. A veces acompaña a una fractura de la porción distal del radio (fractura de Colles) o del escafoides, y no se considera un problema clínico hasta después de la curación de la fractura cuando se quita el yeso. A menudo se pasa por alto porque hay considerable restricción articular y de los tejidos blandos causada por el período de inmovilización. La palpación bilateral de los espacios articulares revelará la reducción del espacio en el lado afecto.

b. Tratamiento

Si la lesión es aguda (pero no hay fractura), practicar una tracción distal sobre el radio volverá a colocar la cabeza del radio en su sitio. Si la lesión es crónica, se necesitarán estiramientos repetitivos con tracción distal sostenida de grado III sobre el radio (ver fig. 6.28), además de técnicas de estiramiento y fortalecimiento de los tejidos blandos necesarias para aumentar el movimiento.

4. Tratamiento de una subluxación distal de la cabeza del radio

a. Cuadro clínico

Se aprecia supinación limitada con dolor en la región del codo después de una tracción forzada ejercida sobre el antebrazo. Suelen verse casos en forma de lesión aguda en niños y a veces recibe el nombre de “codo de tenista” en los adultos.[31]

b. Tratamiento

La rápida manipulación compresiva con supinación del radio (ver fig. 6.30) suele volver a colocar la cabeza del radio en su sitio. Si es una lesión inicial, puede haber un traumatismo de los tejidos blandos producto de la lesión, en cuyo caso se trata con frío y compresión.

5. Aumento del juego articular de la articulación radiocubital proximal

a. Para aumentar la pronación

Deslizamiento dorsal de la cabeza del radio (ver fig. 6.31).

b. Para aumentar la supinación

Deslizamiento ventral de la cabeza del radio (ver fig. 6.31).

6. Aumento del juego articular de la articulación radiocubital distal

a. Para aumentar la pronación

Deslizamiento ventral sostenido de la porción distal del radio (ver fig. 6.32).

b. Para aumentar la supinación

Deslizamiento dorsal sostenido de la porción distal del radio (ver fig. 6.32).

Oscilaciones de grados I o II, deslizamientos dorsales-ventrales.

NOTA: Después de la curación de fracturas del antebrazo, no es habitual que la unión sea defectuosa, lo cual impediría la amplitud completa de los movimientos de pronación o supinación. Cualquier bloqueo final o aspecto anormal del antebrazo debe alertar al terapeuta. Las radiografías ayudan a verificar el problema. Ni los estiramientos ni los ejercicios de movilización cambiarán la amplitud articular del paciente. Los estiramientos indiscriminados podrían causar hipermovilidad de las articulaciones relacionadas, lo que tal vez cause nuevos traumatismos y dolor.

7 Paso a los ejercicios funcionales

a. Se emplean técnicas de inhibición muscular para recuperar flexibilidad muscular si fuera necesario.

b. Se pasa a ejercicios de fortalecimiento como los descritos en la sección VI. Se tendrá cuidado de permanecer dentro de los límites de tolerancia articular.

III. Cirugía articular y tratamiento postoperatorio

A menudo es necesaria la intervención quirúrgica del codo después de una variedad de fracturas o luxaciones que afectan la articulación y a menudo requieren reducción abierta, una posible extirpación de porciones o fragmentos óseos de la cabeza del radio y fijación interna. La fractura más corriente en la región del codo es una fractura de la cabeza del radio. Si se aprecia desplazamiento o si la fractura es conminuta, lo indicado es la *escisión* (*resección*) *de la cabeza del radio*. La fractura-luxación del codo que afecta a la cabeza del radio también tiene que tratarse quirúrgicamente. Por lo general, es más frecuente la reducción abierta con fijación interna en los adultos que en los niños.

Otra indicación para la cirugía es una artritis reumatoide o una artrosis crónica que provoca proliferación sinovial y destrucción de las superficies articulares de las articulaciones del codo, lo cual genera dolor, limitación del movimiento y pérdida funcional de la extremidad superior. En el estadio inicial de la artritis reumatoide en la que se aprecia proliferación sinovial, pero las superficies articulares están todavía en buen estado, el procedimiento de elección es una *sinovectomía artroscópica* si los medicamentos no han controlado la enfermedad. La artritis crónica tal vez haya de tratarse quirúrgicamente mediante una resección de la cabeza del radio con o sin un implante articular y una sinovectomía concurrente o una *artroplastia total del codo*.

Los objetivos de la cirugía y la rehabilitación postoperatoria de la articulación del codo[4,16,19,28] son: (1) alivio del dolor, (2) restablecimiento del alineamiento óseo y la estabilidad articular, y (3) fuerza y amplitud del movimiento suficientes para permitir el empleo funcional del codo y la extremidad superior. Los procedimientos cuyo fin es aliviar el dolor y mejorar la estabilidad del codo tienden a tener más éxito que los procedimientos encaminados sólo a aumentar la amplitud del movimiento. La formación de hueso heterotópico, que genera rigidez articular, a menudo es una complicación de las fracturas y la cirugía del codo.[8] Por tanto, el único objetivo de la mejoría de la amplitud del movimiento pocas veces constituye una indicación para proceder a una intervención quirúrgica.[19,20]

Durante el período postoperatorio, como con cualquier otro procedimiento quirúrgico de las extremidades, es importante mantener la amplitud del movimiento y la fuerza de todas las articulaciones indemnes. Hay que prestar atención especial al hombro, la muñeca y la mano después de una operación de codo. La elevación de la extremidad operada y la ejecución de la amplitud del movimiento activo del hombro y la mano, tan pronto como sea posible después de la operación, prevendrán disfunciones en estas regiones indemnes.

A. Escisión de la cabeza del radio

1. Indicaciones para cirugía[19,20]

a. Las fracturas conminutas graves o las fracturas-luxaciones de la cabeza del radio a menudo son el resultado de una caída sobre la mano extendida.

b. La sinovitis crónica y el deterioro leve de las superficies articulares asociadas con artritis de las articulaciones humerorradial y radiocubital proximal provocan dolor articular en reposo o durante el movimiento, una posible subluxación de la cabeza del radio y una pérdida significativa de la función de la extremidad superior.

2. Procedimiento[19,20]

a. Se practica una incisión lateral en el codo y el antebrazo (artrotomía); se procede a la resección de la cabeza del radio.

b. En el paciente con sinovitis, una sinovectomía precede a la exéresis de la cabeza del radio. La cabeza del radio puede o no reemplazarse con una prótesis.

3. Tratamiento postoperatorio[17,24]

a. I*nmovilización*

Se inmoviliza el codo con una férula posterior o un vendaje de compresión durante 3 a 5 días para proteger al máximo el área. El codo se mantiene en una posición de 90 grados de flexión, y el antebrazo adopta una posición media. El brazo se eleva por comodidad y para prevenir o reducir al mínimo el edema distalmente. La férula se quita para hacer ejercicio pero se vuelve a colocar después del ejercicio y se lleva de noche durante varias semanas.

b. E*jercicio*

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA

(1) Para mantener la movilidad y prevenir la rigidez de hombro, mano y muñeca, se inicia de inmediato la movilización activa de estas regiones.

(2) Para mantener la movilidad del codo, se quita la férula varias veces al día y se inician ejercicios de movilización pasiva o activa-asistida dentro de amplitudes indoloras lo más pronto posible después de la operación. También puede recurrirse a la técnica de movimiento pasivo continuado (MPC) durante los primeros días después de la operación.

(3) Para reducir al mínimo la atrofia, también está indicado emplear ejercicios isométricos indoloros y submáximos de múltiples ángulos para la musculatura del codo.

FASES DE PROTECCIÓN MODERADA Y MÍNIMA

(1) Se pasa de los ejercicios activos-asistidos a ejercicios activos durante las siguientes 3 a 6 semanas. Durante este período el paciente debe evitar levantar objetos pesados con el brazo y la mano operados.

(2) Transcurridas 6 semanas después de la operación se permite una actividad articular completa.

(a) Pueden practicarse con lentitud y precaución ejercicios de resistencia progresiva (entrenamiento de resistencia isotónica excéntrica y concéntrica, y en cadena cinética abierta y cerrada). Se hace hincapié en mejorar la fuerza y la resistencia musculares.

(b) Pueden practicarse suaves estiramientos con técnicas de inhibición/elongación o movilización articular (ver capítulos 5 y 6) para aumentar la movilidad.

(3) Un programa de ejercicio más agresivo es más apropiado para pacientes sometidos a la escisión de la cabeza del radio por culpa de una fractura conminuta o una fractura luxación que para pacientes con artritis en el codo. Las actividades a gran velocidad y de gran intensidad mediante patrones de movimiento funcional están indicadas para personas que quieran volver a practicar actividades laborales o recreativas muy exigentes. El programa de rehabilitación para pacientes con artritis reumatoide poliarticular es menos agresivo. Un buen resultado en estos pacientes es el alivio del dolor y la recuperación de suficiente fuerza para las actividades de la vida diaria aunque persista algún grado de limitación del movimiento.

B. Artroplastia total de codo

1. Indicación para la cirugía[4,19,20,25,28]

a. Dolor y destrucción articular en las articulaciones humerocubital y humerorradial, lo cual provoca pérdida de capacidad funcional de la extremidad superior.

b. Limitación acusada del movimiento del codo, sobre todo en pacientes con anquilosis bilateral del codo.

c. Inestabilidad macroscópica del codo.

d. Pérdida de densidad ósea por traumatismos o tumores.

2. Procedimiento

a. A*ntecedentes generales*[4,18-20,25,28]

A lo largo de los años se han desarrollado varios tipos de sustitución de la articulación humerocubital. Los primeros diseños eran *prótesis articulares metálicas de bisagra* que sólo permiten movimientos de flexión y extensión a la articulación del codo. Estos implantes terminaban fallando, porque estos primeros diseños no incorporaban movimientos rotatorios ni en varo y valgo y, por tanto, la prótesis se iba soltando. Los implantes más recientes conllevan hoy en día todos los movimientos apropiados del codo. La mayoría de las artro-

plastias totales de codo que se practican hoy en día son con prótesis sin restricción o con restricción articular parcial (*resurfacing*). Las prótesis sin restricción articular no aportan estabilidad adicional al codo. Si se aprecia inestabilidad articular significativa, se emplean prótesis no articulares.

b. *Revisión del procedimiento*[4,14,19,20,28,29]

(1) Se practica una incisión longitudinal en la cara posterior del codo.

(2) Se practica una incisión (división) en el músculo tríceps, se repliega y reinserta más tarde, y se extirpan porciones pequeñas de la porción distal del húmero y de la porción proximal del cúbito.

(3) La prótesis de húmero de acero inoxidable y un componente cubital de polietileno se consolidan con metacrilato de metilo. Otras prótesis se componen de elementos de acero inoxidable para el húmero y el cúbito. Los implantes más recientes, pensados para reducir al mínimo la laxitud, contienen un vástago intramedular cementado y un reborde extramedular para la osteointegración. En el futuro, componentes sin cemento tal vez reduzcan al mínimo la laxitud de la prótesis en la interfaz del hueso y el cemento, lo cual sigue siendo la causa más corriente de fracaso de la artroplastia de codo.

(4) Si se extirpa la cabeza del radio, puede ser reemplazada o no por una prótesis.

3. Tratamiento postoperatorio[2,17,24,28]

a. *Inmovilización*

Inmediatamente después de la operación se venda con un vendaje blando de compresión y se pone una férula posterior para inmovilizar el codo en una posición aproximada de 60 a 90 grados de flexión y con el antebrazo en una posición neutra.

b. *Ejercicio*

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA

(1) Durante el período (3 a 5 días) de inmovilización del codo.

(a) Se eleva el brazo en la cama o se suspende de un cabestrillo cuando el paciente esté erguido.

(b) Se realizan ejercicios activos con dedos, muñeca y hombro para reducir el edema al mínimo en la mano y mantener el movimiento normal de las articulaciones proximales y distales al codo.

(2) Pasados 3 a 5 días después de la operación, se quita la férula y se inicia el movimiento activo-asistido del codo con el paciente en decúbito supino y el brazo junto al costado. Los ejercicios consisten en:

(a) Flexión activa-asistida y extensión pasiva del codo con el antebrazo en supinación, pronación y posición media.

Precaución: Se evitará cualquier extensión del codo *contragravedad* o estiramiento del tríceps para proteger la reinserción del mecanismo de este músculo.

(b) Supinación y pronación activas del antebrazo con el codo flexionado 90 grados.

(c) Se lleva la férula durante las siguientes 4 a 6 semanas cuando el paciente no haga ejercicio.

FASES DE PROTECCIÓN MODERADA Y MÍNIMA

(1) Transcurridos 8 a 10 días, se pone una nueva férula con el codo en la máxima extensión confortable. El paciente alterna el empleo de las férulas en extensión y flexión para mantener toda la amplitud del movimiento posible.

(2) Pasadas 3 a 4 semanas, puede añadirse extensión activa y antigravedad del codo a los ejercicios del paciente.

(3) Pasadas 6 semanas después de la operación, cuando la función del tríceps ya sea segura, pueden iniciarse suaves ejercicios de resistencia isotónica y actividades en cadena cinética cerrada en carga parcial. Se sigue con esta tónica hasta que el paciente emplee el brazo en todas las actividades normales de la vida diaria.

4. Resultados a largo plazo[2,4,19,28]

a. Un buen resultado funcional es el que permite al paciente un arco de al menos 90 grados de flexión y extensión indoloras del codo. El paciente debe tratar de conseguir al menos 110 grados de flexión y extensión completa, si bien a menudo persisten las contracturas durante la flexión del codo. La pronación y supinación del antebrazo suelen mantener una correlación con la movilidad preoperatoria, y su media es 60 grados.

b. ***Precaución***: El paciente no debe emplear el brazo operado para levantar y acarrear objetos pesados, ya que podría generar el desprendimiento de los componentes.

IV. Miositis osificante

A. Etiología de los síntomas

El músculo braquial puede resultar afectado después de un traumatismo en la región del codo. Los casos de miositis osificante se aprecian más cuando hay una fractura supracondílea y luxación posterior[12] o con un desgarro del tendón del músculo braquial.[5] Tal vez se desarrolle tam-

bién como resultado del estiramiento agresivo de los músculos flexores del codo después de una lesión y un período de inmovilización. Se distingue de la artritis traumática de la articulación humerocubital en que la extensión pasiva está más limitada que la flexión, la flexión resistida del codo causa dolor, la flexión está limitada y es dolorosa cuando el músculo inflamado resulta pinzado entre el húmero y el cúbito, y la flexión resistida durante la amplitud media provoca dolor en el músculo braquial. La porción distal del músculo braquial presenta sensibilidad dolorosa a la palpación. Después del período inflamatorio agudo, se deposita tejido óseo heterotópico en el músculo, lo cual puede restringir de modo permanente la extensión del codo y volver el músculo muy duro al tacto.

B. Tratamiento

Si el músculo braquial resulta afectado después de un traumatismo, hay que evitar masajes, estiramientos pasivos y ejercicios. El codo se mantendrá en reposo.

V. Síndromes por uso excesivo: síndromes por traumatismos repetitivos

A. Diagnósticos relacionados

1. Epicondilitis lateral o codo de tenista

Se aprecia dolor en los tendones de los músculos extensores de la muñeca a lo largo del epicóndilo lateral y la articulación radiohumeral. Actividades como el revés en el tenis, que requieren firmeza y estabilidad en la muñeca, o arrancar malas hierbas en un jardín, que requieren la extensión repetida de la muñeca, pueden inflamar la unidad musculotendinosa y generar síntomas. La máxima incidencia se da en la unión musculotendinosa del músculo extensor radial corto del carpo.[5,10,23] También hay síntomas cuando se somete a estiramiento el ligamento anular.

NOTA: La subluxación distal de la cabeza del radio, la subluxación proximal de la cabeza del radio, una fractura de la cabeza del radio, el pinzamiento de la franja sinovial, el bloqueo de un menisco, el síndrome del canal radial y un magullamiento perióstico son también posibles fuentes de dolor en el codo y a veces se diagnostican erróneamente como epicondilitis lateral.

2. Epicondilitis medial o codo de golfista

Afecta al tendón común de los músculos flexores/pronadores en la unión tenoperióstica cerca del epicóndilo medial y se asocia con movimientos repetitivos de flexión de la muñeca como en el swing del golf, en el lanzamiento de una pelota o el asimiento de objetos en el ámbito laboral, el hacer una pelota con el papel y el levantamiento de objetos pesados.

3. Otros

El uso excesivo puede darse en cualquier músculo de la región del codo como los flexores y extensores del codo.

B. Etiología de los síntomas

1. La causa más corriente de una epicondilitis es el empleo excesivo o repetitivo de la muñeca o el antebrazo, lo cual provoca daños microscópicos y desgarros parciales, por lo general cerca de la unión musculotendinosa, cuando la tensión excede la fuerza de los tejidos y la demanda supera el proceso de reparación. La inflamación se torna crónica si la irritación es continua.

2. La inflamación del periostio puede darse con formación de tejido de granulación y adherencias.[23]

3. Se descubren problemas recidivantes porque la cicatriz inmóvil o inmadura vuelve a sufrir daños al reiniciar las actividades antes de que la curación sea completa.

4. El exceso de tensión durante la extensión o flexión en actividades deportivas es una causa frecuente de problemas en la región anterior o posterior del codo.[1]

C. Deficiencias/problemas corrientes

1. Hay un aumento gradual del dolor en la región del codo después de actividades excesivas con la muñeca y la mano.

2. Se experimenta dolor cuando el músculo afectado se estira o se contrae ante una resistencia mientras el codo está extendido.

3. Reducción de la fuerza y resistencia musculares necesarias para la demanda.

4. Reducción de la fuerza de prensión, limitada por el dolor.

5. Sensibilidad dolorosa a la palpación en el lugar de la inflamación, como en el epicóndilo lateral o medial, la cabeza del radio o en el vientre del músculo.

D. Limitaciones funcionales/discapacidades corrientes

1. Incapacidad para practicar deportes que requieren la

actividad, como los deportes de raqueta, el lanzamiento o el golf.

2. Dificultad con tareas repetitivas ejecutadas con el antebrazo/muñeca como separar o unir piezas pequeñas, actividades de prensión, el empleo de un martillo, girar un destornillador, arrugar papeles o tocar un instrumento de percusión.

E. Tratamiento: estadio agudo

1. Control del dolor, el edema o los espasmos

a. Los músculos permanecen en reposo mediante una férula. Si los músculos extensores están afectados, se inmoviliza la muñeca mediante una férula en dorsiflexión, mientras el codo cuenta con libertad de movimientos.

b. Se enseña al paciente a no practicar actividades de prensión repetitiva o con fuerza.

c. Se emplea crioterapia para controlar el edema y la hinchazón.

2. Mantenimiento de la movilidad articular y de los tejidos blandos

a. Se quita la férula varias veces al día y se practican movimientos no estresantes. Se aplican ejercicios estáticos suaves en múltiples ángulos con el músculo afectado seguidas por movimientos dentro de la amplitud indolora. Se empieza con el músculo en la posición de acortamiento.

(1) Posición del paciente y técnica para los tendones de los músculos extensores.

El paciente permanece sentado con el codo flexionado y el antebrazo apoyado en una mesa. Con la muñeca en extensión, se aplica una resistencia suave a la acción de los músculos extensores de la muñeca; se aguanta la contracción hasta contar seis; a continuación se flexiona lentamente la muñeca, hasta el punto en que empiece el dolor. No se aplicará fuerza alguna cuando el dolor sea agudo. Cuando se logre una flexión completa de la muñeca, el codo adoptará más grados de extensión hasta que se extienda por completo. Puede enseñarse al paciente a aplicar una resistencia suave con la otra mano.

(2) Posición del paciente y técnica para los tendones de los músculos flexores.

Se empieza con el codo y la muñeca flexionados. Se opone una resistencia suave a la acción de los músculos flexores de la muñeca. Después de varias contracciones, se extiende lentamente la muñeca y se repiten las contracciones suaves. Cuando se logre la extensión completa, el codo adoptará más grados de extensión hasta que se extienda por completo. La intensidad y la amplitud de las contracciones deben controlarse para que no aparezca el dolor.

b. La estimulación eléctrica del músculo también mantiene su movilidad.[12]

c. Se aplican masajes transversos suaves dentro de los límites de tolerancia en el lugar de la lesión.

3. Mantenimiento de la integridad funcional de la extremidad superior

a. Debe mantenerse la amplitud del movimiento activa de todos los otros movimientos del codo, antebrazo y muñeca, así como la integridad funcional del resto de la extremidad superior.

b. Se realizan ejercicios resistidos de la amplitud escapular y del hombro aplicándose la resistencia en la porción proximal del codo.

F. Tratamiento: estadio subagudo o crónico

NOTA: Si la inflamación es crónica, se tratará ésta primero tal y cómo se ha descrito.

1. Aumento gradual de la flexibilidad del músculo y creación de una cicatriz móvil

a. Técnica de inhibición activa para el músculo extensor radial corto del carpo

El paciente empieza con el codo extendido y el antebrazo en pronación. Manteniendo esta posición, desvía en sentido cubital la muñeca y flexiona ésta y los dedos. El dolor no debe aumentar; debe sentirse sólo una sensación de estiramiento.[10] También pueden usarse técnicas suaves de contracción-relajación.

b. Técnica de autoestiramiento para el grupo de músculos extensores

El paciente apoya el dorso de la mano en la pared, con los dedos apuntando hacia abajo. Manteniendo el codo en extensión y el antebrazo en pronación, desliza el dorso de la mano hacia arriba por la pared[26] (fig. 9.1). Cuando sienta una sensación de tracción en los extensores, mantendrá la posición, Puede añadirse inhibición activa manteniendo la posición y haciendo que el paciente flexione los dedos.

c. Técnica de autoestiramiento para el grupo de músculos flexores

Se elongan los músculos colocando la palma de la mano contra la pared, con los dedos apuntando hacia abajo, para luego desplazar la mano hacia arriba por la pared

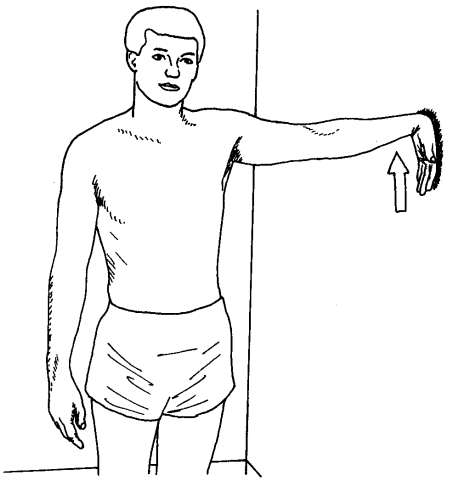


Figura 9.1. Autoestiramiento de los músculos del epicóndilo lateral.

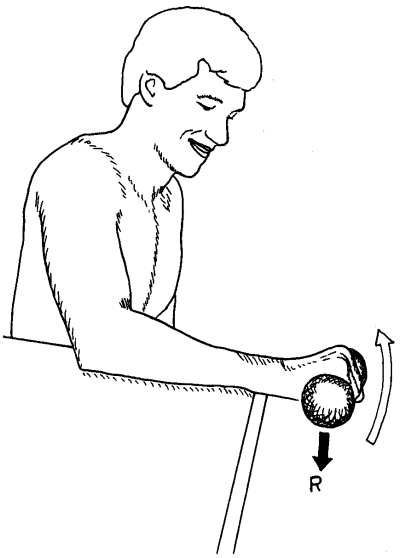


Figura 9.2. Ejercicio de resistencia mecánica empleando una mancuerna para fortalecer los músculos del epicóndilo lateral (extensores de la muñeca).

de la misma forma que se describió en b, manteniendo el codo extendido.[26]

d. Aumenta la intensidad del masaje transverso en el lugar de la formación de la cicatriz.

2. Fortalecimiento del músculo

a. Se pasa a los ejercicios isométricos en distintas posiciones indoloras. Cuando no haya dolor en toda la amplitud del movimiento, se progresará ejerciendo resistencia concéntrica en una dosis adecuada.

b. Se emplean ejercicios de resistencia progresiva (ECP) con una mancuerna para la flexión, extensión (fig. 9.2), pronación y supinación (figs. 9.3A y B). Se emplea resistencia elástica para la flexión y extensión de la muñeca colocando un extremo de material elástico debajo del pie y cogiendo el otro extremo con la mano; el brazo se mantienen en una posición horizontal. Cuando el brazo se halle en pronación, la resistencia se ejerce contra los extensores de la muñeca; cuando el brazo esté en supinación, la resistencia se ejerce contra los flexores de la muñeca.

c. Se inicia la aplicación de carga excéntrica, primero con pesos ligeros, y se desarrolla el control indoloro. Se aumenta el tiempo de cada ejercicio de 1 a 3 minutos para mejorar la resistencia muscular; a continuación se incrementa la carga o la velocidad según el resultado que se desee.

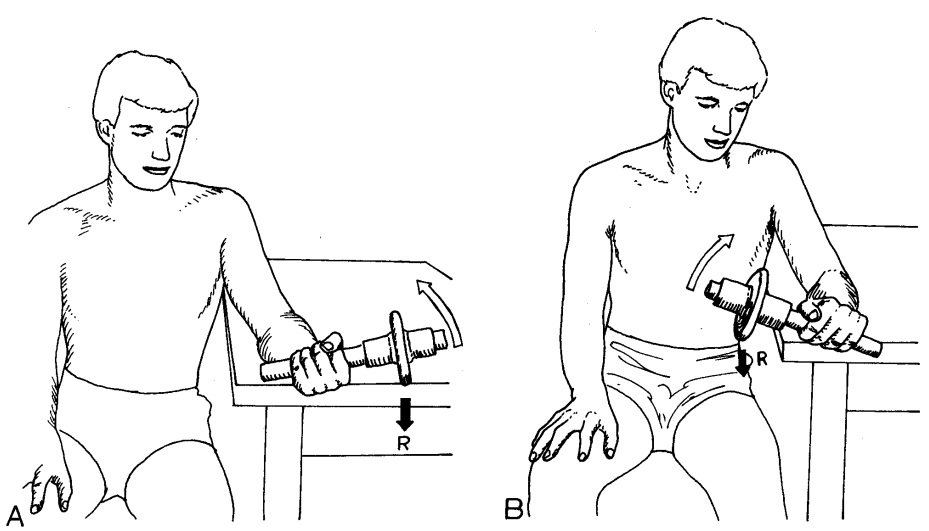


Figura 9.3. Ejercicio de resistencia mecánica empleando una barra pequeña con pesas dispuestas asimétricamente para fortalecer (A) los músculos pronadores y (B) los supinadores del antebrazo. La barra también puede girar trazando un arco descendente para afectar la otra mitad de la amplitud de los músculos, para lo cual el peso se desplaza al lado cubital de la mano.

3. Fortalecimiento y desarrollo de resistencia muscular con patrones combinados de movimiento

Se reproduce la actividad deseada. Por ejemplo, se utilizan poleas fijas en la pared o resistencia elástica para simular los arcos de movimiento desarrollados en el tenis (figs. 9.4A, B y C).[12]

4. Determinar si hay componentes erróneos que contribuyan al uso excesivo del codo

Se evalúa el patrón de movimiento de todo el cuadro superior y el control del tronco.

5. Paso al entrenamiento funcional y la puesta en forma

Se introducen ejercicios de flexibilidad, potencia, resistencia física y fuerza para el cuadro superior con cargas de fuerza controladas. Igual importancia tiene reducir las fuerzas de sobrecarga que causan el problema y volver a entrenar la técnica adecuada.[10,11,21]

a. Se enseña al paciente a aplicar un masaje de fricción y a estirar el músculo implicado antes de usarlo.

b. Se inician las sesiones de fuerza y potencia con ejercicios de calentamiento entre los que aparecen ejercicios de flexibilidad general para el hombro, codo, muñeca y tronco.

c. Se aumentan las repeticiones en el patrón definido de 3 a 5 minutos para desarrollar resistencia muscular.

d. Se recupera la fuerza y forma física de cualquier parte utilizada o no de la extremidad o el tronco antes de volver a realizar actividades estresantes.

e. Se incluyen ejercicios que reproducen la actividad deseada a velocidades altas con poca resistencia para mejorar la sincronización.

f. Se evalúa la técnica del paciente y se le enseña a modificarla antes de volver a actividades exigentes (esto tal vez conlleve tomar lecciones de tenis y corregir las técnicas incorrectas). Si se emplea equipamiento (como en el caso del tenis o en el uso de un martillo), también debe analizarse y modificarse para reducir la tensión forzada.[10,21,23]

VI. Ejercicios para los desequilibrios de la fuerza y flexibilidad de los músculos

Además de las afecciones ya descritas en este capítulo, los desequilibrios de la longitud y fuerza de los músculos que cruzan el codo y el antebrazo pueden tener muy variadas causas como una lesión nerviosa o una intervención quirúrgica, un traumatismo, el desuso o la inmovilización. Pueden seleccionarse ejercicios adecuados después de la evaluación biomecánica a partir de los siguientes, así como las técnicas de fortalecimiento y estiramiento descritas en las secciones previas y en los capítulos 3 y 5. En los pacientes con problemas en el codo hay que incorporar también ejercicios para las

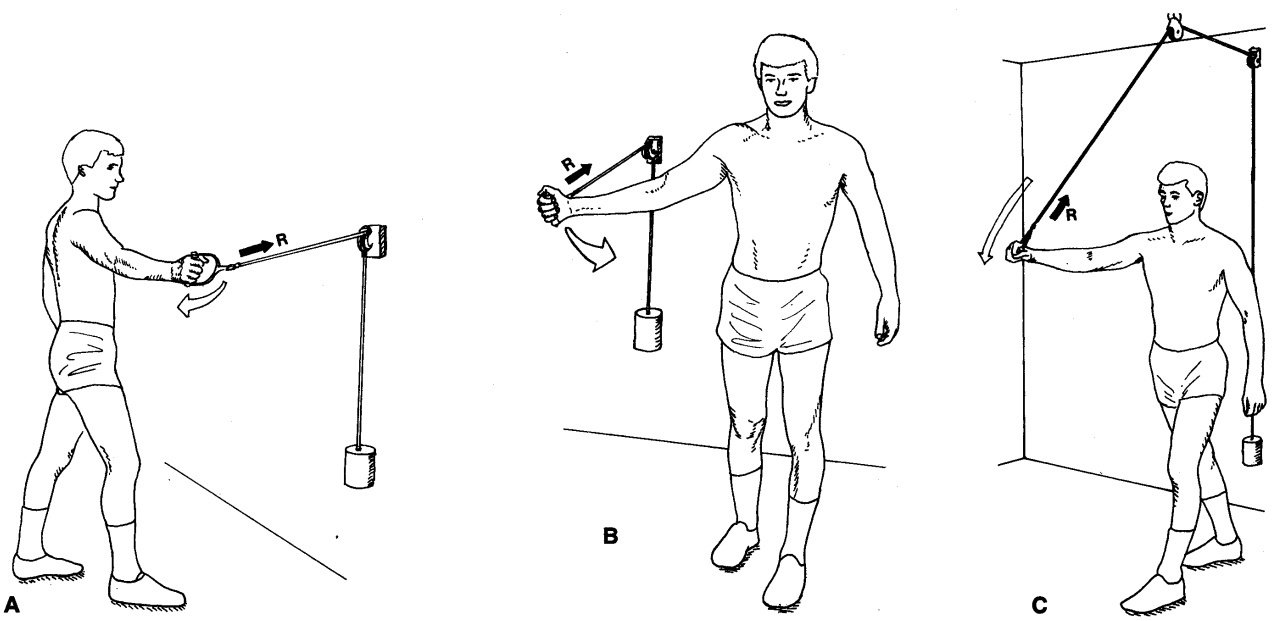


Figura 9.4. Ejercicio de resistencia mecánica empleando poleas fijas en la pared para simular el arco de movimiento de los golpes de tenis. (A) Revés. (B) Derecha. (C) Saque

articulaciones situadas por encima (hombro) y por debajo (muñeca y mano) dentro del programa terapéutico para prevenir complicaciones, ayudar a la curación y restablecer el funcionamiento correcto de todo el tren superior. Los principios generales del tratamiento de cualquier lesión aguda de los tejidos blandos aparecen en el capítulo 7. Los ejercicios descritos en esta sección son para su empleo durante las fases de curación y rehabilitación.

A. Estiramiento de músculos acortados

NOTA: Antes de iniciar un programa de estiramientos, hay que estar seguros de que la cápsula articular no restringe el movimiento. Si el juego articular está limitado, se emplearán técnicas de movilización articular junto con las técnicas de estiramiento (ver capítulo 6).

1. Flexores del codo

Precaución: Cuando se practique estiramientos con los músculos flexores del codo, si éstos presentan tirantez, es importante diferenciar los músculos bíceps y braquial elongando el primero, para lo cual se cruza el brazo sobre el hombro mientras se mantiene el codo en extensión y pronación. Si el braquial es el músculo que limita el movimiento y presenta dolor a la palpación sobre el vientre distal, el estiramiento está *contraindicado* porque el estiramiento tal vez precipite miositis osificante.[5] Ver sección IV.

a. Si el bíceps está tenso, se empleará inhibición activa, pasiva o técnicas de autoestiramiento (ver fig. 2.8).

b. Para practicar el autoestiramiento del bíceps, el paciente lleva el brazo detrás de la espalda con el codo extendido y el antebrazo en pronación, y tira del brazo hacia atrás con la otra mano.

c. Pueden usarse estiramientos de baja intensidad y larga duración con ferulización dinámica con el fin de reducir las contracturas durante la flexión del codo.[6]

d. En el caso de contracturas leves, se sujeta una mancuerna con la mano o se rodea la porción distal del antebrazo con una banda durante 5 a 7 minutos. Se coloca una toalla debajo de la porción distal del húmero para usarla como fulcro.[30]

2. Extensores del codo

a. Si el tríceps está tirante o acortado, se emplean técnicas de inhibición, estiramiento pasivo y autoestiramiento; se incluye la flexión del hombro para estirar la cabeza larga (ver figs. 2.7 y 2.9).

b. Para realizar autoestiramientos, el individuo flexiona el codo y el hombro todo lo posible, y luego empuja contra el húmero con la otra mano.

c. Para realizar autoestiramientos con el fin de aumentar la flexión del codo, el paciente se tumba en decúbito prono con los codos flexionados y los antebrazos apoyados en la mesa. El paciente baja el tórax todo lo que le permita la flexión del codo y mantiene la posición hasta el límite de tolerancia.

3. Supinadores y pronadores

a. Si los movimientos de pronación o supinación están limitados, se practica el estiramiento con el codo del paciente flexionado con el fin de estabilizar el húmero frente a las fuerzas de rotación (ver fig. 2.10).

b. Para realizar autoestiramientos en pronación, el paciente sujeta con la mano sana el dorso del antebrazo implicado de modo que la base se apoye en la porción posterior del radio y los dedos rodeen el cúbito.

c. Para realizar autoestiramientos en supinación, la base de la mano sana se coloca sobre el lado palmar del radio. La fuerza se aplica sobre el radio para que no haya traumatismo en la muñeca.

B. Fortalecimiento de músculos débiles

1. Flexión del codo

a. Para el empleo más eficaz de la cabeza larga del bíceps, se deja que el hombro se extienda mientras se flexiona el codo. El paciente permanece sentado o de pie con la mancuerna en la mano y flexiona el codo manteniendo el antebrazo en supinación mientras la mano asciende hacia la cintura (fig. 9.5). También puede realizarse con una resistencia elástica asegurada debajo de los pies.

b. También se fortalecen los músculos flexores del codo con el húmero mantenido al costado o estabilizado en flexión o abducción, y el antebrazo en pronación para aminorar el énfasis sobre el bíceps.

2. Extensión del codo

a. Para el empleo más eficaz de la cabeza larga del tríceps, se flexiona el hombro mientras se extiende el codo. El paciente permanece sentado o de pie con el codo flexionado y con una mancuerna en la mano a nivel del hombro. Se eleva la mancuerna en línea recta por encima de la cabeza. Precaución: se necesita un buen funcionamiento de los músculos de la cintura escapular para realizar este ejercicio con eficacia (ver fig. 8.26).

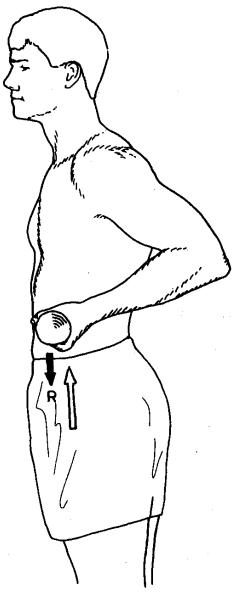


Figura 9.5. Resistencia a la flexión del codo haciendo hincapié en el músculo bíceps braquial. Se extiende el hombro al tiempo que el codo se flexiona con el antebrazo en supinación. Esta acción combinada elonga la porción proximal de la unidad musculotendinosa sobre el hombro mientras se contrae para mover el codo, lo cual mantiene una relación más óptima longitud-tensión durante una porción mayor de la amplitud del movimiento.

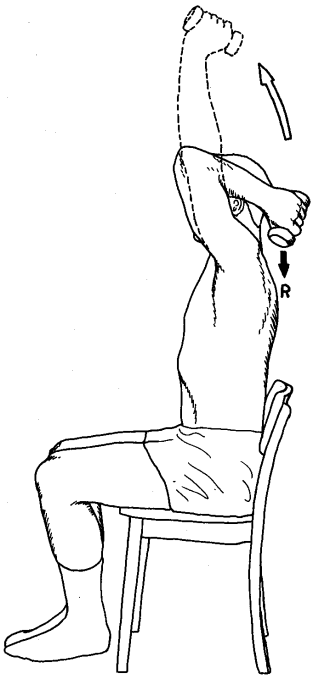


Figura 9.6. Resistencia a la extensión del codo, empezando con la cabeza larga del tríceps braquial en un estiramiento.

b. El paciente permanece sentado o de pie. Se empieza con la cabeza larga en un estiramiento, para lo cual el húmero adopta flexión con el codo flexionado, para luego extender el codo contra la oposición de una mano o una resistencia elástica (fig. 9.6).

c. El paciente se tumba en decúbito supino con el hombro flexionado 90 grados y el codo flexionado, empezando con la mano junto al mismo hombro o en medio del esternón (rotación externa o interna del hombro). Se extiende el codo venciendo el peso de la mancuerna o la resistencia elástica.

d. El paciente yace en decúbito prono con el brazo en 90 grados de abducción y el codo flexionado sobre el lado de la mesa. Se extiende el codo venciendo el peso de la mancuerna o la resistencia elástica.

3. Pronación y supinación

a. Cuando se use un peso libre para fortalecer los músculos pronadores y supinadores, el peso debe situarse en un lado u otro de la mano. Si una persona sostiene una mancuerna con el mismo peso a cada lado de la mano, un lado del peso será asistido mientras el otro será resistido, lo cual contrarresta básicamente la fuerza de resistencia. Véase la figura 9.3A y B. Repárese también en la posición del pulgar en cada ejercicio para que no esté elevando la barra. La mancuerna también puede girar trazando un arco descendente ejerciendo la resistencia sobre el lado cubital de la mano.

b. De pie frente al pomo de una puerta, se mantiene el brazo junto al costado para evitar sustituir el movimiento por una rotación del hombro y se gira el pomo.

4. Patrones combinados de movimiento

El codo actúa en actividades del hombro y la mano. Debe incorporarse resistencia a los patrones diagonales y combinados del movimiento dentro de un programa de rehabilitación, teniendo cuidado de que no haya movimientos sustitutivos que compensen un eslabón débil en la cadena.

5. Ejercicios en cadena cinética cerrada

Los ejercicios en cadena cinética cerrada para la extremidad superior aparecen descritos en el capítulo 8. Se emplean estos ejercicios para subrayar el control en los movimientos de flexión y extensión.

6. Entrenamiento funcional y preparación física

Se aumenta la resistencia y la velocidad, se aumentan las repeticiones y mejora el control excéntrico. Se avanza con los patrones de movimiento para simular la actividad deseada e imponer fuerzas controladas para aumen-

tar la dificultad para el paciente.[30] Lo apropiado en los estadios tardíos de la rehabilitación es un programa graduado de ejercicios de estiramiento-acortamiento como el lanzamiento y recepción de bolas lastradas, o la práctica de tareas laborales o deportivas específicas que incluyan movimientos de empuje, levantamiento o balanceo.

VII. Resumen

Después de un breve repaso de la anatomía y cinesiología de la región del codo y el antebrazo, se han descrito las afecciones musculoesqueléticas corrientes que pueden tratarse con ejercicio terapéutico. Se han ofrecido sugerencias y pautas para el tratamiento y aplicación correcta de ejercicios de movilización, estiramiento y fortalecimiento. De nuevo animamos al lector a utilizar la información del capítulo 7 como base para el diseño de programas adecuados de ejercicio terapéutico.

Se han descrito los procedimientos quirúrgicos habituales para el codo y el empleo de ejercicios terapéuticos durante el período de rehabilitación postoperatoria. También se han expuesto las pautas para la progresión del ejercicio durante las fases de protección máxima, moderada y mínima después de la operación.

Bibliografía

1. Andrews, JR, y Whiteside, JA: "Common elbow problems in the athlete". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 17:289, 1993.
2. Bentley, JA: "Physiotherapy following joint replacements". En Downie, PA: *Cash's Textbook of Orthopedics and Rheumatology for Physiotherapists*. JB Lippincott, Filadelfia, 1984.
3. Cailliet, R: *Soft Tissue Pain and Disability*, ed 2. FA Davis, Filadelfia, 1988.
4. Cofield, RH, Morrey, BF, y Bryan, RS: "Total shoulder and total elbow arthroplasties: The current state of development. Part II". *Journal of Continuing Education Orthopedics*, Jan. 1979, p 17.
5. Cyriax, J: *Textbook of Orthopaedic Medicine*, Vol. 1. "Diagnosis of Soft Tissue Lesions", ed 8. Bailliere Tindall, Londres, 1982.
6. Hepburn, G, y Crivelli, K: "Use of elbow dynasplint for reduction of elbow flexion contractures: A case study". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 5:259, 1984.
7. Hoppenfeld, S: *Physical Examination of the Spine and Extremities*. Appleton-Century-Crofts, Nueva York, 1976.
8. Iversen, LD, y Clawson, DK: *Manual of Acute Orthopedic Therapeutics*, ed 2. Little, Brown & Company, Boston, 1982.
9. Kapadji, IA: *The Physiology of the Joints*, Vol. I. Churchill-Livingatone, Edimburgo, 1970.
10. Kessler, R, y Hertling, D: *Management of Common Musculoskeletal Disorders*. Harper & Row, Filadelfia, 1983.
11. Kopell, H, y Thompson, W: *Peripheral Entrapment Neuropathies*, ed 2. Robert F Krieger, Huntington, NY, 1976.
12. LaFreniere, J: "Tennis elbow: Evaluation, treatment and prevention". *Phys Ther* 59:742, 1979.
13. Lehmkuhl, LD, y Smith, LK: "Brunnstrum's Clinical Kinesiology", ed 4. FA Davis, Filadelfia, 1983.
14. Lowe, LW, y otros: "The development of an unconstrained elbow arthrosplasty: A clinical review". *J Bone Joint Surg Br* 66:243, 1984.
15. Lutz, FR: "Radial tunnel syndrome: An etiology of chronic lateral elbow pain". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 14:14, 1991.
16. Marmor, L: "Surgery of the rheumatoid elbow". *J Bone Joint Surg Am* 54:573, 1972.
17. Melvin, J: "Rheumatic Disease: Occupational Therapy and Rehabilitation". FA Davis, Filadelfia, 1977.
18. Morrey, BF, y Kavanagh, BF: "Cementloss joint replacement: Current status and future". *Bull Rheum Dis* 37:1, 1987.
19. Morrey, BF: "Surgery of the elbow". En Sledge, CB, y otros (eds): *Arthritis Surgery*. WB Saunders, Filadelfia, 1994.
20. Morrey, BF (ed): *The Elbow and Its Disorders*. WB Saunders, Filadelfia, 1985.
21. Nersehl, R, y Sobel, J: "Conservative treatment of tennis elbow". *The Physician and Sportsmedicine* 9.6:43, 1981.
22. Norkin, C, y Levangie, P: *Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis*, ed 2. FA Davis, Filadelfia, 1992.
23. Noteboom, T, y otros: "Tennis elbow: A review". *Jour-*

nal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy 19:357, 1994.

24. Occupational Therapy Staff: *Upper Extremity Surgeries for Patients with Arthritis: A Pre and Post-operative Occupational Therapy Treatment Guide*. Rancho Los Amigos Hospital, California, 1979.

25, Pritchard, RW: "Semiconstrained elbow prosthesis: A clinical review of five years' experience". *Orthop Rev* 8:33,1979.

26. Sheon, R, Moskowitz R, y Goldberg, V: *Soft Tissue Rheumatic Pain: Recognition, Management, Prevention*. Lea & Febiger, Filadelfia, 1982.

27. Stroyan, M, y Wilk, KE: "The functional anatomy of the elbow complex". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 17:179, 1993.

28. Waugh, T: "Arthroplasty rehabilitation". En Goodgold, J (ed): *Rehabilitation Medicine*, CV Mosby, St Louis, 1988.

29. Weiland, AJ, y otros: "Capitellocondylar total elbow replacement". *J Bone Joint Surg Am* 71:217, 1989.

30. Wilk, KE, Arrigo, C, y Andrews, JR: "Rehabilitation of the elbow in the throwing athlete". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 17:305, 1993.

31. Zohn, D, y Mennell, J: *Musculoskeletal Pain: Principles of Physical Diagnosis and Physical Treatment*. Little, Brown, Boston, 1976.

Capítulo

10

La muñeca y la mano

La muñeca es el eslabón final de las articulaciones que permiten la adopción de distintas posiciones a la mano. Tiene la significativa función de controlar la relación entre longitud y tensión de los músculos poliarticulares de la mano mientras se ajustan a las distintas actividades y tipos de prensión.[26] La mano es una herramienta valiosa mediante la cual controlamos nuestro entorno y expresamos ideas y talentos. También cumple una importante función sensorial al proporcionar información retroactiva al cerebro.

La anatomía y cinesiología de la muñeca y la mano son bastante complejas, pero importantes para conocer y tratar con eficacia los problemas de la mano. La primera sección de este capítulo revisa los puntos principales de la anatomía y función de aquellas áreas que el lector debería conocer y entender. Remitimos al lector a varios manuales para el estudio de la materia.[5,16,17,20,26] El capítulo 7 presenta información sobre los principios del tratamiento; el lector ha de familiarizarse con la materia antes de proceder y establecer un programa de ejercicio terapéutico para la muñeca y la mano. Las secciones siguientes describen problemas corrientes de la muñeca y la mano, su tratamiento conservador o quirúrgico y las técnicas y progresiones en el ejercicio.

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, el lector podrá:

1. Identificar aspectos importantes de la estructura y función de la mano y la muñeca.

2. Establecer un programa de ejercicio terapéutico sobre el resultado funcional deseado para tratar lesiones articulares y de los tejidos blandos de la muñeca y la mano relacionadas con los estadios de la recuperación después de una lesión inflamatoria, y reconocer las circunstancias únicas de la mano y la muñeca para su tratamiento.

3. Establecer un programa de ejercicio terapéutico para tratar a pacientes después de procedimientos quirúrgicos corrientes en la muñeca y la mano.

I. Revisión de la estructura y función de la muñeca y la mano

A. Huesos (ver fig. 6.33)

1. Muñeca

Porción distal del radio, huesos escafoides (E), semilunar (SL), piramidal (Pl), pisiforme (PS), trapecio (T), trapezoide (Tz), hueso grande (*os capitatum*) (C) y ganchoso (G).

2. Mano

Los cinco huesos metacarpianos y las 14 falanges componen la mano y los cinco dedos.

B. Articulaciones del complejo de la muñeca y sus movimientos

1. El complejo de la muñeca

El complejo de la muñeca es poliarticular y se compone de dos articulaciones compuestas. Es biaxial, y permite la flexión (flexión palmar o volar), extensión (dorsiflexión), la desviación radial (abducción), y la desviación cubital (aducción).

2. La articulación radiocarpiana

a. Está encerrada en una cápsula grande y laxa, reforzada por ligamentos compartidos también con la articulación mediocarpiana.

b. La superficie articular bicóncava es el extremo distal del radio y el disco radiocubital (disco articular); se angula ligeramente en sentido palmar y cubital.

c. La superficie articular biconvexa es la superficie proximal combinada del escafoides, semilunar y piramidal. El hueso piramidal se articula sobre todo con el disco. Estos tres huesos del carpo están unidos por los numerosos ligamentos interóseos.

d. Con los movimientos de la muñeca, la fila proximal convexa de los huesos del carpo se desliza en la dirección contraria al movimiento fisiológico de la mano.

Movimiento fisiológico de la muñeca	***Dirección del deslizamiento de los huesos del carpo sobre el radio o el disco***
Flexión*	Dorsal
Extensión	Palmar
Desviación radial	Cubital
Desviación cubital*	Radial

3. La articulación mediocarpiana

a. Es una articulación compuesta entre las dos filas de los huesos del carpo. Tiene una cápsula también continua con las articulaciones intercarpianas.

b. Las superficies distales combinadas de los huesos escafoides, semilunar y piramidal se articulan con las superficies proximales combinadas del trapecio, trapezoide, hueso grande y hueso ganchoso.

(1) Las superficies articulares de los huesos grande y ganchoso son en esencia convexas y se deslizan sobre las superficies articulares cóncavas de una porción del escafoides, el semilunar y el piramidal.

(2) Las superficies articulares del trapecio y trapezoide son cóncavas y se deslizan sobre la superficie distal convexa del escafoides.

c. Con los movimientos fisiológicos de la muñeca, se produce un complejo de movimientos entre los huesos del carpo. En resumen:

Movimiento fisiológico de la muñeca	***Dirección del deslizamiento de los huesos del carpo respecto a los huesos proximales del carpo***
Flexión	C y G: dorsal
	T y Tz: palmar
Extensión*	C y G: palmar
	T y Tz: dorsal
Desviación radial*	C y G: cubital
	T y Tz: dorsal
Desviación cubital	C y G: radial
	T y Tz: palmar

4. El pisiforme

El pisiforme se considera un hueso del carpo y presenta un alineamiento palmar respecto al hueso piramidal en la fila proximal de los huesos del carpo. No forma parte de la articulación de la muñeca, pero funciona como un hueso sesamoideo en el tendón del músculo flexor cubital del carpo.

5. Los ligamentos

La estabilidad y cierto movimiento pasivo del complejo de la muñeca dependen de los numerosos ligamentos: el cubital y el colateral radial, el radiocarpiano dorsal y palmar, el cubitocarpiano y el intercarpiano.

C. Articulaciones del complejo de la mano y sus movimientos

1. Articulaciones carpometacarpianas (CMC) de los dedos 2 a 5

a. Las articulaciones están encerradas en una cavidad articular común a las articulaciones de cada metacarpiano

* En esta articulación el movimiento durante la flexión y desviación cubital es mayor que en los otros dos movimientos.[42]

** En esta articulación el movimiento durante la extensión y desviación radial es mayor que en los otros dos movimientos.[42]

con la fila distal de los huesos del carpo y las articulaciones entre las bases de cada metacarpiano.

b. Las articulaciones de los dedos 2, 3 y 4 son articulaciones uniaxiales planas; la articulación del dedo 5 es biaxial. Están sujetadas por los ligamentos transversos y longitudinales. El V metacarpiano es el más móvil, siendo el IV el siguiente más móvil.

c. La flexión de los metacarpianos y la aducción adicional del V contribuyen a ahuecar (arquear) la mano, lo cual mejora la prensión.

Movimiento fisiológicos de los metacarpianos	***Dirección del deslizamiento de los metacarpianos sobre los huesos del carpo***
Flexión (ahuecar)	Palmar
Extensión (aplanamiento)	Dorsal

2. Articulación carpometacarpiana del pulgar (dedo 1)

a. Esta articulación es una articulación sellar biaxial entre el trapecio y la base del I metacarpiano. Cuenta con una cápsula laxa y una amplitud del movimiento amplia, lo cual permite al pulgar alejarse de la palma de la mano por oposición en las actividades de prensión.

b. En el caso de la flexión-extensión del pulgar (componentes de la oposición-reposición, respectivamente) que se produce en el plano frontal, la superficie del trapecio es convexa y la base del metacarpiano es cóncava; por tanto, su superficie se desliza en la misma dirección que el hueso que se angula.

c. En el caso de la abducción-aducción, que se produce en el plano sagital, la superficie del trapecio es cóncava y el metacarpiano es convexo; por tanto, su superficie se desliza en la dirección contraria al hueso que se angula.

Movimientos fisiológicos del primer metacarpiano	***Dirección del deslizamiento de la base del metacarpiano***
Flexión	Cubital
Extensión	Radial
Abducción	Dorsal
Aducción	Palmar

3. Articulaciones metacarpofalángicas (MCF)

a. Son condilartrosis biaxiales con el extremo distal de cada metacarpiano convexo y la falange proximal cóncava, sostenidas por un ligamento palmar y dos colaterales. Los ligamentos colaterales se tensan en flexión completa y previenen la abducción y aducción en esta posición.

b. La articulación MCF del pulgar difiere porque está reforzado por dos huesos sesamoideos y tiene una mínima abducción y aducción incluso en extensión.

Movimientos fisiológicos de la primera falange	***Dirección del deslizamiento de la primera falange***
Flexión	Palmar
Extensión	Dorsal
Abducción	Lejos del centro de la mano
Aducción	Hacia el centro de la mano

4. Articulaciones interfalángicas (IF)

a. Hay una articulación interfalángica proximal (IFP) y otra distal (IFD) para cada dedo, 2 a 5; el pulgar sólo tienen una articulación interfalángica. Son todas trocleartrosis uniaxiales. La superficie articular del extremo distal de cada falange es convexa; la superficie articular del extremo proximal de cada falange es cóncava.

b. Cada cápsula se refuerza con los ligamentos colaterales.

c. En sentido radial a cubital, se produce un aumento de la amplitud de flexión-extensión en las articulaciones. Esto permite mayor oposición de los dedos cubitales y el pulgar, y también permite una presión más fuerte sobre el lado cubital.

Movimiento fisiológico de cada falange	***Dirección del deslizamiento de la base de la falange***
Flexión	Palmar
Extensión	Dorsal

D. Función de la mano

1. Relaciones longitud-tensión

La posición de la muñeca controla la longitud de los músculos extrínsecos de los dedos.

a. Cuando los dedos o el pulgar se flexionan, la muñeca debe estar estabilizada por los músculos extensores de la muñeca para impedir que el flexor profundo de los dedos y el flexor superficial de los dedos, o el flexor largo del pulgar flexionen la muñeca simultáneamente. A medida que la prensión se vuelve más fuerte, la extensión

sincrónica de la muñeca elonga los tendones de los flexores extrínsecos en la muñeca y mantiene una longitud general más favorable de la unidad musculotendinosa para que la contracción sea más fuerte.

b. Para conseguir una extensión fuerte de los dedos y el pulgar, los músculos flexores de la muñeca la estabilizan o flexionan para que el extensor común de los dedos, el extensor del índice, el extensor del meñique, o el extensor largo del pulgar puedan funcionar con mayor eficacia. Además, se aprecia desviación cubital; los músculos flexor y extensor cubital del carpo se activan al abrir la mano. [22]

2. Ahuecar y extender la mano

La mano se ahueca cuando se flexionan los dedos, y se extiende cuando hacen lo mismo los dedos. Ahuecar la mano mejora la movilidad de la mano para su empleo funcional y extenderla lo hace para soltar objetos.

3. Mecanismo extensor

Estructuralmente, el aparato extensor se compone del tendón del músculo extensor común de los dedos, de su expansión de tejido conjuntivo y de fibras de los tendones de los músculos interóseos dorsales y palmares y los lumbricales.[26] Cada estructura tiene un efecto sobre el mecanismo extensor.

a. La contracción aislada del extensor de los dedos produce que los dedos adopten la forma de una garra (hiperextensión de la articulación MCF con flexión IF por la tracción pasiva de los tendones de los músculos flexores extrínsecos).

b. La extensión de las articulaciones IFP e IFD se produce al mismo tiempo y puede estar causada por los músculos interóseos o lumbricales por su tracción sobre el aparato extensor.

c. Debe haber tensión en el tendón del músculo extensor común de los dedos para que haya extensión interfalángica. Esto se produce por la contracción activa del músculo, que provoca que la extensión de la articulación MCF se produzca al mismo tiempo que se contraen los músculos intrínsecos, o por el estiramiento del tendón, que se produce durante la flexión MCF.

4. Prensión y patrones de prensión

La naturaleza de la actividad dicta el tipo de prensión,[21,22,25]

a. P*rensión de fuerza* implica asir un objeto con los dedos parcialmente flexionados contra la palma de la mano, con contrapresión del pulgar en aducción. La prensión de fuerza es sobre todo una función isométrica. Los dedos se flexionan, giran lateralmente, y se desvían en sentido cubital. El grado de flexión varía con el objeto asido. El pulgar refuerza la acción de los dedos y permite hacer pequeños ajustes y controlar la dirección de la fuerza. Son tipos de prensión de fuerza la prensión cilíndrica, la prensión esférica, la prensión en garfio y la prensión lateral.

b. Los *patrones de precisión* comprenden la manipulación de un objeto que no está en contacto con la palma de la mano entre el pulgar en abducción y oposición con los dedos. Los músculos funcionan sobre todo isotónicamente. La superficie sensorial de los dedos se emplea para transmitir el máximo de información sensorial para permitir ajustes delicados. En el caso de objetos pequeños, el asimiento preciso se produce sobre todo entre el índice y el pulgar. Son variedades pulpejo con pulpejo, yema con yema, y pulpejo con cara lateral.

c. P*rensión combinada* consiste en actividades de precisión entre los dedos 1 y 2 (y a veces el 3), mientras que los dedos 3 a 5 aportan fuerza.

E. Control de la mano[22]

1. Control de la mano sin carga (libre)

Comprende factores anatómicos, la contracción de los músculos y las propiedades viscoelásticas de los músculos.

a. Los movimientos de prensión en garra se producen sólo con contracciones de los músculos extrínsecos.

b. Los movimientos de cierre se producen sólo con la contracción de los músculos extrínsecos, pero también requieren la fuerza viscoelástica de los músculos interóseos diartrodiales.

c. Los movimientos de abertura de la mano requieren la contracción sinergista de los músculos extensores extrínsecos y los lumbricales.

d. El movimiento recíproco de flexión MCF y extensión IF está causado por los músculos interóseos. Los lumbricales eliminan la tensión viscoelástica del tendón profundo y ayudan a la extensión IF.

2. Prensión de fuerza

a. Los flexores extrínsecos aportan la fuerza principal de prensión.

b. Los extensores extrínsecos aportan una fuerza de compresión que previene la subluxación de las articulaciones de los dedos.

c. Los músculos interóseos giran la primera falange para

colocar y comprimir el objeto externo y también flexionar la articulación MCF.

d. Los músculos lumbricales no participan en la prensión de fuerza (excepto el IV).

e. Los músculos tenares y el aductor del pulgar proporciona fuerzas de compresión contra el objeto asido.

3. Manipulación de precisión

a. Los músculos extrínsecos proporcionan la fuerza de compresión para sostener objetos entre los dedos y el pulgar.

b. Para la manipulación de un objeto, los interóseos mueven en abducción y aducción de los dedos; los músculos tenares controlan el movimiento del pulgar, y los lumbricales ayudan a alejar el objeto de la palma de la mano. El grado de participación de cada músculo varía con la dirección del movimiento.

4. Oposición

La compresión entre el pulgar y los dedos depende de los músculos de la eminencia tenar, el aductor del pulgar, los interóseos y los flexores extrínsecos. Los lumbricales también participan.

F. Nervios principales sometidos a presión y traumatismo en la muñeca y la mano [7,19]

1. Nervio mediano

Al entrar en la mano, este nervio discurre por el canal carpiano en la muñeca con los tendones de los flexores. El canal carpiano está cubierto por el ligamento transverso del carpo, grueso y relativamente inelástico. Su compresión en el canal causa alteraciones sensoriales (sobre los dos tercios radiales de la palma, las superficies palmares de los primeros tres dedos y medio, y el dorso de las falanges distales) y debilidad progresiva de los músculos inervados distales a la muñeca (oponente del pulgar, abductor corto del pulgar, cabeza superficial del flexor corto del pulgar y los lumbricales I y II), lo cual provoca deformidad en mano de mono (atrofia tenar y el pulgar en el plano de la mano). El ramo que inerva el músculo oponente se monta sobre el ligamento carpiano a dos tercios del camino de ascenso a la eminencia tenar y puede comprimirse por separado.

2. Nervio cubital

Este nervio entra en la mano por un surco formado por el hueso pisiforme y la apófisis unciforme del hueso ganchoso, y está cubierto por el ligamento palmar del carpo y el músculo palmar corto. Un traumatismo o su compresión provocan alteraciones sensoriales (tercio cubital de la mano, todo el dedo 5 y el lado cubital del dedo 4 y debilidad progresiva de los músculos con inervación distal al punto (palmar corto, músculos de la eminencia antitenar, lumbricales III y IV, interóseos, aductor del pulgar y cabeza profunda del flexor corto del pulgar), y debilidad progresiva de los músculos con inervación distal a ese lugar (palmar corto, músculos de la eminencia hipotenar, lumbricales III y IV, interóseos, aductor del pulgar, y cabeza profunda del flexor corto del pulgar), lo cual provoca deformidad en mano en garra parcial (mano de predicador). La lesión del nervio después de bifurcarse deriva en afectación parcial, dependiendo del lugar de la lesión.

3. Nervio radial

Este nervio entra en la mano sobre la superficie dorsal al igual que el ramo superficial del nervio radial, que sólo es sensorial. Cuando resulta dañado en la muñeca o la mano, sólo se producen alteraciones sensoriales (sobre los dos tercios radiales del dorso de la mano y el pulgar y la falange proximal de los dedos 2, 3 y la mitad del 4). El influjo del nervio radial sobre los músculos de la mano es por completo proximal a la muñeca. Inerva los músculos extrínsecos de la muñeca y la mano (ver capítulo 9). Los daños cerca del codo provocan parálisis de los dorsiflexores de la muñeca (mano péndula).

G. Dolor referido y patrones de las lesiones nerviosas

La mano es el punto terminal de varios nervios principales. Las lesiones o compresiones de estos nervios pueden darse en cualquier punto de su curso, desde la columna cervical hasta su terminación. Lo que el paciente percibe como dolor o trastorno sensorial en la mano tal vez sea una lesión del nervio en cualquier punto de su curso, o el dolor tal vez proceda de la irritación del tejido del origen segmentario común. Para que el tratamiento sea eficaz, debe dirigirse a la fuente del problema, no al lugar donde el paciente percibe el dolor o los cambios sensoriales. Por tanto, se elabora una historia exhaustiva y se practica una exploración selectiva de la tensión cuando el paciente refiere patrones de dolor referido o cambios sensoriales.[8]

1. Orígenes frecuentes de la referencia sensorial segmentaria de la mano

a. Columna cervical

(1) Articulaciones vertebrales entre las vertebras C_5 y C_6, entre C_6 y C_7, o entre C_7 y T_1.

(2) Raíces nerviosas de C_6, C_7 y C_8.

b. Tejido derivado de los mismos segmentos vertebrales como C_6, C_7 y C_8

2. Orígenes frecuentes de la referencia sensorial extrasegmentaria de la mano

a. Nervios periféricos

Compresión del nervio mediano, cubital o radial.

b. Plexo braquial

Síndrome del plexo braquial.

II. Problemas articulares: tratamiento conservador

A. Diagnósticos relacionados y etiología de los síntomas

Patologías como la artritis reumatoide (AR), la artropatía degenerativa (APD) y los traumatismos articulares agudos afectan a las articulaciones de la muñeca y la mano. La tirantez y las adherencias causadas por la inmovilización se desarrollan en las articulaciones, las vainas tendinosas, los músculos y los tejidos circundantes siempre que las articulaciones se protegen con férulas o yesos. En el capítulo 7 se describe la etiología de estos síntomas articulares y artríticos.

B. Deficiencias/problemas corrientes

1. Artritis reumatoide[29,41]

a. Inflamación sinovial (sinovitis) y proliferación hística con hinchazón bilateral, dolor, limitación y calor bilaterales en las articulaciones de las muñecas y manos, sobre todo las articulaciones MCF, IFP y de la muñeca.

b. Inflamación del tendón extrínseco y la vaina (tenosinovitis) y proliferación sinovial, con dolor, debilidad muscular progresiva y desequilibrios de la longitud y fuerza de los músculos antagonistas.

c. El síndrome del canal carpiano puede darse junto con tenosinovitis debida a la compresión del nervio mediano por el tejido hinchado.

d. Fatiga.

e. Estadios avanzados: el debilitamiento de la cápsula articular, la destrucción del cartílago, la erosión ósea, y la rotura del tendón provocan subluxaciones y deformidades, incluyendo:

(1) Subluxación palmar del hueso piramidal sobre el disco articular y el cúbito con desplazamiento palmar del tendón del músculo extensor cubital del carpo, lo cual causa una fuerza flexora en la articulación de la muñeca.

(2) Subluxación cubital de los huesos del carpo que provoca desviación radial de la muñeca.

(3) Desviación cubital de los dedos en las articulaciones MCF, y subluxación palmar de la falange proximal.

(4) Deformidad en cuello de cisne (hiperextensión IFP y flexión IFD).

(5) Deformidad en ojal (flexión IFP con extensión IFD).

2. Artropatía degenerativa y traumatismo articular

a. Cuando es agudo, hay hinchazón con restricción y dolor en el movimiento.

b. Cuando es crónico, se aprecia limitación de la flexión y extensión en las articulaciones afectas con una percepción capsular final firme.

c. Debilidad muscular general, fuerza de prensión débil, y poca resistencia muscular.

Precaución: Después de un traumatismo, el terapeuta debe estar alerta por signos de fractura en la muñeca o la mano porque las fracturas pequeñas pueden no aparecer en las radiografías hasta pasadas 2 semanas. Son signos hinchazón, espasmos musculares cuando se intentan movimientos pasivos, aumento del dolor cuando el hueso afectado se somete a tensión (como desviación hacia el hueso afectado) y sensibilidad dolorosa a la palpación en el lugar de la fractura.[8]

3. Rigidez posterior a la inmovilización

a. Reducción de la amplitud del movimiento, rigidez del juego articular y adherencias en los tendones.

b. Debilidad muscular, fuerza de prensión débil, reducción de la flexibilidad y poca resistencia física.

C. Limitaciones funcionales/discapacidades frecuentes

1. Cuando sean agudas, todas las actividades de prensión resultarán dolorosas, interfieren las actividades de la vida diaria como vestirse, comer, peinarse o asearse, o casi todas las actividades funcionales, como escribir y escribir a máquina.

2. Dependiendo de las articulaciones afectadas, del grado de movimiento restringido y debilidad residual, de la fatiga o pérdida de destreza y del tipo de prensión o grado de precisión requerida en la manipulación, la pérdida funcional puede ser menor o significativa.

D. Tratamiento de las lesiones articulares agudas

Las pautas generales para el tratamiento de lesiones articulares agudas aparecen descritas en el capítulo 7.

1. Control del dolor

a. El médico tal vez prescriba medicación.

b. Modalidades.

c. Descanso con breves períodos de movimiento no estresante, realizado de modo intermitente a lo largo del día.

2. Protección de la articulación

a. Colocación correcta para impedir contracturas. Se feruliza o venda con esparadrapo la articulación en los casos en que puede someterse a tensión; de lo contrario, se quita y se permite que se produzcan movimientos indoloros sin estrés.

3. Mantenimiento del movimiento y nutrición articulares y de la salud del tejido

a. Técnicas de tracción y oscilación articulares de grados I o II.

b. Amplitud del movimiento pasivo y activo-asistido. Es importante mover las articulaciones según tolerancia porque la inmovilidad de la mano provoca con rapidez desequilibrios musculares y la formación de contracturas o nuevos deterioros articulares.

4. Mantenimiento de la movilidad de músculos y tendones

a. Ejercicios estáticos en múltiples ángulos.

b. Amplitud del movimiento pasiva, activa-asistida y activa. Amplitud completa del movimiento en las articulaciones sanas y amplitudes no estresantes para las articulaciones afectas con el fin de mantener el deslizamiento de los tendones largos en sus vainas sinoviales sobre las articulaciones afectadas y de prevenir adherencias. [11]

E. Tratamiento de restricciones articulares subagudas y crónicas

1. Aumento de la movilidad de las articulaciones de la muñeca

El interés principal se centra en las técnicas de movilización articular.[30] La articulación radiocubital (RC) distal puede doler en la porción proximal de la muñeca y el paciente referir dolor en la muñeca. Las restricciones afectan a las funciones de pronación y supinación del antebrazo. En el capítulo 9 aparece una exposición sobre esta articulación y su tratamiento.

a. A*umento de la flexión*

(1) Tracción sobre los huesos de carpo (ver fig. 6.34).

(2) Deslizamiento dorsal general de los huesos del carpo (ver fig. 6.35).

(3) Deslizamientos específicos de los huesos del carpo según se indique.

Se estabiliza el hueso que tiene la superficie articular convexa, y se aplica la fuerza de movilización contra el hueso con la superficie articular cóncava. La fuerza adopta una dirección palmar.

(a) Se estabiliza el semilunar, deslizamiento palmar del radio (ver fig. 6.38).

(b) Se estabiliza el hueso grande, deslizamiento palmar del semilunar (ver fig. 6.38).

(c) Se estabiliza el escafoides, deslizamiento palmar del radio (ver fig. 6.38).

(d) Se estabiliza el escafoides, deslizamiento palmar del trapecio (ver fig. 6.39).

b. A*umento de la extensión*

(1) Tracción sobre los huesos del carpo (ver fig. 6.34).

(2) Deslizamiento palmar general de los huesos del carpo (ver fig. 6.36).

(3) Deslizamientos específicos de los de hueso del carpo según se indique.

Se estabiliza el hueso que presenta la superficie articular cóncava, y se aplica la fuerza de movilización contra la superficie dorsal del hueso con la superficie articular convexa. La fuerza adopta una dirección palmar.

(a) Se estabiliza el radio, deslizamiento palmar del semilunar (ver fig. 6.39).

(b) Se estabiliza el radio, deslizamiento palmar del escafoides (ver fig. 6.39).

(c) Se estabiliza el trapecio, deslizamiento palmar del escafoides (ver fig. 6.38).

(d) Se estabiliza el semilunar, deslizamiento palmar del hueso grande (ver fig. 6.39).

(e) Se estabiliza el escafoides, deslizamiento palmar del hueso grande (ver fig. 6.39).

c. A*umento de la desviación radial*

(1) Tracción sobre los huesos del carpo (ver fig. 6.34).

(2) Deslizamiento cubital general (ver fig. 6.37).

(3) Deslizamientos específicos de los huesos del carpo según lo indicado.

(a) Se estabiliza el trapecio, deslizamiento palmar del escafoides (ver fig. 6.38).

(b) Se estabiliza el trapecio, deslizamiento palmar del escafoides (ver fig. 6.39).

d. A*umento de la desviación cubital*

(1) Tracción sobre los huesos del carpo (ver fig. 6.34).

(2) Deslizamiento general del radio (al contrario que en la fig. 6.37).

e. D*esbloqueo de la articulación subluxada y compuesta por el cúbito, el menisco y el hueso piramidal* (CMP) para permitir la supinación y el funcionamiento de la muñeca.

Deslizamiento palmar del cúbito sobre el hueso piramidal estabilizado (igual a la fig. 6.38).

f. E*nseñar al paciente la automovilización* CMP.

El paciente sujeta la porción distal del cúbito con los dedos de la otra mano y sitúa el pulgar sobre la superficie palmar del hueso piramidal justo medial al pisiforme. A continuación ejerce presión con el pulgar, lo cual provoca un deslizamiento dorsal del piramidal sobre el disco radiocubital y el cúbito (fig. 10.1).

2. Aumento de la movilidad de las articulaciones de la mano y los dedos

a. A*umento de la movilidad de la articulación* CMC *del pulgar*

(1) Tracción articular.

(2) Aumento de la flexión.

Deslizamiento cubital del primer metacarpiano sobre el trapecio estabilizado (ver fig. 6.41A).

(3) Aumento de la extensión.

Deslizamiento radial del primer metacarpiano (ver fig. 6.41B).

(4) Aumento de la abducción.

Deslizamiento dorsal del primer metacarpiano (ver fig. 6.41C).

(5) Aumento de la aducción.

Deslizamiento palmar del primer metacarpiano (ver fig. 6.41D).

b. A*umento del arco de la mano*

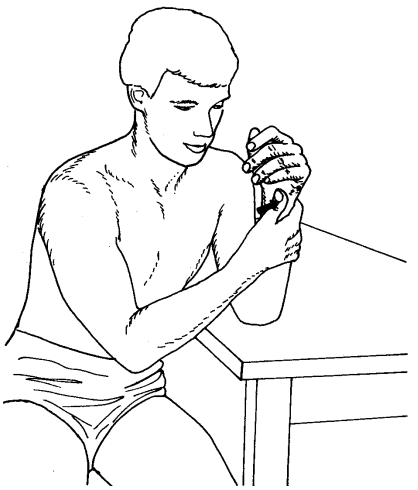


Figura 10.1. Automovilización de la articulación compuesta por cúbito, menisco y piramidal.

(1) Tracción articular de las articulaciones carpometacarpianas de la mano (ver fig. 6.40).

(2) Deslizamiento palmar de la base de cada metacarpiano sobre su hueso del carpo fijo.

c. A*umento de la movilidad de las articulaciones* MCF *e* IF *de los dedos*

(1) Tracción articular (ver fig. 6.42).

(2) Rotación con tracción (ver fig. 6.44).

(3) Aumento de la flexión.

Deslizamiento palmar de la base de la falange (ver fig. 6.43).

(4) Aumento de la extensión.

Deslizamiento dorsal de la base de la falange.

(5) Aumento de la abducción o aducción.

Deslizamiento radial o cubital, dependiendo del dedo y la dirección de la limitación.

3. Desarrollo de la movilidad y el control de los tendones y músculos

Se evalúan con cuidado posibles desequilibrios en la flexibilidad de los músculos intrínsecos y multiarticulares. En la sección VI aparece una descripción de las técnicas y precauciones especiales.

a. Las técnicas de *estiramiento e inhibición activa y pasiva* se emplean para elongar los músculos acortados de modo selectivo.

b. Si hay adherencias, se aplican *fricciones* con el tendón implicado sometido a estiramiento.

c. Se enseñan técnicas de *autoestiramiento*, haciendo hincapié en la protección de las articulaciones cuando se estiren músculos multiarticulares.

d. Se enseña al paciente la movilización de los músculos extrínsecos para mantener el deslizamiento libre entre los tendones y los tendones y huesos.[33] Esto es especialmente importante cuando haya habido un período de inmovilización después de un traumatismo o una fractura, y el tejido cicatrizal y las adherencias y contracturas restrinjan el movimiento:

(1) M*ano en garra*. Flexión de las articulaciones IFD e IFP mientras se mantiene la extensión MCF para facilitar el deslizamiento del músculo flexor profundo de los dedos sobre el hueso, así como el deslizamiento de los tendones del músculo extensor común de los dedos.

(2) Flexión de las articulaciones IFD e IFP mientras se mantiene la extensión de las articulaciones IFD para facilitar el deslizamiento del músculo flexor superficial de los dedos sobre el tendón profundo.

(3) P*uño cerrado*. Flexión simultánea de las articulaciones MCF, IFP e IFP mientras se mantiene la extensión IFD para favorecer el deslizamiento de los tendones de los músculos flexor superficial y profundo de los dedos sobre sí.

(4) Extensión de los dedos 2 y 4 para favorecer el movimiento aislado de los tendones de los músculos extensores del índice y del dedo 5 sobre los tendones del músculo extensor común de los dedos.

e. Favorecer la *coordinación* entre los músculos intrínsecos y extrínsecos pasando de la posición de mano en garra a la posición intrínseca (ver fig. 10.5).

f. Desarrollar el *control* de todos los movimientos del pulgar incluyendo la flexión y extensión descrita para los otros dedos, así como la abducción y oposición.

g. Favorecer la abducción y aducción de todas las articulaciones MCF.

4. Desarrollo de la fuerza y la función

Se avanza y pasa a ejercicios con fuerzas controladas no destructivas para aumentar la fuerza y el equilibrio musculares entre los antagonistas, y poder iniciar el entrenamiento de resistencia. En el caso de articulaciones patológicas se tendrá cuidado al aplicar pesas para no someter a tensión las articulaciones por encima de la capacidad de los tejidos estabilizadores.

F. Tratamiento conservador de la AR de la muñeca y la mano

Dada la naturaleza general y progresiva de esta enfermedad, hay que tener cuidado especial y adoptar precauciones para proteger las articulaciones y reducir al mínimo la progresión de las deformidades.

1. Estadio agudo

Además de las pautas presentadas en D, no sólo el reposo y la cura postural adecuada son críticos, sino que también lo es la movilización sin tensión para prevenir la rigidez articular. Se lleva a cabo una cuidadosa vigilancia de las actividades para reducir la inflamación. Se emplea terapia acuática para los ejercicios con el fin de reducir la rigidez y aumentar la comodidad.

2. Estadio subagudo

A medida que disminuye el dolor y la hinchazón, se hace hincapié en la protección de la articulación y la conservación de la energía al tiempo que se incrementan las actividades.[29]

a. Además de emplear férulas, el paciente debe evitar las actividades de prensión de fuerza cuando las articulaciones reaccionen o cuando los músculos estén debilitados, ya que facilitan la presencia de fuerzas deformantes de desviación y extensión radial en la muñeca, y desviación cubital y subluxación palmar de las articulaciones MCF. El empleo de la mano en actividades funcionales no prensiles o en movimientos contrarios a los de las fuerzas deformantes como abrir tarros con la mano izquierda, cortar alimentos con la hoja del cuchillo sobresaliendo por el lado cubital de la mano o coger la comida con la cuchara por el lado cubital de la mano.[41]

b. Hay que buscar signos iniciales de tirantez muscular en los músculos intrínsecos. Si están tensos, se elongarán, ya que una de las causas de la deformidad en cuello de cisne son los músculos interóseos tirantes que ejercen tracción sobre el tendón extensor, lo cual provoca hiperextensión de las articulaciones IFP hipermóviles.[41]

3. Estadio crónico

a. Una vez controlada la inflamación con medicamentos o cuando la enfermedad está remitiendo, se emplean técnicas de movilización para estirar las restricciones mecánicas de las articulaciones. Los estiramientos no serán vigorosos porque el proceso de la enfermedad y el empleo de esteroides debilitan la capacidad tensora del tejido conjuntivo.

b. Se emplean ejercicios resistidos para aumentar la fuerza. Se enseña al paciente a controlar las actividades, a estar alerta ante los signos de aumento de la inflamación, señal de que la tensión es excesiva, y a modificar los ejercicios para reducir la tensión.[29] Cuando el movimiento aumente el dolor, el paciente practicará ejercicios isométricos de múltiples ángulos con una intensidad que no provoque los síntomas.

c. Se inician los ejercicios de puesta en forma mediante actividades que no provoquen los síntomas articulares como hacer ejercicio en una piscina o practicar ciclismo.

III. Cirugía articular y tratamiento postoperatorio

Las AR crónicas y las artropatías degenerativas que afectan a los tejidos blandos y las articulaciones de la muñeca y la mano causan dolor, inestabilidad y deformidad crónicos de las articulaciones, restringen la amplitud del movimiento y hay pérdida de fuerza en la mano y en el uso funcional de la extremidad superior. Cuando falla el tratamiento conservador, se recurre a una intervención quirúrgica con una cuidadosa rehabilitación postoperatoria para restablecer la función de la mano y la muñeca.

Son posibles opciones quirúrgicas los procedimientos para tejidos blandos como la *tenosinovectomía* para la tenosinovitis crónica de los tendones de los músculos flexores y extensores de la muñeca, la *reparación de los tendones rotos* y la *sinovectomía* de las articulaciones de la muñeca y los dedos. Estos procedimientos se emplean con independencia cuando las superficies articulares de las articulaciones afectas están intactas. Si el deterioro articular es significativo, los procedimientos de elección a menudo son artrodesis, artroplastia por resección o artroplastia con implante junto con cirugía de los tejidos blandos. Algunos procedimientos se escogen para reducir al mínimo o diferir nuevas deformidades. Por ejemplo, si el tratamiento médico falla, se practica una **tenosinovectomía** para extirpar la proliferación de la membrana sinovial de las vainas tendinosas con el fin de prevenir la erosión o rotura de los tendones, ya que se produce una deformidad y pérdida significativas del control activo de la muñeca y los dedos. Si se produce la rotura, la reparación y transferencia del tendón pueden mejorar la función de la mano y retrasar o impedir el desarrollo de deformidades fijas, o la subluxación y luxación de las articulaciones. La artrodesis sigue siendo el procedimiento de elección para corregir la deformidad de la muñeca o de articulaciones de los dedos, porque proporciona al paciente una articulación estable e indolora con poco compromiso de su funcionamiento. Si la fusión es inapropiada y se necesita movilidad indolora, se dispone de varios tipos de *artroplastia*. En la mayoría de los casos lo más apropiado es una combinación de operaciones.

Los objetivos de la cirugía y el tratamiento postoperatorio de la artritis crónica y deformidades asociadas son:[24,35] (1) restablecimiento de la función normal o adecuada de la muñeca y la mano, (2) alivio del dolor, (3) corrección de la inestabilidad o deformidad, (4) restablecimiento de la amplitud del movimiento y (5) mejora de la fuerza de la muñeca y los dedos para la prensión funcional.

A continuación se expone el tratamiento postoperatorio de varios tipos de artroplastia. También se destaca la información sobre el tratamiento quirúrgico y la rehabilitación postoperatoria de las reparaciones y transferencias de tendones asociadas con la artritis crónica.

A. Artroplastia total de muñeca (artroplastia con implante radiocarpiano)

1. Indicaciones para la cirugía[1,14,35,38,40]

a. Inestabilidad grave de la articulación de la muñeca y deterioro de la porción distal del radio, los huesos del carpo y la porción distal del cúbito como resultado de la artritis crónica.

b. Limitación acusada del movimiento de la muñeca.

c. Subluxación o luxación de la articulación radiocarpiana.

d. Dolor intenso en la muñeca que compromete la fuerza y funcionamiento de la mano.

e. Apropiada para pacientes con afectación bilateral de las muñecas en cuyo caso la artrodesis de ambas muñecas limitaría más que mejorar el funcionamiento de la mano.

2. Procedimientos[1,14,35,38,40]

a. La artroplastia de sustitución total de muñeca es una alternativa a la artrodesis. El éxito de la sustitución total de la muñeca se define por el equilibrio del movimiento funcional de la muñeca combinado con una estabilidad articular adecuada.

b. Hay dos tipos generales de artroplastia con implante radiocarpiano. Ambas requieren una incisión dorsal en la muñeca.

(1) La artroplastia con implante flexible es una unidad compuesta por un vástago doble de silicona. Después de la exéresis de la fila proximal de huesos del carpo, y la resección de la cara distal del radio y la base del hueso grande, se coloca el vástago proximal de la prótesis dentro del conducto intramedular de la porción distal del radio. El vástago distal atraviesa el hueso grande y se adentra en el conducto intramedular del tercer metacarpiano. La prótesis no requiere cemento y suele quedar encapsulada con el tiempo por una nueva cápsula fibrosa.

Este procedimiento a menudo se combina con una sinovectomía de la muñeca, **eliminación dorsal** de los ten-

dones de los músculos extensores y reparación de los tendones rotos de estos músculos.

(2) También se han creado varias prótesis totales articuladas para la muñeca, y rígidas (metal y plástico de gran densidad).[14] Estas prótesis se aseguran cementándolas con metacrilato de metilo. En la mayoría de los procedimientos, se procede a la resección de la porción distal del radio, posiblemente la porción distal del cúbito y los huesos del carpo adecuados. El implante se inserta proximalmente en el conducto intramedular de la porción distal del radio y distalmente en el tercero y quizás el segundo de los cuatro metacarpianos.

c. En ambos tipos de procedimiento, la mano y la muñeca se vendan voluminosamente durante 3 a 6 días y se elevan para reducir el edema.

3. Tratamiento postoperatorio[13,27,41]

a. I*nmovilización*

(1) La artroplastia con implante flexible requiere aproximadamente 2 a 4 semanas de inmovilización con un yeso braquial corto en que la muñeca adopte una posición neutra o 20 grados de extensión. No se inician ejercicios de muñeca hasta que la estabilidad articular sea adecuada.[13,27,41]

(2) Los implantes articulados de plástico rígido y metal que se aseguran con cemento requieren un período más corto de inmovilización, por lo general 1 a 2 semanas, antes de iniciar los ejercicios de muñeca.

b. E*jercicio*.[27,41]

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA

(1) Durante el período de inmovilización, se anima al paciente a realizar frecuentes ejercicios de flexión y extensión activa de los dedos dentro de una férula o yeso con el fin de mantener la movilidad digital y reducir el edema de la mano.

(2) Cuando se pueda mover la muñeca, se quitará la férula y el paciente empezará:

(a) Pronación y supinación activas del antebrazo.

(b) Desviación radial y cubital activa de la muñeca.

(c) Extensión activa o activa-asistida de la muñeca con los dedos relajados y flexionados.

(d) Flexión activa o activa-asistida de la muñeca con los dedos relajados y extendidos.

(e) Flexión y extensión activas de los dedos con la muñeca en posición neutra.

(f) Oposición activa del pulgar respecto a cada uno de los dedos.

FASES DE PROTECCIÓN MODERADA Y MÍNIMA

(1) Se lleva la férula de muñeca entre las sesiones de ejercicio durante el día y al menos un plazo de 6 a 8 semanas. A las 8 semanas sin llevar la férula puede iniciarse actividades funcionales ligeras. La férula se lleva por la noche hasta 12 semanas.

(2) Los ejercicios activos continúan hasta recuperar la amplitud del movimiento funcional de la muñeca.

(3) Los ejercicios resistidos suaves pueden iniciarse pasadas 6 a 8 semanas para mejorar la fuerza de prensión.

(4) El empleo total de la mano y la muñeca para actividades ligeras es permisible pasadas 12 semanas de la operación.

c. ***Precauciones***

(1) Si también se ha practicado una reparación de los tendones de los músculos extensores, se seguirán las precauciones expuestas en la sección III.E de este capítulo.

(2) Hay que advertir al paciente que levantar objetos pesados o acarrear excesivo peso en la mano está contraindicado después de la operación con el fin de reducir al mínimo el riesgo de que el implante se afloje.

B. Artroplastia con implante metacarpofalángico (MCF)

1. Indicaciones para la cirugía[3,4,13,14,24]

a. Dolor en las articulaciones MCF de la mano y deterioro de la articulación, por lo general debido a una artritis reumatoide.

b. Inestabilidad y deformidad (desviación cubital) de los dedos que no puede corregirse sólo con la liberación de los tejidos libres.

c. Rigidez y reducción de la amplitud del movimiento de las articulaciones MCF.

d. Posible subluxación de las articulaciones MCF.

2. Procedimiento[3,4,13,14,24]

a. Requisitos

Para que tenga éxito la artroplastia con implante, el paciente debe tener intacto el músculo extensor de los dedos; de lo contrario, se realizará la reparación de estos tendones antes o al mismo tiempo que esta operación.

b. Se practica la eliminación dorsal (exéresis de la membrana sinovial enferma a lo largo de las vainas de los tendones extensores) o una artrodesis de la muñeca al mismo tiempo que la artroplastia con implante.

c. Revisión del procedimiento

NOTA: La mayoría de las artroplastias con implante realizadas para los dedos son con una prótesis de un solo vástago, flexible y de silicona. El implante actúa de espaciador dinámico mientras la articulación se cura. La artroplastia con implante flexible supuso una mejora sobre las prótesis metálicas de bisagra. Nuevos diseños que todavía no se utilizan tanto como los implantes de silicona flexibles son los implantes de dos piezas, de plástico o metal y articulados, que se cementan y, más recientemente, un implante sin restricción articular, no cementado y hecho de carbono pyrolite.[34]

(1) Se practica una incisión transversa sobre la cara dorsal de la articulación MCF, y se inciden las cápsulas articulares.

(2) Se extirpa la membrana sinovial proliferada y gruesa.

(3) Se liberan las contracturas de los tejidos blandos (en la cápsula palmar o los ligamentos colaterales) y se reparan los tendones extensores si es necesario.

(4) Se extirpan las cabezas de los metacarpianos afectados y se ensanchan los conductos intramedulares del metacarpiano y la falange proximal.

(5) Se implanta la prótesis en el conducto intramedular de cada metacarpiano y falange proximal afectados. Luego se repara cada una de las cápsulas articulares.

(6) Se cierra la herida y se protege con un voluminoso vendaje de compresión rodeando la mano; las articulaciones MCF se mantienen en extensión y las articulaciones distales en cierto grado de flexión.

3. Tratamiento postoperatorio[13,23,27,34,39]

a. I*nmovilización*[39]

Durante los primeros 2 a 3 días después de la operación, la mano se eleva para controlar el edema y se mantiene el vendaje de compresión. La inmovilización después de una artroplastia con implante flexible o una artroplastia con implante de plástico o metal, con o sin cemento, no es larga.

(1) Si sólo se ha procedido a un implante MCF, la mano permanece inmovilizada unos 3 días.

(2) Si, además de la artroplastia MCF, también se ha realizado una reconstrucción de los tendones extensores rotos, la mano permanece inmovilizada más tiempo para proteger los tendones reparados y transferidos.

(3) Entre 2 y 3 días después de la operación se quita el vendaje de compresión, y la mano se protege con una férula en extensión dinámica con un Outrigger®.

(a) La férula dinámica mantiene las articulaciones MCF en extensión. Durante el día, el paciente lleva la férula dinámica excepto cuando se la quite para hacer ejercicio. De noche, el paciente lleva una férula estática con la muñeca y los dedos en extensión.

(b) La férula dinámica se lleva para proteger las estructuras en curación, para impedir deformidades recurrentes, como desviación cubital de los dedos, y para controlar y guiar el movimiento articular durante la curación. La férula dinámica mantiene las articulaciones MCF en extensión, pero no controla el movimiento en las articulaciones IF.

b. E*jercicio*

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA

Pasados unos días y hasta 3 semanas después de la operación, el interés del tratamiento es proteger las estructuras en curación, pero aplicando un nivel seguro de estrés sobre los tejidos libres para influir en la formación de un tejido cicatrizal organizado mediante el movimiento controlado.

(1) Para mantener una amplitud del movimiento articular adecuada y el deslizamiento de los tendones dentro de sus vainas.

(a) Mientras permanezca en la férula dinámica, el paciente debe iniciar:

–Flexión y extensión activas e indoloras de las articulaciones IFP e IFD con las articulaciones MCF en extensión.

–Flexión activa e indolora de las articulaciones MCF con las articulaciones IF en extensión. Se estabilizan manualmente las articulaciones IF en extensión o se ferulizan temporalmente con esparadrapo y un depresor lingual.

–Extensión activa e indolora de las articulaciones MCF con las articulaciones IF flexionadas para reducir al mínimo la activación de los músculos intrínsecos y favorecer el deslizamiento de los tendones de los músculos extensores extrínsecos en las vainas tendinosas.

–Movimientos activos de la muñeca y el antebrazo con los dedos relajados.

–Oposición activa del pulgar con cada uno de los dedos.

(b) Mientras la mano está sin la férula, el terapeuta inicia ejercicios de amplitud del movimiento pasiva, indolora y completa de las articulaciones MCF, asegurándose de evitar cualquier desviación cubital o radial de los dedos. El objetivo es alcanzar 70 grados de flexión MCF.

Precaución: Durante las primeras semanas después de la operación no se aplicará ningún estiramiento o resistencia sobre los extensores, sobre todo si se ha practicado una reconstrucción o transferencia de los tendones extensores.

(2) La movilización ligera de la incisión puede iniciarse al cabo de una semana o dos para mantener la mo-

vilidad de la cicatriz y prevenir restricciones del movimiento.

(3) También se puede masajear y aplicar calor para controlar el edema y aliviar el dolor y rigidez después de la operación.

FASE DE PROTECCIÓN MODERADA

(1) Al cabo de 3 a 4 semanas se inicia la amplitud del movimiento activa sin la férula. El objetivo es la flexión activa completa de las articulaciones MCF con un mínimo de movimiento activo de los extensores (sólo existe extensión completa pasiva).

(2) Si no se ha practicado la reparación de un tendón, pueden iniciarse el estiramiento pasivo y ligero de los músculos intrínsecos.

(3) Es importante conseguir pronto una amplitud del movimiento activa y completa.

(a) Si la disfunción en extensión de las articulaciones MCF es un problema persistente, se hace más hincapié en los ejercicios de extensión activa.

(b) Al cabo de 3 semanas, si no se consiguen al menos 60 a 70 grados de flexión MCF, puede añadirse un Outrigger flexor a la férula o se puede llevar un manguito flexor 1 a 2 horas al día.

NOTA: La flexión MCF es más importante en los dedos 3, 4 y 5 para conseguir una buena prensión funcional.

(4) También se añade desviación radial activa de los dedos. El paciente coloca la mano sobre la mesa, la palma hacia abajo; se estabiliza el dorso de la mano, y se practica el deslizamiento o desplazamiento radial de los dedos.

(5) Se sigue llevando la férula dinámica cuando el paciente no haga ejercicio, y la férula estática se lleva de noche.

FASES DE PROTECCIÓN MÍNIMA Y VUELTA A LA ACTIVIDAD

(1) Pasadas 6 a 8 semanas, el uso de la férula dinámica se vuelve discontinuo. La férula se lleva por la noche 12 semanas o más si persiste la disfunción de los extensores.

(2) Prosiguen los estiramientos si se aprecian contracturas en los dedos.

(3) Las actividades de fortalecimiento isométrico se inician pasadas 6 semanas y para obtener resultados óptimos seguirán durante al menos 12 semanas después de la operación. También pueden añadirse actividades suaves de resistencia dinámica con prensores manuales con muelle para mejorar la fuerza de prensión.

C. Artroplastia con implante interfalángico proximal (IFP)

1. Indicaciones para la cirugía[13,14,24,35,39]

a. Dolor en la(s) articulación(es) IFP de los dedos y deterioro de las superficies articulares por la sinovitis, normalmente asociada con AR.

b. Reducción de la amplitud del movimiento de las articulaciones IFP.

c. Deformidad de los dedos.

(1) Deformidad en cuello de cisne.

(2) Deformidad en ojal.

2. Procedimiento[13,14,23,24,35,39]

a. Se extirpa la superficie articular de la falange proximal y la falange media afectadas y se sustituyen con un implante flexible de silicona.

b. Se vuelve a alinear la articulación.

c. La reparación también puede realizarse en el mecanismo de los tendones extensores si fuera necesario.

d. Si se aprecia deformidad en cuello de cisne o en ojal, se corrige en este momento.

e. Se repara la cápsula articular, se cierra la herida y se aplica un vendaje de compresión voluminoso en la mano.

(1) Si antes de la operación existía una deformidad en cuello de cisne, las articulaciones IFP se mantienen en 10 a 20 grados de flexión.

(2) Si existía una deformidad en ojal, se mantienen las articulaciones IFP en extensión.

3. Tratamiento postoperatorio[13,27,34,39,40]

a. I*nmovilización*

El período de tiempo requerido para la inmovilización variará dependiendo de si la reconstrucción de los tendones extensores fue o no parte del procedimiento.

(1) Si no se practicó la reparación de un tendón, se necesitarán sólo 2 a 3 días de inmovilización de las articulaciones IFP antes de iniciar los ejercicios.

(2) Si se han reparado los tendones de los extensores, se requerirá un período más largo de inmovilización para proteger el mecanismo extensor.

(3) Las articulaciones IFP se inmovilizan en extensión con una pequeña férula de reposo de aluminio o plástico revestida de goma espuma entre las sesiones de ejercicio y por la noche.

b. E*jercicio*

FASE DE MÁXIMA PROTECCIÓN

NOTA: El programa de ejercicios después de la operación difiere basándose en las deficiencias originales, es decir, rotura de los tendones, deformidad en cuello de cisne o deformidad en ojal.

(1) Si no se practicó ninguna reconstrucción de tendones, se quita el voluminoso vendaje de compresión al cabo de 3 a 4 días, y se inician los ejercicios activos con dedos, pulgar y muñeca, a saber:

(a) Flexión y extensión activas de las articulaciones IFP con las articulaciones MCF e IFD estabilizadas en una posición neutra para dirigir el movimiento a las articulaciones IFP.

(b) Flexión y extensión activas de las articulaciones MCF e IFD de los dedos.

(c)Ejercicios activos con el pulgar.

(d) Amplitud del movimiento activo de la muñeca y el antebrazo.

(2) Si se corrigió una deformidad en cuello de cisne al mismo tiempo que se practicaba el implante articular, es muy importante evitar la hiperextensión de la articulación IFP.

(a) El ejercicio de flexión y extensión activas de las articulaciones IFP se inicia aproximadamente 10 a 14 días después de la operación. El terapeuta debe estar seguro de estabilizar las articulaciones IFD en una posición neutra durante el ejercicio.

(b) Tal vez sea apropiado dejar que el paciente desarrolle una ligera contractura en flexión (10 grados) en la articulación IFP. Esto protege la cara palmar de la cápsula articular y reduce la posibilidad de que se desarrolle una deformidad recidivante en hiperextensión.

(c) Se inmoviliza la articulación IFP con una férula en 20 a 20 grados de flexión entre las sesiones de ejercicio y por la noche.

(3) Si se ha reparado una deformidad en ojal en el momento de la artroplastia, es importante mantener una extensión máxima en la articulación IFP. Como los tendones extensores se reparan como parte del procedimiento, se evitarán los estiramientos y los ejercicios contra resistencia fuerte con el mecanismo extensor durante 6 a 8 semanas después de la operación.

(a) Transcurridos 14 a 21 días después de la operación, se inician los ejercicios de flexión y extensión activas de las articulaciones IFP.

(b) Durante el movimiento activo de las articulaciones IFP, las articulaciones MCF se estabilizan en una posición neutra en el borde de una mesa o un libro.

(c) Después del ejercicio, las articulaciones IFP se mantienen en extensión completa dentro de una férula de aluminio.

FASE DE PROTECCIÓN MODERADA

(1) Transcurridas 3 semanas, si la flexión IFP no es suficiente (el objetivo son 70 grados de flexión y extensión completas), se inicia el empleo de una férula de flexión dinámica durante el día. Prosigue el empleo de una férula de extensión en reposo para la noche, sobre todo si el paciente también ha tenido una disfunción de la extensión.

(2) Se inician estiramientos suaves para aumentar la flexión de las articulaciones IFP.

FASES DE PROTECCIÓN MÍNIMA Y DE VUELTA A LA ACTIVIDAD

(1) En todas las variaciones de la artroplastia con implante IFP, los ejercicios activos prosiguen durante 6 a 8 semanas después de la operación o hasta conseguir la amplitud funcional del movimiento de las articulaciones IFP (0 grados de extensión y 70 grados de flexión).

(2) Los ejercicios suaves de fortalecimiento isométrico o de resistencia dinámica de baja intensidad de la musculatura de los dedos pueden lograrse con una variedad de máquinas pensadas para la rehabilitación de la mano.

(3) Si no se practicó la reconstrucción de los tendones, se suspende el empleo de férulas dinámicas o estáticas al cabo de 6 a 8 semanas.

(4) Se emplea la mano para actividades funcionales ligeras al cabo de 6 a 8 semanas después de la operación, pero se siguen empleando los principios de la protección articular.

(5) Los ejercicios suaves de estiramiento manual deben seguir durante unos 3 meses para evitar la reaparición de rigidez y contracturas.

D. Sustitución de la articulación carpometacarpiana (CMC) del pulgar

1. Indicaciones para la cirugía[13,14,35]

a. Dolor de la articulación carpometacarpiana (trapeciometacarpiana) del pulgar por artrosis o artritis traumática o reumatoide. La mayoría de las artroplastias CMC se realizan a causa del dolor y la inestabilidad asociados con una artropatía degenerativa.

b. La subluxación o luxación dorsorradial del primer metacarpiano lleva a una deformidad por hiperextensión de la articulación MCF del pulgar.

c. Amplitud del movimiento limitada, a menudo una contractura por aducción del pulgar.

d. Reducción de la fuerza de prensión por el dolor o subluxación de la articulación CMC.

e. Cuando la artrodesis de la articulación CMC sea inadecuada.

2. Procedimientos[13,14,35,40]

Se ha desarrollado varios procedimientos para sustituir la articulación carpometacarpiana. Se clasifican en tres categorías generales:

a. Resección del trapecio con interposición de tejido autógeno (procedimiento de elección).

b. Sustitución del trapecio con una prótesis de silicona (artroplastia parcial).

c. Sustitución de la articulación CMC con una prótesis esferoide de metal y plástico que se fija con metacrilato de metilo.

3. Tratamiento postoperatorio[14,35,40]

a. I*nmovilización*

En todos los procedimientos se inmovilizan el pulgar y la mano después de la operación con un vendaje de compresión voluminoso y se elevan de varios días a una semana para controlar el edema. El tiempo de inmovilización de la articulación CMC depende de la intervención quirúrgica.

b. E*jercicio*.

La progresión del ejercicio varía con el tipo de implante.

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA

(1) Cuando se quita el vendaje pero se mantiene la inmovilización CMC, se inicia el movimiento activo de los dedos y la muñeca.

(2) En cuanto pueda concluir la inmovilización CMC para el ejercicio diario, se inicia el movimiento activo del pulgar (abducción, flexión extensión, oposición y circundirección) dentro de amplitudes indoloras.

(3) Se lleva una férula de protección entre las sesiones de ejercicio y por la noche.

Precaución: Se evita la hiperextensión de la articulación CMC.

FASES DE PROTECCIÓN MODERADA Y MÍNIMA

(1) Se pasa gradualmente a realizar ejercicios activos.

(2) Transcurridas entre 6 y 12 semanas, si persisten las limitaciones de la amplitud funcional, se añaden autoestiramientos suaves sin comprometer la estabilidad articular.

(3) Se inician actividades de prensión suave mediante patrones funcionales para aumentar la fuerza de la musculatura del pulgar.

(4) Se permite el empleo sin restricción del pulgar para actividades funcionales, doce semanas después de la operación.

E. Reparación de tendones de los extensores rotos asociados con AR

1. Base del problema e indicaciones para la cirugía[23,35,40,41]

a. Los pacientes con artritis reumatoide crónica en la mano pueden sufrir la rotura de uno o más de los tendones de los músculos extensor común de los dedos y extensor largo del pulgar. Las roturas más corrientes son las de los dedos 4 y 5.

b. Esto está causado por:

(1) Tenosinovitis crónica que infiltra y debilita los tendones.

(2) Presión sobre los tendones por una sinovitis proliferativa excesiva en las articulaciones MCF e IFP.

(3) Deterioro progresivo de un tendón en la porción distal del cúbito porque el tendón roza una superficie ósea irregular.

c. La rotura de los tendones extensores lleva a la falta de extensión de las articulaciones MCF (disfunción de los extensores). Las roturas múltiples de los tendones extensores provocan pérdida del empleo funcional de la mano.

2. Procedimiento[35,40]

1. Si el paciente presenta una buena amplitud del movimiento pasiva, la reparación de los tendones extensores puede restablecer la extensión activa de las articulaciones MCF de la mano. Este procedimiento también puede realizarse antes o junto con una artroplastia con implante flexible de una articulación MCF o una artrodesis de muñeca.

2. Un método de reparación es una *anastomosis tendinosa* con un tendón intacto y próximo de los músculos extensores. Se cose de nuevo el tendón extensor roto en los restantes tendones extensores.

3. Otra opción preferible a la anastomosis es un *injerto tendinoso* o la *transferencia de un tendón* para restablecer la función de la mano. Las técnicas más corrientes impli-

can la transferencia del extensor propio del índice al extensor común de los dedos en las articulaciones MCF.

4. También se practica la eliminación dorsal (sinovectomía de los tendones extensores) de la proliferación de la membrana sinovial a lo largo de las vainas de los tendones extensores de la muñeca.

3. Tratamiento postoperatorio

a. I*nmovilización*[23,35,41]

(1) Se inmovilizan la muñeca y la mano en una férula o yeso braquial cortos durante al menos 4 semanas. Debe evitarse todo movimiento de las articulaciones MCF para proteger el tendón reparado.

(2) Se mantiene la muñeca en ligera extensión, y las articulaciones MCF adoptan 45 grados de flexión a extensión completa.

(3) Se eleva la mano y se protege con un vendaje protector voluminoso durante varios días para reducir el edema al mínimo. Cuando se quite el vendaje protector, la mano y la muñeca se mantienen en extensión dentro de una férula palmar.

b. E*jercicio*

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA

(1) Pasadas 4 semanas, se quita la férula para hacer ejercicio. Se inician ejercicios activos suaves de los dedos haciendo hincapié en la extensión de las articulaciones MCF mientras se estabilizan las articulaciones IFP y de la muñeca en una posición neutra.

(2) También se inician ejercicios activos para la muñeca y el antebrazo.

FASE DE PROTECCIÓN MODERADA Y MÍNIMA

(1) Transcurridas 5 semanas, se suman ejercicios de flexión activa y ligera de los dedos.

(2) Pueden añadirse también ejercicios isométricos submáximos para los músculos flexores y extensores de los dedos.

(3) Se quita la férula durante el día pasadas 6 semanas, y el paciente puede utilizar la mano para actividades funcionales ligeras.

Precaución: Si el paciente debe usar las manos para actividades de transferencia, se toman medidas para que no haga presión con el dorso de la mano.

(4) Pueden añadirse ejercicios suaves de estiramiento y resistencia dinámica al cabo de 6 a 8 semanas para aumentar la amplitud del movimiento y la fuerza.

IV. Síndromes por traumatismos repetitivos/síndromes por uso excesivo

A. Síndrome del canal carpiano

1. Etiología de los síntomas

Irritación, inflamación e hinchazón de los tendones de los músculos flexores largos por movimientos repetitivos de la muñeca, hinchazón de la articulación de la muñeca por un traumatismo (como una caída sobre la mano extendida), posfractura, artritis, tenosinovitis e hipertrofia del tejido sinovial, y a veces el edema por el embarazo causan el compromiso del espacio confinado del canal carpiano, lo que lleva a la *compresión del nervio mediano* y genera síntomas neurológicos distales a ese punto.

2. Deficiencias/problemas frecuentes

a. Aumento del dolor de la mano con el uso repetitivo.

b. Debilidad o atrofia de los músculos tenares y los primeros dos lumbricales; deformidad en mano de mono.

c. Tirantez de los músculos aductor del pulgar y extensores del pulgar y los dedos 2 y 3.

d. Pérdida sensorial en la distribución del nervio mediano.

e. Posible reducción de la movilidad articular de la muñeca y las articulaciones MCF del pulgar y los dedos 2 y 3.

3. Limitaciones funcionales/discapacidades corrientes

a. Se reduce la capacidad de las actividades de prensión yema con yema, yema con pulpejo y pulpejo con pulpejo que requieren control fino con oposición del pulgar.

b. Incapacidad para realizar el movimiento de muñeca repetitivo o sostenido causante como pasar productos por el lector de código de barras en las cajas registradoras, el trabajo en cadenas de montaje, manipulación fina de herramientas o escribir en el teclado del ordenador.

4. Tratamiento conservador

La intervención se dirige al factor causante. Consideraciones:

a. Se feruliza para sostener la muñeca y que ésta descanse de la actividad desencadenante.

b. Análisis biomecánico para identificar los movimientos erróneos de la muñeca o la extremidad superior. Se

adapta el entorno en lo posible para reducir la necesidad de movimientos erróneos, y se fortalecen y aumenta la resistencia física de los músculos estabilizadores.

c. Movilización de los huesos del carpo (sobre todo el hueso grande) para aumentar el espacio del canal carpiano.

5. Tratamiento postoperatorio

Con frecuencia, se procede a la liberación quirúrgica del ligamento transverso del carpo para aliviar las fuerzas compresoras sobre el nervio mediano. El tratamiento puede iniciarse después de la operación si hay restricciones o debilidad muscular. Las técnicas de movilización y los ejercicios se emplean según la pérdida funcional. Sugerencias:

a. Movilización de las articulaciones con restricción según se describe en la sección II.

b. Masaje para el tejido cicatrizal restrictivo.

c. Ejercicios de fortalecimiento y estiramientos para los músculos debilitados como se describe en la sección VI. El fortalecimiento funcional incluye actividades como ejercer presión sobre una pinza de la ropa de mecanismo con muelle usando el tipo de prensión más necesaria para el paciente.

d. Fortalecimiento y entrenamiento de resistencia física de los músculos estabilizadores del hombro, el codo y el antebrazo.

B. Compresión del canal de Guyon

1. Etiología de los síntomas

Hinchazón por lesión o irritación del *nervio cubital* en el canal entre la apófisis unciforme del hueso ganchoso y el pisiforme. Esto puede suceder por la presión sostenida que acontece cuando se escribe mucho o se apoya uno sobre las muñecas extendidas mientras se monta en bicicleta, por el uso repetitivo de la acción de prensión de los dedos 4 y 5, como cuando se hace ganchillo o se atan nudos, o por un traumatismo como una caída sobre el borde cubital de la muñeca.

2. Deficiencias/problemas corrientes

a. Dolor y parestesia a lo largo del lado cubital de la palma de la mano y los dedos en la distribución del nervio cubital.

b. Debilidad o atrofia de los músculos hipotenares, interóseos, lumbricales cubitales, aductor del pulgar, y cabeza profunda del flexor corto del pulgar: deformidad de mano apostólica o de predicador.

c. Acortamiento de los músculos flexores y extensores extrínsecos de los dedos.

d. Posible restricción de la movilidad del pisiforme.

3. Limitaciones funcionales/discapacidades corrientes

a. Reducción de la fuerza de prensión.

b. Reducción de la capacidad para realizar la actividad desencadenante.

4. Tratamiento conservador

El tratamiento es básicamente el mismo que el del síndrome del canal carpiano, con énfasis en modificar la actividad desencadenante, evitando ejercer presión sobre la base de la palma, y usar una férula de dorsiflexión para la muñeca en reposo.

5. Tratamiento postoperatorio

Después de la liberación del surco del nervio cubital, se inmoviliza la muñeca 3 a 5 días; luego comienza el tratamiento con movilizaciones suaves. Se siguen las mismas pautas que con la operación del canal carpiano.

C. Tenosinovitis, tendinitis

1. Etiología de los síntomas

Inflamación por el uso continuo o repetitivo del músculo afectado, por los efectos de una AR, por una sobrecarga de tensión sobre el músculo que se contrae, o por la aspereza de la superficie del tendón o su vaina.

2. Deficiencias/problemas corrientes

a. Dolor siempre que el músculo relacionado se contrae o si se produce el movimiento de otra articulación que causa deslizamiento del tendón a través de la vaina.

b. Calor y dolor a la palpación en la región de la inflamación.

c. En una AR, proliferación sinovial e hinchazón de las vainas de los tendones afectos como sobre el dorso de la muñeca o en los tendones de los flexores del canal carpiano.[29]

d. Con frecuencia hay un desequilibrio de la longitud y fuerza de los músculos o se aprecia poca resistencia física en los músculos estabilizadores. El fallo puede ser

más proximal en el codo o el hombro, lo cual causa una carga excesiva y movimientos sustitutivos en el extremo distal de la cadena.

3. Limitaciones funcionales/discapacidades corrientes

Dolor que empeora con la actividad desencadenante de los dedos, pulgar o muñeca, que tal vez afecten a la prensión o los movimientos repetitivos de la mano.

4. Tratamiento de los síntomas agudos

Se siguen las pautas para lesiones musculares agudas descritas en el capítulo 7, con especial hincapié en aliviar el estrés del músculo afecto y mantener un ambiente sano para que cure con fuerzas no destructivas.

a. Se ferulizan las articulaciones relacionadas para descansar el tendón afectado.

b. Si el tendón está en una vaina, se aplica un masaje transverso mientras el tendón está en una posición elongada para que la movilidad se desarrolle entre el tendón y la vaina.

c. Se practican ejercicios estáticos en múltiples ángulos en posiciones indoloras en toda la amplitud articular.

5. Tratamiento de las fases subaguda y crónica

a. Avanza la intensidad del masaje, los ejercicios y las técnicas de estiramiento.

b. Se evalúa la biomecánica de la actividad funcional que causa los síntomas, y se diseña un programa para recuperar el equilibrio entre la longitud y la fuerza y la resistencia de los músculos. Con frecuencia se producen problemas por la falta de estabilidad o resistencia del hombro o el codo.

V. Lesiones traumáticas de la mano

A. Esguince simple: tratamiento conservador

1. Etiología de los síntomas

Después de un traumatismo por un golpe o una caída, una fuerza excesiva de estiramiento puede causar un esguince del tejido ligamentario de sustentación. Tal vez haya una fractura relacionada, subluxación o luxación.

2. Deficiencias/problemas corrientes

a. Dolor en el lugar implicado siempre que se ejerza una fuerza de estiramiento sobre el ligamento.

b. Puede haber hipermovilidad o inestabilidad en la articulación relacionada

3. Limitaciones funcionales/discapacidades corrientes

a. En el caso de un esguince simple, el dolor tal vez interfiera en el empleo funcional de la mano durante un par de semanas si la articulación soporta tensiones. No habrá limitación de la función si se lleva una férula o un vendaje de esparadrapo para proteger el ligamento y la férula no impide la ejecución de la tarea.

b. En el caso de desgarros significativos, habrá inestabilidad y la articulación puede sufrir subluxación o luxación con actividades desencadenantes que requieran cirugía.

4. Tratamiento conservador

a. Se siguen las pautas del capítulo 7 para tratar lesiones agudas haciendo hincapié en el mantenimiento de la movilidad mientras se reduce al mínimo la tensión sobre el tejido en curación. Si la inmovilización es necesaria por razones de protección, sólo se inmoviliza la articulación afectada. Las articulaciones situadas por encima y por debajo deben tener libertad de movimiento. Esto mantiene la movilidad de los tendones largos en sus vainas que cruzan la articulación afectada.[11]

b. Aplicar un masaje transverso en el lugar de la lesión puede impedir que la cicatriz en formación genere adherencias y restrinja el movimiento.

c. Se evitarán las posiciones que causen tensión continuada y las actividades que desencadenen los síntomas mientras sigue la curación.

B. Reparación de los desgarros de los tendones de los músculos flexores de la mano

1. Base del problema e indicaciones para la cirugía[1,31,36,37]

a. Los desgarros de los tendones flexores de la mano son corrientes y pueden darse en distintas áreas (zonas) a lo largo de la superficie palmar de los dedos, la palma y la muñeca. Las estructuras musculotendinosas dañadas dependen de la profundidad y localización de la herida.

b. La superficie palmar de la muñeca y la mano se dividen en cinco zonas; el pulgar se divide en tres zonas (fig.

10.2). La reparación y rehabilitación de un desgarro en la zona 2 (tierra de nadie), que se extiende entre la inserción distal del tendón del flexor superficial de los dedos de la falange media y los metacarpianos, son un reto concreto. Debido al espacio confinado en que se encuentran los tendones y el riego vascular limitado de los tendones en la zona 2, los tejidos en curación de esta área son especialmente propensos a las adherencias. La formación de tejido cicatrizal interrumpe el deslizamiento normal de los tendones y restringe la amplitud articular.

c. El desgarro y corte de uno o más tendones pueden acompañarse de lesiones vasculares, nerviosas y esqueléticas que complicarán el tratamiento de los tendones reparados.

2. Procedimientos[12,18,31,37]

a. Los desgarros simples de los tendones flexores se tratan con una *reparación primaria directa* o una *reparación primaria diferida* durante las primeras 24 horas a varios días después de la lesión. El tendón cortado se vuelve a colocar en oposición y se sutura. Las suturas no reactivas se confinan a la cara palmar del tendón para no trastornar la cara dorsal del tendón en la que se encuentra el riego sanguíneo. También se repara la vaina del tendón para mantener la circulación o la membrana sinovial dentro de la vaina para lograr la nutrición extrínseca del tendón.

b. Un procedimiento alternativo es *una reconstrucción tendinosa en dos etapas con un injerto*. Dependiendo de la gravedad de la lesión de otras estructuras de la mano, hay que tratar el desbridamiento de la herida, la reparación de nervios o estructuras vasculares y la estabilización de las lesiones esqueléticas, antes de poder reparar los tendones. Tal vez haya que colocar un espaciador de tendones, lo que retrasará la reconstrucción con un injerto tendinoso varios meses. Cuando se implante quirúrgicamente un injerto, se suturará a las porciones proximal y distal del tendón cortado.

3. Tratamiento postoperatorio[6,10,36]

a. I*nmovilización*

(1) Los dedos afectados y la mano se inmovilizan con un vendaje protector voluminoso durante varios días y se eleva la mano para controlar el edema.

(2) Se inmovilizan los dedos y la muñeca en una posición de flexión para mantener inicialmente laxos los tendones reparados o el lugar del injerto.

b. E*jercicio*

NOTA: La progresión de los ejercicios durante el programa de rehabilitación es más conservadora después de una reconstrucción con injerto que después de una reparación directa para dejar tiempo a la vascularización del injerto.

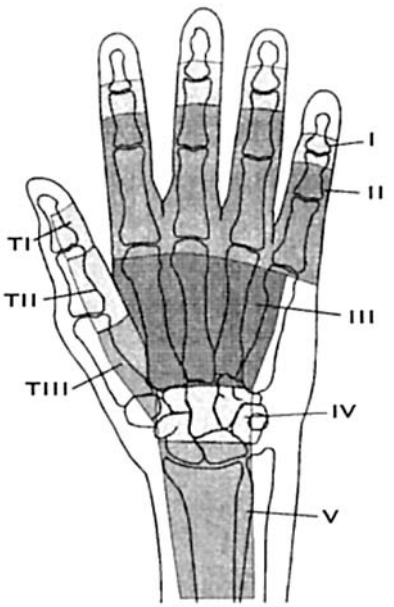


Figura 10.2. Zonas de los tendones de los mm. flexores; cara palmar de la mano y la muñeca.

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA

(1) Después de quitar el vendaje protector, el método más conservador para el tratamiento consiste en colocar los dedos afectados y la muñeca en una férula estática e inmovilizar la mano en flexión 24 horas al día durante 3 semanas. Así se consigue protección máxima para las estructuras en curación, pero se producen graves adherencias y contracturas irreversibles de flexión en los dedos.

(2) Un método postoperatorio más corriente hoy en día es permitir el *movimiento temprano y controlado* para prevenir las contracturas. El movimiento se practica con la muñeca y los dedos flexionados dentro de una férula dorsal inmovilizadora, una férula dinámica con tracción de bandas de goma, o una combinación de ambos tipos de férula.[6,10,12,18]

(a) Una férula inmovilizadora *estática* sobre la superficie dorsal de la muñeca y los dedos mantiene la muñeca flexionada unos 20 grados, las articulaciones MCF flexionadas 70 grados y las articulaciones IF en posición neutra. Se afloja la férula o se quita para hacer ejercicio.

(b) Una férula *dinámica* con tracción de bandas de goma mantiene pasivamente la muñeca en posición neutra y

los dedos flexionados, pero permite la extensión activa de los dedos durante una porción protegida de la amplitud articular frente a la resistencia de las bandas. Cuando el paciente relaja los extensores de los dedos, las bandas de goma flexionan *pasivamente* los dedos.

(3) Para controlar el edema, se inician masajes suaves cuando se quite el vendaje voluminoso compresivo.

(4) Para prevenir contracturas y mantener el deslizamiento de los tendones en la vaina, pero protegiendo el tendón suturado, se inicia el movimiento temprano y controlado con los siguientes ejercicios que se continúan las primeras 3 a 4 semanas después de la operación:

(a) En el caso de una férula dinámica (con bandas de goma) se inicia la flexión activa de los dedos; la flexión pasiva de los dedos por acción de las bandas de goma se produce cuando se relajan los músculos extensores.

(b) En el caso de una férula dorsal inmovilizadora (sin bandas de goma) y aflojadas temporalmente las cinchas estabilizadoras, se inicia la flexión y extensión pasivas de los dedos que genera manualmente el terapeuta o el paciente. Se extiende o flexiona una articulación a la vez mientras se estabilizan las otras.

(5) Se empieza la movilización de la cicatriz con un masaje de fricción para prevenir la formación de adherencias.

(6) Pasadas 3 semanas y media a 4 o hasta 5 semanas, se modifica la férula o se fabrica una muñequera para permitir el movimiento de la muñeca y mayor movilidad a los dedos. Se realizan los ejercicios siguientes:

(a) Flexión activa de los dedos con la muñeca en extensión

(b) Extensión activa de la muñeca con los dedos flexionados

(c) Extensión activa de los dedos con la muñeca flexionada

FASE DE PROTECCIÓN MODERADA

(1) Pasadas 6 semanas, se suspende el uso de la férula protectora.

(2) Si el paciente no ha logrado la extensión completa de los dedos, se inician suaves estiramientos de los músculos flexores de los dedos con la muñeca estabilizada en posición neutra.

(3) Se añaden actividades ligeras de resistencia con masilla terapéutica de silicona o resistencia manual.

(4) Se permite que el paciente use la mano para actividades funcionales de poca intensidad.

FASES DE PROTECCIÓN MÍNIMA Y VUELTA A LA ACTIVIDAD

(1) Pasadas 8 a 10 semanas se hace hincapié en las actividades progresivas de fortalecimiento de la prensión.

(2) Se mejora la resistencia con actividades y ejercicios de prensión sostenida.

(3) Se incorporan actividades laborales o de ocio a los ejercicios de manos.

(4) Si existen contracturas en la flexión de los dedos, se emplea una férula dinámica para un estiramiento prolongado, estiramientos manuales más vigorosos y técnicas de movilización articular.

(5) El paciente debe recuperar el empleo funcional completo de la mano 12 semanas después de la operación.

C. Reparación de los desgarros de los tendones de los músculos extensores de la mano

1. Base del problema e indicaciones para la cirugía[31,37]

a. Los desgarros y la rotura traumática de los tendones de los extensores de los dedos, pulgar o muñeca son más corrientes que los desgarros de los tendones flexores, porque los tendones extensores se hallan justo debajo del pie y son más superficiales que los tendones flexores.

b. La superficie de los extensores de los dedos y la muñeca se divide en siete zonas, y la superficie de los extensores del pulgar se divide en cuatro (fig. 10.3). La localización de un desgarro en los tendones de los extensores

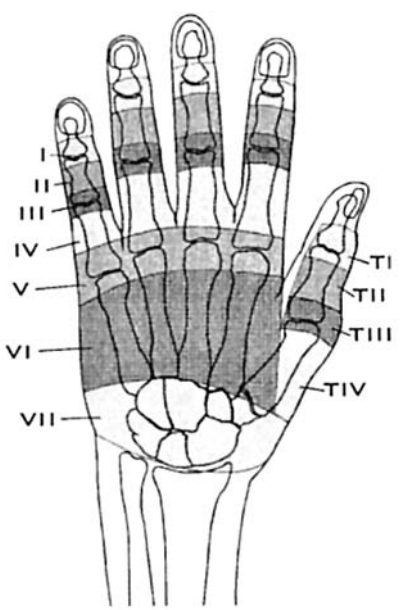


Figura 10.3 Zonas de los tendones de los mmm. extensores; cara dorsal de la mano y la muñeca.

determina las estructuras dañadas del mecanismo extensor. Por ejemplo, un desgarro de la superficie extensora de la articulación IFD y la falange distal (zona 1) interrumpirá la extensión terminal de un dedo. Un desgarro en las articulaciones MCF (zona 5) interrumpirá los tendones de los extensores comunes y la extensión MCF.

c. El mecanismo de la lesión puede ser un desgarro, una fractura luxación, o un traumatismo extenso que provoque fracturas múltiples y la interrupción de la inervación o el riego sanguíneo de la mano.

2. Procedimientos[1,31,37]

a. Los extremos de los tendones desgarrados se vuelven a colocar en oposición (se aproximan) y se suturan juntos.

b. Si ha habido una fractura o fractura/luxación asociadas, se usa un alambre de Kirschner para estabilizar los huesos o articulaciones dañados.

c. Después de que se cierre la incisión, se venda la mano y los dedos afectados con un vendaje voluminoso compresivo y se aplica una férula palmar inmovilizadora.

3. Tratamiento postoperatorio

a. I*nmovilización*

(1) La posición de la inmovilización, con independencia de la zona lesionada, es en extensión. El vendaje voluminoso y la férula de bloqueo palmar impiden la flexión de la muñeca y los dedos.

(2) El tiempo de inmovilización depende de la zona en que se haya producido la lesión y del tipo de reparación quirúrgica elegido. La reparación de los tendones de las zonas 1 a 4 de los dedos suelen requerir 4 a 6 semanas de inmovilización en una férula en extensión. Las reparaciones en las zonas 5 a 7 requieren un período más corto de inmovilización completa. En la zona 7 sólo se inmovilizan las articulaciones MCF y la muñeca. El movimiento temprano y controlado dentro de una amplitud protegida es permisible varios días después de la operación.

b. E*jercicio*

(1) Por lo general, las fases de protección máxima, moderada y mínima de los programas de ejercicio después de la reparación de los tendones de los extensores son más largas y los ejercicios progresan de modo más conservador que después de la reparación de los tendones de los flexores. Los tendones de los extensores requieren más tiempo para curarse que los tendones de los flexores por diferencias en la vascularización y porque la vaina sinovial, que nutre los tendones extensores, se halla sólo en la muñeca. Como los tendones de los extensores se encierran en una vaina sinovial sólo en la muñeca, es menos probable que éstos desarrollen adherencias que restrinjan el movimiento que los de los flexores.

(2) El inicio y progresión de los ejercicios dependen del lugar (la zona) en que se practicara la reparación, como se ha dicho previamente.

(3) Los movimientos y los puntos de estabilización dependen de la zona de la lesión.

(a) En las zonas 1 y 2 se subraya la flexión activa de las articulaciones IFD mientras se estabilizan las articulaciones proximales.

(b) En las zonas 3 y 4 se subraya la flexión activa de las articulaciones IFP con las articulaciones MCF extendidas, y la extensión de las articulaciones IFP con las articulaciones MCF flexionadas. Hay que estar seguro de que se estabilizan las articulaciones IFD.

(c) En las zonas 5 y 6 es permisible el movimiento más temprano dentro de una amplitud protegida que en las zonas 1 a 4. Se inicia la flexión activa MCF bloqueada y la extensión pasiva de los dedos afectados 4 días después de la operación. La flexión activa de las articulaciones IFP e IFD con la muñeca y las articulaciones MCF extendidas también es apropiada. Pasadas 4 semanas, se suma la extensión MCF activa con las articulaciones IFP e IFD semiflexionadas para subrayar la acción del músculo extensor común de los dedos.

(d) En la zona 7 se inician movimientos IFP e IFD de inmediato con las articulaciones MCF y la muñeca extendidas. Transcurridas unas 3 semanas de inmovilización en extensión de la muñeca y las articulaciones MCF, se aumenta de forma gradual la flexión MCF y de la muñeca. Luego se añade una suave extensión activa MCF y de la muñeca con los dedos extendidos así como la desviación radial y cubital de la muñeca.

(4) R*ecordatorio*: Los flexores son un grupo de músculos mucho más fuertes que los extensores, por lo que la flexión activa debe ser suave y controlada para evitar el estiramiento de los tendones extensores reparados. A veces se emplea una férula de extensión dinámica para ayudar a la extensión y oponerse a la flexión durante las primeras semanas después de quitar el aparato inmovilizador con el fin de proteger los tendones extensores reparados.

(5) Los ejercicios y la ferulización continúan aproximadamente de 8 a 10 semanas. Durante las fases de protección moderada y mínima, los ejercicios contra una resistencia suave pueden añadirse a medida que progrese la curación. La mano se emplea para realizar progresivamente con mayor vigor las actividades funcionales diarias en los estadios posteriores de la rehabilitación.

VI. Ejercicios para los desequilibrios entre la fuerza y la flexibilidad musculares

NOTA: No importa la causa; el desequilibrio de la fuerza o la flexibilidad de los músculos puede empeorar la mecánica de la mano. Si hay daños en nervios con pérdida motora o fallos en la mecánica por una degeneración articular progresiva, es necesario ferulizar para prevenir la formación de contracturas y aportar estabilización al funcionamiento de los músculos restantes (las técnicas de ferulización funcional quedan fuera del alcance de este manual). Los principios generales para el tratamiento de lesiones agudas se han descrito en las secciones precedentes. También remitimos al lector al capítulo 7. Los ejercicios descritos en esta sección son para su empleo durante las fases subaguda y crónica de la curación y deben progresar según la tolerancia del paciente.

A. Técnicas para el estiramiento de los músculos acortados

Precauciones: Antes de iniciar las técnicas de estiramiento de los músculos o tejidos inertes, debe haber un deslizamiento normal de las superficies articulares para evitar los daños articulares; si no es así, debe iniciarse primero las técnicas del juego articular.

Como hay muchos músculos poliarticulares en la mano, las técnicas de estabilización y estiramiento específicas son críticas para evitar daños articulares o hipermovilidad.

1. Inhibición activa y estiramientos pasivos

Estas técnicas para aumentar la flexibilidad de los músculos y los tejidos blandos de la muñeca y la mano aparecen descritas en el capítulo 5.

2. Autoestiramiento de los músculos interóseos y lumbricales acortados

El paciente extiende activamente las articulaciones MCF y flexiona las articulaciones IF. Para la inhibición recíproca, se aplica resistencia manual sobre las yemas de los dedos con los dedos de la otra mano del paciente mientras se practica la flexión de los dedos (ver fig. 10.6).

3. Autoestiramiento de los músculos interóseos

El paciente coloca la mano plana sobre la mesa con la palma boca abajo y las articulaciones MCF extendidas. A continuación mueve el dedo adecuado en abducción o aducción aplicando la fuerza en el extremo distal de la falange proximal. La estabilización se consigue fijándolo contra el dedo anexo.

4. Autoestiramiento del músculo aductor del pulgar

El paciente descansa el borde cubital de la mano sobre la mesa. A continuación aplica una fuerza de estiramiento con la otra mano sobre la cabeza del metacarpiano, tratando de aumentar el espacio interdigital.

5. Estiramiento de los músculos extrínsecos

Como son músculos poliarticulares, el paso final es elongar cada uno de los tendones en todas las articulaciones simultáneamente, pero *no* se inician procedimientos de estiramiento de esta manera porque puede haber compresión y daños articulares en las articulaciones más o menos estables. Se empieza dejando que se relajen la muñeca y las articulaciones más proximales de los dedos; se estira primero la unidad tendinosa de la articulación más distal. Se estabiliza la articulación distal en el extremo de la amplitud, y luego se estira la unidad tendinosa de la siguiente articulación. Luego se estabilizan las dos articulaciones mientras se estira el tendón de la siguiente articulación y se avanza de esta manera hasta conseguir la longitud deseada.

***Precaución*:** No se deja que las articulaciones IFP y MCF se hiperextiendan mientras se estiran los tendones en la muñeca.

6. Autoestiramiento de los músculos flexores profundo y superficial de los dedos

El paciente empieza apoyando la palma de la mano afectada sobre una mesa. Primero extiende la articulación IFD, y usa la otra mano para enderezar la articulación; manteniéndola extendida, endereza a continuación las articulaciones IFP y MCF en sucesión. Si el paciente puede extender activamente las articulaciones del dedo hasta este punto, el movimiento se practicará sin ayuda. El paciente fija con firmeza la mano sobre la mesa con la otra y luego empieza a extender la muñeca levantando el brazo por encima de la mano. El paciente llega hasta el punto en que siente malestar, mantiene la posición, y luego progresa a medida que mejora la longitud (fig. 10.4).

7. Autoestiramiento del músculo extensor común de los dedos

Los dedos se flexionan en su máxima amplitud, empezando primero por la articulación más distal y progresando hasta que se flexione simultáneamente la muñeca. El paciente debe hacerlo si es posible activamente.

8. Técnicas de estiramiento para los músculos flexores y extensores de la muñeca

Aparecen descritas en la sección dedicada a la epicondilitis medial y lateral (capítulo 9, secciones V.D y V.E).

9. Estiramientos selectivos

Los pacientes con tetraplejía a la altura de C_6 pueden usar la acción de los tendones para flexionar los dedos en una prensión funcional si se dejan tirantes los músculos flexores extrínsecos (profundo y superficial). Esta acción se denomina tenodesis; es el movimiento pasivo de las articulaciones de los dedos por acción de los músculos poliarticulares mientras se estiran en la muñeca. Los dedos se cierran mientras se extiende activamente la muñeca, y se abren cuando se flexiona la muñeca.[20]

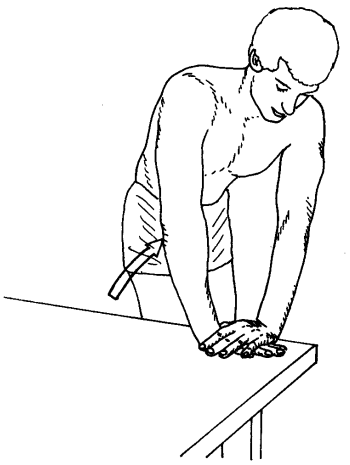


Figura 10.4. Autoestiramiento de los músculos extrínsecos flexores de los dedos, que muestra la estabilización de las articulaciones distales pequeñas.

B. Técnicas para fortalecer músculos débiles

Si la musculatura es débil, se emplean ejercicios de fortalecimiento progresivo para mejorar el equilibrio muscular (ver capítulo 3 donde aparecen descripciones de los programas de ejercicio resistido).

1. Fortalecimiento de la musculatura de la muñeca

a. Se deja que se relajen los dedos. Los músculos de la muñeca se ejercitan como un grupo si su fuerza es parecida. Si un músculo es más débil, se guía el movimiento de la muñeca en su amplitud deseada para reducir al mínimo la acción de los músculos más fuertes. Por ejemplo, en el caso de la flexión de la muñeca, si el músculo flexor radial del carpo es más fuerte que el flexor cubital del carpo, se enseña al paciente a flexionar la muñeca hacia el lado cubital mientras el terapeuta guía la muñeca que se flexiona y adopta desviación cubital. Si el músculo es lo bastante fuerte como para tolerar la resistencia, se ejerce resistencia manual sobre los metacarpianos IV y V (similar a la fig. 3.10).

b. Resistencia mecánica con una mancuerna o una resistencia elástica. El antebrazo del paciente descansa sobre una mesa con el antebrazo en pronación con el fin de resistirse a la extensión (ver fig. 9.2), amplitud media para oponerse a la desviación radial, o en supinación para oponerse a la flexión.

c. Se progresa con patrones controlados de movimiento que requieren estabilización de la muñeca para las actividades funcionales de la muñeca. Se desarrolla resistencia y se avanza hasta el patrón funcional deseado cargando la extremidad superior hasta el límite de tolerancia de los músculos estabilizadores de la muñeca. Cuando la estabilización empiece a causar cansancio, se detiene la actividad.

2. Fortalecimiento de la musculatura intrínseca débil

NOTA: El desequilibrio de los músculos intrínsecos débiles deriva en mano en garra.

a. *Flexión de las articulaciones* MCF *con extensión de las articulaciones* IF

(1) Se empieza con las articulaciones MCF estabilizadas en flexión. El paciente extiende activamente la articulación IFD ante una resistencia contra la falange media. Se pasa la resistencia a la falange distal. La resistencia puede aplicarse manualmente o con bandas de goma.

(2) El paciente comienza con las articulaciones MCF extendidas y las articulaciones IFP flexionadas; luego se empujan activamente las yemas de los dedos hacia fuera, realizando el movimiento combinado deseado (fig. 10.5A y B). Si tolera la resistencia, el paciente hace fuerza con los dedos contra la palma de la otra mano (fig. 10.5C).

b. *Abducción/aducción combinadas o aisladas de cada dedo*

(1) El paciente apoya la palma de la mano sobre una mesa. Se ejerce resistencia sobre el extremo distal de la primera falange, un dedo cada vez, para la abducción o aducción.

(2) Para oponerse a la aducción, el paciente entrelaza los dedos de ambas manos (o con la mano del terapeuta) y aprieta los dedos entre sí.

(3) Se rodean dos dedos con una banda de goma y se pide al paciente que los separe.

c. *Abducción del pulgar*

(1) El paciente apoya el dorso de la mano sobre la mesa, y se aplica resistencia en la base de la primera falange

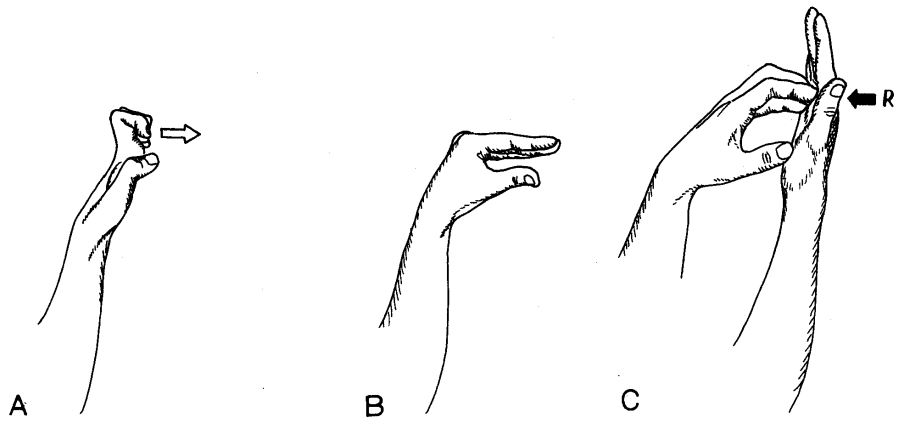


Figura 10.5. Fortalecimiento de los músculos intrínsecos en la flexión MCF y extensión IF combinadas; el paciente comienza (A) con extensión MCF y flexión IF y (B) mueve las yemas de los dedos hacia fuera. Al mismo movimiento se le opone resistencia (C) apretando los dedos contra la palma de la otra mano.

del pulgar mientras el paciente eleva y aleja el pulgar de la palma de la mano.

(2) Se rodea el pulgar y el índice con una banda de goma. El paciente mueve el pulgar en abducción contra la resistencia.

d. *Oposición del pulgar*

Para la resistencia manual, ver fig. 3.12.

3. Fortalecimiento de la musculatura extrínseca débil de los dedos

NOTA: La muñeca debe estabilizarse para que la acción de la musculatura extrínseca de la mano sea eficaz. Cuando la fuerza de la muñeca sea inadecuada para la estabilización, se estabiliza manualmente durante los ejercicios y se feruliza para su uso funcional.

a. *Extensión metacarpofalángica*

(1) Se aplica resistencia manual en el extremo distal de la falange proximal; la muñeca está en posición neutra o parcialmente flexionada.

(2) En el caso de resistencia mecánica, la mano descansa sobre una mesa con la palma boca abajo y los dedos sobre el borde. Se pone un lazo sobre el extremo distal de la falange proximal con el peso colgando.

b. *Flexión interfalángica*

(1) Las acciones de los músculos profundo y superficial pueden aislarse para aplicar resistencia manual, como se hace con los procedimientos para las pruebas musculares manuales.[9] Esto tal vez sea necesario después de una lesión tendinosa aislada cuando se vuelve a entrenar el tendón lesionado.[11] O bien los músculos pueden oponer resistencia juntos si su fuerza es similar. La muñeca debe estabilizarse en una posición media o parcialmente extendida.

(2) Autorresistencia: con las manos apuntando en direcciones contrarias, el paciente coloca los pulpejos de cada dedo sobre una mano contra los pulpejos de cada dedo de la otra mano (o contra la mano del terapeuta). A continuación flexiona los dedos contra la resistencia de la otra mano (fig. 10.6). Se emplea la misma técnica para oponer resistencia a la flexión del pulgar.

4. Técnicas de resistencia mecánica que requieren la función de los músculos intrínsecos y extrínsecos

NOTA: Es importante una buena estabilización; los músculos estabilizadores del paciente deben tener fuerza suficiente o bien hay que apoyar manualmente las áreas debilitadas. Si un peso causa tensión porque el paciente no puede controlarlo, el ejercicio será más perjudicial que beneficioso.

a. Se extiende una toalla sobre una mesa. El paciente coloca la palma de la mano en un extremo de la toalla. Mientras se mantiene contacto con la base de la mano, el paciente arruga la toalla en la mano. El mismo ejercicio puede realizarse poniendo un rimero de hojas de periódico bajo la mano. El paciente arruga la hoja superior y hace una bola con ella (y la tira a una cesta para practicar la destreza y la coordinación), y repite la operación con la siguiente hoja.

b. Empleando un disco de peso según tolerancia

(1) Se sujeta el disco con las yemas de los cinco dedos extendidos en torno al borde externo. Se eleva con el antebrazo en pronación y la palma boca abajo. Se

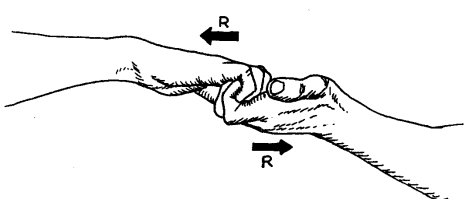


Figura 10.6. Autorresistencia para fortalecer los músculos flexores extrínsecos de los dedos.

mantiene la posición para conseguir resistencia isométrica a la prensión y a la extensión de la muñeca. Se aumenta el efecto de la resistencia extendiendo un dedo.

(2) Se levanta el lado del disco, bien con las yemas de los dedos o entre los pulpejos de la falange distal del pulgar y cada uno de los dedos.

(3) La mano se coloca boca abajo sobre la mesa; se coloca un peso en el dorso de los dedos; el paciente hiperextiende los dedos levantando el peso.

c. Otros elementos que generan resistencia como prensores manuales de muelle y distintos tamaños de pelotas blandas para el fortalecimiento general. Se observa el patrón usado por el paciente y se asegura que no sustituya o desarrolle fuerzas dañinas.

5. Paso a patrones específicos de actividad necesaria para las AVD, la activación laboral o la función recreativa

Para desarrollar la resistencia muscular, se opone resistencia al patrón con ligera resistencia hasta sentir cansancio. Aumenta la intensidad y duración de los ejercicios según lo requiera la actividad funcional.

VII. Resumen

En este capítulo se ha hecho hincapié en la anatomía y cinesiología de la muñeca y la mano. La aplicación clínica de esta información ha comportado una exposición sobre el control y prensión de la mano. Se han expuesto las pautas para el tratamiento con ejercicio terapéutico de problemas musculoesqueléticos específicos y los procedimientos quirúrgicos de reconstrucción de la muñeca y la mano. Estas pautas comprenden el tratamiento conservador y postoperatorio de los problemas de la muñeca, los dedos y el pulgar secundarios a artritis, síndromes por uso excesivo y lesiones traumáticas. El capítulo finaliza con una descripción de los estiramientos, el fortalecimiento y los ejercicios funcionales apropiados para la rehabilitación de la muñeca y la mano.

Bibliografía

1. Beasley, RW: "Basic Considerations for Tendon Transfer Operations in the Upper Extremity". En AAOS *Symposium on Tendon Surgery of the Hand*. CV Mosby, St Louis, 1975.
2. Bentley, JA: "Physiotherapy following joint replacements". En Downie, PA (ed): *Cash's Textbook of Orthopedics and Rheumatology for Physiotherapist*. JB Lippincott, Filadelfia, 1984.
3. Bieber, EJ, Wieland, AJ, y Volenec-Dowling, S: "Silicone-rubber implant arthroplasty of the metacarpophalangeal joints for rheumatoid arthritis". *J Bone Joint Surg Am* 68:206, 1986.
4. Blair, WF, Schurr; DG, y Buckwalter, JA: "Metacarpophalangeal joint implant arthroplasty with Silastic spacer". *J Bone Joint Surg Am* 66:365, 1984.
5. Cailliet, R: *Hand Pain and Impairment*, ed 4. FA Davis, Filadelfia, 1994.
6. Chow, JA, y otros: "A combined regimen of controlled motion following flexor tendon repair in 'no man's land'." *Plast Reconstr Surg* 79(3):447, 1987.
7. Chusid, J, y McDonald, J: *Correlative Neuroanatomy and Functional Neurology*, ed 17. Land, Medical Publications, Los Altos, CA, 1979.
8. Cyriax, J: *Textbook of Orthopaedic Medicine*, Vol 1. "Diagnosis of Soft Tissue Lesions", ed 8. Bailliere Tindall, Londres, 1982.
9. Daniels, L, y Worthingham, C: *Muscle Testing: Techniques of Manual Examination*, ed 5. WB Saunders, Filadelfia, 1986.
10. Duran, RJ, y Houser, RC: "Controlled passive motion following flexor tendon repair in zones II and III". En AAOS *Symposium on Tendon Surgery in the Hand*. CV Mosby, St Louis, 1975.
11. Foreman, S, y Gieck, J: "Rehabilitative management of injuries to the hand". *Clin Sports Med* 11:239, 1992.
12. Hunter, JM: "Two stage flexor tendon reconstruction: A technique using a tendon prosthesis before tendon grafting". En Hunter, JM (ed): *Rehabilitation of the Hand*, ed 2. CV Mosby, St Louis, 1984.
13. Hyde, SA: *Physiotherapy in Rheumatology*. Blackwell Scientific, Oxford, 1980.
14. Inglis, AE (ed): *Symposium on Total Joint Replacement of the Upper Extremity* (1979). American Academy of Orthopedic Surgeons, CV Mosby, St Louis, 1982.
15. Iversen, LD, y Clawson, DK: *Manual of Acute Orthopedic Therapeutics*, ed 2. Little, Brown, Boston, 1982.
16. Kapandji, IA: *The Physiology of the Joints*, Vol I. Churchill-Livingstone, Edimburgo 1970.

17. Kessler, R, y Hertling, D: *Management of Common Musculoskeletal Disorders*. Harper & Row, Filadelfia, 1983.

18. Kleinert, HE, y Cash, SL: "Current guidelines for flexor tendon repair within the fibro-osseus tunnel: Indications, timing and techniques". En Hunter, JM, Schneider, LH, y Mackin, EJ (eds): *Tendon Surgery in the Hand*. CV Mosby, St Louis, 1987.

19. Kopell, H, y Thompson, W: *Peripheral Entrapment Neuropathies*, ed 2. Robert E Krieger, Huntington, NY, 1976.

20. Lehrnkuhl, LD, y Smith, LK: *Brunnstrom's Clinical Kinesiology*, ed 4. FA Davis, Filadelfia, 1983.

21. Long, R, y otros: "Intrinsic-extrinsic muscle control of the hand in power grip and precision handling". *J Bone Joint Surg Am* 52:853, 1970.

22. Long, C: *Normal and Abnormal Motor Control in the Upper Extremities*. Final Report, Case Western Reserve University, Cleveland, OH, 1970.

23. Melvin, J: *Rheumatic Disease in the Adult and Child: Occupational Therapy and Rehabilitation*, ed 3. FA Davis, Filadelfia, 1989.

24. Nalebuff, F, Feldon, P and Millender, L: "Rheumatoid arthritis in the hand and wrist". En Green, DP (ed): *Operative Hand Surgery*, ed 2. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1988.

25. Napier, JR: "The prehensile movements of the human hand". *J Bone Joint Surg Br* 38:902, 1956.

26. Norkin, C, y Levangie, P: *Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis*, ed 2. FA Davis, Filadelfia, 1992.

27. Occupational Therapy Staff: *Upper Extremity Surgeries for Patients with Arthritis. A Pre and Post-Operative Occupational Therapy Treatment Guide*. Rancho Los Amigos Hospital, Downey, CA, 1979.

28. Omer, GE: "Tendon transfers for reconstruction of the forearm and hand following peripheral nerve injuries". En Omer, GE, y Spinner, M (eds): *Management of Peripheral Nerve Problems*. WB Saunders, Filadelfia, 1980.

29. Phillips, CA: "Rehabilitation of the patient with rheumatoid hand involvement". *Phys Ther* 69:1091, 1989.

30. Randall, T, Portney, L, y Harris, BA: "Effects of joint mobilization on joint stiffness and active motion of the metacarpal-phalangeal joint". *Journal of orthopaedic and Sports Physical Therapy* 16:30, 1992.

31. Rosenblum, NI, and Robinson, SJ: "Advances in flexor and extensor tendon management". En Moran, CA (ed): *Hand Rehabilitation*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1986.

32. Rosenthal, EA: "The extensor tendons". En Hunter, JM (ed): *Rehabilitation of the Hand*. CV Mosby, St Louis, 1980.

32. Rosenthal, EA: "The extensor tendons". En Hunter, JM (ed): *Rehabilitation of the Hand*. CV Mosby, St Louis, 1980.

33. Saunders, SR: "Physical therapy management of hand fractures". *Phys Ther* 69:1065, 1989.

34. Shurr, DG: "The therapist's role in finger joint arthroplasty". En Moran, CA (ed): *Hand Rehabilitation*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1986.

35. Simmons, BP, Millender, LH, y Nalebuff, EA: "Surgery of the hand". En Sledge, CB, y otros (eds): *Arthritis Surgery*. WB Saunders, Filadelfia, 1994.

36. Stewart, KM: "Review and comparisons in the postoperative management of tendon repair". *Hand Clin* 7(3):447-460, 1991.

37. Stewart, KM: "Tendon injuries". En Stanley, BO, y Tribuzi, SM (eds): *Concepts in Hand Rehabilitation*. FA Davis, Filadelfia, 1992.

38. Swanson, AB, Swanson, GD, y Maupin, BK: "Flexible implant arthroplasty of the radiocarpal joint. Surgical techniques and long-term study". *Clin Orthop* 187:94, 1984.

39. Swanson, AB, y otros: "Postoperative rehabilitation program in flexible implant arthroplasty of the digits". En Hunter, JM, y otros (eds): *Rehabilitation of the Hand*, ed 3 CV Mosby, St Louis, 1990.

40. Swanson, AB, y otros: "Upper limb joint replacement". En Nickel, VL (ed): *Orthopedic Rehabilitation*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1982.

41. Trombly, CA: *Occupational Therapy for Physical Dysfunction*, ed 2. Williams & Wilkins, Baltimore, MD, 1983.

42. Zohn, D, y Mennell, J: *Musculuskeletal Pain: Principles of Physical Diagnosis and Physical Treatment*. Little, Brown, Boston, 1976.

Capítulo

11

La cadera

La cadera se compara a menudo con el hombro porque es una articulación triaxial, capaz de operar en los tres planos del movimiento, y también porque es el eslabón proximal a su extremidad. En contraste con el hombro, que está concebido para aportar movilidad, la cadera es una articulación estable, construida para soportar el peso del cuerpo en carga. Las fuerzas generadas por las extremidades inferiores se transmiten hacia arriba a través de las caderas hacia la pelvis y el tronco durante la marcha y otras actividades de los miembros inferiores. Las caderas también aguantan el peso de la cabeza, el tronco y las extremidades superiores.

La sección inicial de este capítulo recapitula los puntos más importantes de la anatomía y funcionamiento de la cadera y su relación con la pelvis y la columna lumbar. Remitimos al lector a varios manuales para estudiar el material.[9,32,38] El capítulo 7 presenta información sobre los principios del tratamiento; el lector debe estar familiarizado con ese material y con los componentes de una evaluación objetiva y eficaz de la cadera y la pelvis antes de determinar un diagnóstico y establecer un programa de ejercicio terapéutico (cinesiterapia).

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, el lector podrá:

1. Identificar los aspectos importantes de la estructura y función de la cadera.

2. Establecer un programa de ejercicio terapéutico para tratar las lesiones articulares y de tejidos blandos de la cadera relacionadas con los estadios de la recuperación después de un traumatismo inflamatorio en los tejidos, reconociendo las circunstancias únicas de la cadera y la pelvis para su tratamiento.

3. Establecer un programa de ejercicio terapéutico para tratar a los pacientes después de las intervenciones quirúrgicas más frecuentes para la cadera.

I. Revisión de la estructura y función de la cadera

A. Las partes óseas son la porción proximal del fémur y la pelvis (ver fig. 6.54).

B. Articulación coxofemoral

1. Características

La cadera es una enartrosis (articulación esferoide) triaxial, sostenida por una cápsula articular fuerte reforzada por los ligamentos iliofemoral, pubofemoral e isquiofemoral. Las dos articulaciones coxofemorales están unidas entre sí por la pelvis ósea y con la columna vertebral a través del sacro y la articulación lumbosacra.

2. El acetábulo

La porción ósea cóncava o acetábulo se compone de la fusión del ilion, el isquion y los huesos del pubis, y ad-

quiere profundidad gracias a un anillo de fibrocartílago, el rodete acetabular. Se localiza en la cara lateral de la pelvis y se orienta en sentido lateral, anterior e inferior. El cartílago articular tiene forma de herradura, siendo más grueso en la región lateral. La porción central de la superficie acetabular no es articular.

3. La cabeza del fémur

La porción ósea convexa es la cabeza esférica del fémur, que se inserta en el cuello femoral. Se proyecta en sentido anterior, medial y superior.

4. Movimientos del fémur

La cabeza convexa se desliza en la dirección contraria a la del movimiento fisiológico del fémur.

Movimientos fisiológicos del fémur	***Dirección del deslizamiento de la cabeza del fémur***
Flexión	Posterior
Extensión	Anterior
Abducción	Inferior
Aducción	Superior
Rotación interna	Posterior
Rotación externa	Anterior

5. Movimientos de la pelvis

Cuando la extremidad inferior está fija, como en bipedestación o durante la fase ortostática de la marcha, el acetábulo cóncavo se mueve sobre la cabeza convexa del fémur, por lo que se desliza en la misma dirección que la pelvis (ver C).

Movimientos fisiológicos del acetábulo	***Dirección del deslizamiento de la pelvis***
Inclinación anterior de la pelvis	Anterior
Inclinación posterior de la pelvis	Posterior
Inclinación lateral de la pelvis	
Elevación de la pelvis	Inferior
Descenso de la pelvis	Superior
Rotación hacia delante	Anterior
Rotación hacia atrás	Posterior

NOTA: Cuando la pelvis se mueve afecta a ambas articulaciones coxofemorales, si bien el movimiento no es necesariamente el mismo en el lado contralateral.

6. Ángulo de inclinación

El ángulo entre el eje del cuello del fémur y su diáfisis suele ser 125 grados. Cuando el ángulo es patológicamente mayor se denomina coxa valga, y cuando es patológicamente menor, coxa vara. Una coxa valga unilateral hace que la pierna sea relativamente más larga en un lado y presente rodilla vara asociada. La coxa vara unilateral hace que la pierna sea relativamente más corta con rodilla valga asociada en ese lado. Las compensaciones en las diferencias unilaterales suelen darse en la pelvis, el pie y el tobillo.

7. Torsión

El ángulo formado por el eje transverso de los cóndilos del fémur y el eje del cuello del fémur comprende entre 8 y 25 grados, con un ángulo normal de 12 grados. El aumento del ángulo se denomina anteversión y provoca que la diáfisis del fémur gire medialmente; la reducción del ángulo se llama retroversión y hace que la diáfisis del fémur gire lateralmente. La anteversión suele provocar rodilla valga y pies planos. La anteversión unilateral deriva en una pierna relativamente más corta en ese lado con compensaciones en la posición de la pelvis. La retroversión causa los efectos opuestos.

C. Relaciones funcionales de las caderas y la pelvis en la cadena cinética

1. Cambios en el ángulo de la cadera y la columna lumbar con el movimiento pélvico

a. Inclinación pélvica (IP) anterior

Las espinas ilíacas anterosuperiores de la pelvis se mueven en sentido anterior e inferior, y, por tanto, más cerca de la cara anterior del fémur mientras la pelvis gira hacia delante sobre el eje transverso de las articulaciones coxofemorales. Esto causa flexión de la cadera y aumento de la extensión (hiperextensión) de la columna lumbar.

(1) Los músculos que generan este movimiento son los flexores de la cadera y los extensores de la columna.

(2) En bipedestación, cuando la línea de la gravedad del tronco cae anteriormente sobre el eje de las articulaciones coxofemorales, el efecto es una IP anterior. La estabilidad descansa en los músculos abdominales y los extensores de la cadera.

b. IP posterior

Las espinas ilíacas posterosuperiores de la pelvis se mueven en sentido posterior e inferior, por tanto, más cerca de la cara posterior del fémur mientras la pelvis gira hacia atrás sobre el eje de las articulaciones coxofemorales. Esto genera extensión de la cadera y flexión de la columna lumbar.

(1) Los músculos que provocan este movimiento son los extensores de la cadera y los flexores del tronco.

(2) En bipedestación, cuando la línea de la gravedad del tronco cae posteriormente sobre el eje de las articulaciones coxofemorales, el efecto es una inclinación pélvica posterior. La estabilidad recae en los flexores de la cadera y los extensores de la columna.

c. Deslizamiento pélvico

En bipedestación, el deslizamiento de traslación hacia delante de la pelvis provoca la extensión de la cadera y la extensión de los segmentos inferiores de la columna lumbar. Hay un deslizamiento compensador posterior del tórax sobre la porción superior de la columna lumbar con aumento de la flexión de estos segmentos vertebrales. Esto suele apreciarse en posturas relajadas (ver capítulo 15). Se requiere poca acción de los músculos; la postura se mantiene gracias a los ligamentos longitudinales anteriores de la porción inferior de la columna lumbar y a los ligamentos posteriores de la porción superior de las columnas lumbar y dorsal.

d. Ritmo lumbopélvico

Se produce un movimiento coordinado entre la columna lumbar y la pelvis para conseguir la máxima inclinación hacia delante del tronco, como cuando nos inclinamos hacia el suelo o tratamos de tocar los dedos de los pies. A medida que la cabeza y la porción superior del tronco inician la flexión, la pelvis se desplaza en sentido posterior para mantener el centro de gravedad equilibrado sobre la base de apoyo. El tronco sigue doblándose hacia delante, controlado por los músculos extensores de la columna, hasta alcanzar aproximadamente 45 grados. Los ligamentos están en este momento tirantes y las carillas se orientan en el plano frontal aproximado, con lo cual aportan estabilidad a las vértebras, y los músculos se relajan.[46] Una vez que todos los segmentos vertebrales alcanzan el final de la amplitud y están estabilizados por los ligamentos posteriores y las carillas, la pelvis empieza a girar hacia delante (inclinación pélvica anterior), estando controlada por los músculos isquiotibiales y glúteo mayor. La pelvis sigue girando hacia delante hasta alcanzar la máxima longitud de los músculos. La amplitud final del movimiento en la flexión hacia delante del tronco está dictada por la flexibilidad de los distintos músculos extensores y fascias de la espalda, así como por la de los músculos extensores de la cadera. La vuelta a la posición erecta se inicia con los músculos extensores de la cadera que giran la pelvis en sentido posterior mediante una acción muscular inversa (inclinación pélvica posterior), luego los músculos extensores de la columna extienden ésta desde la región lumbar hacia arriba. Se producen variaciones en la sincronización normal de esta actividad por hábitos erróneos, restricciones de la longitud de músculos o fascias, o lesiones y déficit propioceptivos.

e. Inclinación pélvica lateral

El movimiento de la pelvis en el plano frontal causa movimientos contrarios en cada articulación coxofemoral. En el lado que está elevado, se produce aducción de la cadera; en el lado que desciende, se aprecia abducción de la cadera. En bipedestación, la columna lumbar se flexiona lateralmente hacia el lado de la pelvis elevada (convexidad de la curva lateral se dirige al lado más bajo).

(1) Los músculos que causan la inclinación lateral de la pelvis son entre otros el cuadrado lumbar del lado de la pelvis elevada y la tracción del músculo contrario del glúteo medio del lado de la pelvis más baja.

(2) En una postura asimétrica, relajada y de pie, la persona desplaza el peso del cuerpo sobre una extremidad inferior y deja que descienda la pelvis del otro lado. El ligamento iliofemoral y la cintilla iliotibial del lado elevado (pierna ortostática) proporcionan apoyo pasivo.

f. Rotación pélvica

La rotación se produce sobre una extremidad inferior que está fija en el suelo. La extremidad inferior sin apoyo se balancea hacia delante o hacia atrás a lo largo de la pelvis. Cuando el lado sin apoyo de la pelvis se mueve hacia delante, se denomina rotación hacia delante de la pelvis. El tronco suele girar hacia el lado contrario, y el fémur del lado estabilizado suele girar internamente. Cuando el lado sin apoyo de la pelvis se mueve hacia atrás, se denomina rotación posterior; el fémur del lado en carga suele girar externamente, y el tronco gira hacia el lado contrario.

2. Movimientos y posturas de la extremidad inferior que afectan a la pelvis y la columna

a. L*a flexión activa de la cadera* provoca inclinación pélvica anterior y aumento de la extensión lumbar a menos que la pelvis se estabilice con la musculatura abdominal. Ocurre lo contrario con la extensión activa de la cadera.

b. Los *músculos o articulaciones tirantes de la cadera* hacen que las fuerzas en carga y el movimiento se transmitan a la

columna más que sean absorbidos por la pelvis. La tirantez o acortamiento de los extensores de la cadera causará aumento de la flexión lumbar cuando el muslo esté flexionado. La tirantez de los flexores de la cadera provocará aumento de la extensión lumbar cuando se extienda el muslo. Las contracturas de la cadera en flexión con extensión incompleta de las caderas en carga comporta tensión añadida sobre la rodilla porque ésta no puede bloquearse mientras la cadera está flexionada a menos que el tronco se incline hacia delante. La tirantez o acortamiento de los aductores provoca inclinación pélvica lateral del lado contrario y flexión lateral del tronco hacia el lado del acortamiento en carga. Sucede lo contrario cuando los abductores están acortados.

c. Una *pierna corta unilateral* causará inclinación pélvica lateral (descenso del lado más corto) y flexión lateral del tronco hacia el lado contrario de la pierna más corta (convexidad de la curva lumbar lateral hacia el lado de la pierna corta). Esto tal vez provoque escoliosis funcional e incluso estructural. Las causas de la pierna corta pueden ser asimetrías unilaterales en las extremidades inferiores como pie plano, rodilla valga, coxa vara, tirantez de los músculos de la cadera, rotación anterior del hueso coxal, mala postura en bipedestación, o asimetría en el crecimiento óseo.

3. La cadera y la marcha

a. Durante el ciclo normal de la marcha, la cadera desarrolla una amplitud del movimiento de 40 grados (10 grados de extensión al final de la marcha y 30 grados de flexión en la mitad de la fase de balanceo y en el contacto inicial). También se aprecia cierta inclinación y rotación pélvica lateral (unos 8 grados) que requieren abducción/aducción y rotación interna/externa de la cadera. La ausencia de cualquiera de estos movimientos afectará a la armonía del patrón de la marcha.

b. Control muscular durante la marcha

(1) Los músculos *flexores de la cadera* controlan la extensión de la cadera al final de la fase ortostática y se contraen concéntricamente para iniciar la fase de balanceo. Con la pérdida de la función de los flexores, se aprecia una sacudida posterior del tronco para iniciar el balanceo. Las contracturas en los flexores de la cadera impiden la extensión completa durante la segunda mitad de la fase ortostática; la zancada se acorta. La persona aumenta la lordosis lumbar o camina con el tronco inclinado hacia delante.

(2) Los músculos *extensores de la cadera* controlan el momento de flexión durante el contacto inicial del pie con el suelo; luego el glúteo mayor inicia la extensión de la cadera. Con la pérdida de la función de los extensores, se produce una sacudida posterior del tronco al tocar el pie el suelo para desviar el centro de gravedad del tronco hacia la cadera. En el caso de contracturas en el músculo glúteo mayor, se produce cierta reducción del balanceo final mientras el fémur se adelanta, o bien se compensa girando más la pelvis hacia delante. La extremidad inferior puede girar hacia fuera por el componente de rotación externa del músculo o imponer mayor tensión sobre la cintilla iliotibial en su inserción, lo cual provoca irritación a lo largo de la porción lateral de la rodilla cuando la actividad sea excesiva.

(3) Los músculos *abductores de la cadera* controlan la inclinación pélvica lateral durante la fase de balanceo de la pierna contraria. Con la pérdida funcional del glúteo medio, se produce una desviación lateral del tronco en el lado débil durante la fase ortostática cuando la pierna contraria se balancea. Esta desviación lateral se produce también cuando duele la cadera, ya que reduce al mínimo la fuerza rotatoria de la articulación coxofemoral en carga. El tensor de la fascia lata también actúa como abductor y puede ponerse tirante y afectar a la marcha con un empleo erróneo.

c. **Problemas de la deambulación**

Las deformidades óseas y articulares cambian el alineamiento de la extremidad inferior y, por tanto, la mecánica de la marcha. Las afecciones dolorosas causan patrones de marcha antálgica, que se caracterizan por una reducción al mínimo de la fase ortostática del lado doloroso para evitar la tensión de la carga.

4. Desequilibrios de los músculos de la cadera y su efecto[43]

Los músculos funcionan por hábito. Una mecánica alterada por una longitud inadecuada o excesiva y la fuerza desequilibrada provoca dolor de espalda, rodilla y cadera. Los síndromes por uso excesivo, la tensión sobre los tejidos blandos y el dolor articular se producen como respuesta a las tensiones continuas y anormales.

a. *Tirantez de la cintilla iliotibial* (IT) *con acortamiento del tensor de la fascia lata* (TFL) *o del glúteo mayor.*

A menudo se asocian con disfunciones posturales en la inclinación pélvica anterior, postura relajada en bipedestación o dorso plano (ver capítulo 15).

(1) Desviación pélvica anterior; desequilibrios de los músculos de la cadera.

(a) Acortamiento del TFL y la cintilla IT.

(b) Limitación general de la rotación externa de la cadera.

(c) Porción posterior del glúteo medio y piriforme débiles y estirados.

(d) Rotación medial excesiva del fémur durante la prime-

ra mitad de la fase ortostática con aumento de la tensión sobre las estructuras mediales de la rodilla.

(e) Compensaciones asociadas de la extremidad inferior como rotación medial del fémur, rodilla valga, torsión lateral de la tibia, pie plano y hallux valgus.

(2) Postura relajada en bipedestación, desequilibrios de los músculos de la cadera.

(a) Acortamiento de los músculos recto femoral e isquiotibiales.

(b) Limitación general de los rotadores de la cadera.

(c) Músculo iliopsoas débil y estirado.

(d) Debilidad y tirantez de la porción posterior del músculo glúteo medio.

(e) Debilidad y poco desarrollo del músculo glúteo mayor.

(f) Compensaciones asociadas de la extremidad inferior como extensión de la cadera, a veces rotación medial del fémur, hiperextensión de la rodilla, rodilla vara y pie valgo.

(3) Postura con la espalda plana; desequilibrios de los músculos de la cadera.

(a) Acortamiento del músculo recto femoral, la cintilla IT y el músculo glúteo mayor.

(b) Variaciones de las dos posturas expuestas arriba.

b. U*so excesivo de los músculos flexores biartrodiales de la cadera* (TFL, *recto femoral y sartorio*) *más que del iliopsoas*

Esto tal vez cause fallos en la mecánica de la cadera o dolor en la rodilla por uso excesivo de estos músculos que cruzan la rodilla.

c. U*so excesivo del* TFL *más que del glúteo medio*

Esto provoca dolor lateral en la rodilla por tensión de la cintilla IT o rotación medial del fémur con tensión medial en la rodilla por aumento del efecto arqueante.

d. U*so excesivo de los músculos isquiotibiales más que el glúteo mayor*

El glúteo mayor se vuelve tirante y se reduce la amplitud flexora de la cadera; se aprecia compensación con el exceso de la flexión de la columna lumbar siempre que se flexione el muslo. La tirantez del glúteo mayor también provoca aumento de la tensión sobre la cintilla IT con dolor lateral asociado en la rodilla. El uso excesivo de los músculos isquiotibiales provoca tirantez así como desequilibrios musculares con el cuádriceps en la rodilla. Los isquiotibiales dominan la función estabilizadora ejerciendo tracción posterior sobre la tibia para extender la rodilla en actividades en cadena cinética cerrada. Esto altera la mecánica de la rodilla y puede determinar síndromes por uso excesivo en los tendones isquiotibiales o dolor anterior en la rodilla por desequilibrios de la tracción del cuádriceps.

e. M*úsculos laterales del tronco para los abductores de la cadera*

Esto causa un movimiento excesivo del tronco y aumento de la tensión en la columna lumbar.

D. Equilibrio y control de las posturas

La cápsula articular está ricamente provista de mecanorreceptores que responden a las variaciones de posición, tensión y movimiento para controlar la postura, el equilibrio y el movimiento. Las contracciones reflejas de los músculos de toda la cadena cinética, conocidas como estrategias de equilibrio, se producen en una secuencia predecible cuando el equilibrio ortostático se trastorna y se recupera. Las patologías articulares, la restricción del movimiento o la debilidad muscular pueden deteriorar el equilibrio y el control postural.[14,23]

E. Nervios de la región de las caderas y las nalgas [31]

1. Nervios principales sometidos a compresión

a. *Nervio ciático*

Se forma en la región posterior de la pelvis desde el plexo sacro (raíces nerviosas de L_4, L_5, S_1, S_2 y S_3) y sale de la pelvis cruzando el borde inferior de la escotadura ciática mayor. A continuación discurre a nivel profundo del músculo piriforme (en ocasiones, pasa por encima o a través del piriforme). La compresión provoca cambios sensoriales a lo largo de la porción lateral y posterior de la pierna y la superficie dorsal y plantar del pie. También se aprecia debilidad progresiva en los isquiotibiales, en una porción del músculo aductor mayor y en todos los músculos de la pierna y el pie.

b. *Nervio obturador*

Se forma en el músculo psoas a partir de las raíces nerviosas de L_2, L_3 y L_4, y entra en la pelvis anterior a la articulación sacroilíaca. A continuación cursa por el conducto obturador junto con los vasos obturadores; allí se divide en los ramos anterior y posterior. Si sufre daños o compresión, se producen cambios sensoriales a lo largo de la cara medial del muslo y debilidad sobre todo en los músculos aductores.

2. Dolor referido

La cadera está inervada sobre todo a partir del nivel vertebral L_3; la irritación de la articulación coxofemoral suele sentirse a lo largo del dermatoma de L_3, desde la ingle bajando por la cara anterior del muslo hasta la rodilla.[16]

F. Dolor referido en la región de las caderas y las nalgas

Si los síntomas dolorosos pasan a esta región desde otros puntos, el tratamiento primario debe dirigirse a la fuente de la irritación. El estiramiento terapéutico y los ejercicios de fortalecimiento de la región de las caderas pueden emplearse para desarrollar un equilibrio biomecánico de fuerzas y reducir al mínimo la tensión en las regiones situadas por encima y debajo de esta articulación. Fuentes habituales de dolor referido en la región de las caderas y las nalgas son:

1. Irritación de las raíces nerviosas o los tejidos derivados de los segmentos vertebrales L_1, L_2, L_3, S_1 y S_2.

2. Articulaciones intervertebrales lumbares y sacroilíacas.

II. Problemas articulares: tratamiento conservador

A. Diagnósticos relacionados y etiología de los síntomas

1. La osteoartritis (artropatía degenerativa [APD]) es la enfermedad artrítica más corriente de la articulación coxofemoral. La etiología puede deberse al envejecimiento, a un traumatismo articular, a tensiones anormales y repetitivas, o a una enfermedad. Con los cambios degenerativos se aprecia degeneración del cartílago articular, fibrosis capsular y formación de osteófitos en los bordes articulares. Estos efectos suelen producirse en regiones sometidas a fuerzas máximas de carga, como a lo largo de la superficie superior que soporta el peso del cuerpo.

2. Otras patologías articulares como artritis reumatoide, necrosis aséptica, desprendimiento epifisario, luxaciones o deformidades congénitas pueden derivar también en cambios degenerativos en la articulación coxofemoral.

3. La tirantez de los tejidos capsulares que provoca hipomovilidad articular, así como la tirantez de los tejidos periarticulares circundantes pueden ocurrir siempre que la articulación esté inmovilizada después de una fractura o una operación.

B. Deficiencias/problemas corrientes

1. Dolor en la ingle y referido a lo largo de la porción anterior del muslo y la rodilla en el dermatoma de L_3.

2. Rigidez después de descansar.

3. Movimiento limitado con una percepción final firme en la cápsula. Inicialmente, la limitación se produce sólo en la rotación interna; en los estadios avanzados la cadera está fija en aducción, no presenta rotación interna ni extensión pasada la posición neutra, y se limita a 90 grados de flexión.[16]

4. Marcha antálgica por lo general con cojera compensatoria del músculo glúteo medio (abductor).

5. Extensión limitada de la cadera que deriva en un aumento de las fuerzas de extensión sobre la columna lumbar y posible dolor de espalda.

6. Extensión limitada de la cadera que impide la extensión completa de la rodilla en bipedestación o durante la marca que deriva en aumento de la tensión sobre la rodilla.

7. Deterioro del equilibrio y el control ortostático.[23]

C. Limitaciones funcionales/discapacidades corrientes [12,24]

1. Estadios iniciales. Dolor progresivo en carga continuada y durante la marcha o al final del día después de muchas actividades con la extremidad inferior. El dolor puede interferir en el trabajo o en actividades rutinarias como la preparación de la comida, la limpieza de la casa o ir a comprar.

2. Degeneración progresiva. Aumento de la dificultad para levantarse de una silla, subir escaleras, ponerse en cuclillas y otras actividades en carga. Se restringen las actividades de la vida diaria como darse un baño, asearse y vestirse (ponerse la ropa interior, medias o calcetines).

D. Tratamiento de lesiones articulares agudas y subagudas iniciales

En el capítulo 7 se describen los principios generales y el plan de asistencia para el tratamiento de la osteoartritis y la artritis reumatoide, así como el tratamiento general de las articulaciones durante los estadios agudo, subagudo y crónico de las lesiones y reparación de los tejidos. Además del tratamiento médico de la enfermedad y la inflamación, la corrección de los fallos de la mecánica forma parte integral de la reducción del dolor de cadera. Además del dolor y los cambios degenerativos que alteran la distribución del peso en la articulación, los fallos de la mecánica coxal pueden estar causados por estados como la obesidad, diferencias de longitud de las piernas, desequilibrios musculares, disfunción sacroilíaca,[12] tirantez de la cápsula articular, malas posturas y lesiones en otras articulaciones de la cadera.[7]

1. Reducción del dolor en reposo

a. Técnicas de oscilación de grados I o II con la articulación en la posición de reposo.

b. Balancearse en una mecedora (provoca oscilaciones suaves sobre las articulaciones de las extremidades inferiores y estimula los mecanorreceptores de las articulaciones).[50]

2. Reducción del dolor aliviando la tensión mecánica

a. Empleo de aparatos que ayudan a caminar y reducen la tensión sobre la articulación coxofemoral. Si el dolor es unilateral, se puede enseñar al paciente a caminar con un bastón o una muleta en el lado contrario al de la articulación dolorosa.

b. Si una asimetría de la longitud de las piernas causa la tensión de la articulación coxofemoral, se eleva gradualmente la pierna corta con alzas en el calzado.

3. Reducción de los efectos de la rigidez y mantenimiento del movimiento disponible

a. Se enseña al paciente la importancia de mover a diario las caderas en toda su amplitud articular. Cuando los síntomas agudos se controlen médicamente, el paciente debe realizar movilizaciones activas si puede controlar el movimiento o con ayuda si fuera necesario.

b. Se aplican técnicas de juego articular de grados I o II (sostenidas o de oscilación) en posiciones indoloras.

E. Tratamiento de lesiones subagudas tardías y crónicas

1. Aumento del juego articular

a. Para generar tracción en la superficie que soporta el peso del cuerpo, se emplea tracción sobre el eje longitudinal (ver fig. 6.46).

b. Para aumentar la flexión y rotación interna, se aplica un deslizamiento posterior sobre la cabeza del fémur (ver fig. 6.47).

c. Para aumentar la extensión y rotación externa, se aplica un deslizamiento anterior sobre la cabeza del fémur (ver fig. 6.48).

2. Aumento de la amplitud del movimiento

a. Se emplean técnicas de inhibición activa con cualquier músculo acortado (ver capítulo 5).

b. Se enseñan los procedimientos de autoestiramiento descritos en la sección VI.

3. Mejora de la fuerza y el uso funcional de los músculos sustentadores

a. Se empieza con ejercicios de resistencia isométrica; se pasa a resistencia isotónica a medida que el paciente tolere el movimiento. Si un ejercicio exacerba los síntomas articulares, se reduce la intensidad. También se vuelve a evaluar las actividades funcionales del paciente y se adaptan para reducir la tensión.

b. Se pasa a realizar ejercicios funcionales según tolerancia empleando actividades en cadena cinética cerrada y peso en carga. El paciente puede requerir aparatos de ayuda para apoyar el peso del cuerpo. Emplear una piscina o un tanque de agua para reducir los efectos de la gravedad tal vez permita realizar ejercicios en carga parcial sin tensión.

c. Se desarrolla la conciencia ortostática y el equilibrio.

d. Se pasa a un programa de ejercicio aeróbico de bajo impacto como nadar o montar en bicicleta dentro de los límites de la amplitud articular disponible.

III. Cirugía articular y tratamiento postoperatorio

Existen muchos tipos de cirugía articular para tratar artropatías crónicas de la cadera y algunas fracturas de la cadera que comprometan el riego vascular de la cabeza del fémur. Los procedimientos son *osteotomía* (lo que es en realidad un procedimiento extraarticular), *artrodesis* y otras variaciones de artroplastia de la cadera, como *resurfacing*, sustitución parcial y *sustitución total de la articulación*.[22,40,48] Los objetivos de la cirugía articular y el tratamiento postoperatorio son que el paciente (1) no tenga dolor en la cadera, (2) tenga una articulación estable para que la extremidad inferior aguante el peso en carga y la deambulación funcional, y (3) fuerza y movilidad adecuadas de la extremidad inferior para las actividades funcionales.

Es importante que el terapeuta cuente con conocimientos básicos sobre los procedimientos quirúrgicos más corrientes para el tratamiento de artropatías y deformidades, y un conocimiento profundo de los ejercicios terapéuticos y su progresión para conseguir un programa eficaz y seguro de rehabilitación postoperatoria.

A. Sustitución total de cadera

1. Indicaciones para la cirugía[5,11,18,21,34,40]

a. Dolor grave en la cadera tanto en carga como en movimiento como resultado del deterioro articular y pérdida

de cartílago articular asociada con artritis reumatoide o traumática, osteoartritis, espondilitis anquilosante o necrosis avascular.

b. Limitación acusada del movimiento de la cadera.

c. Inestabilidad o deformidad de la cadera.

d. Fracaso de cirugía de cadera previa (artroplastia parcial con vástago femoral, artroplastia total de cadera o *resurfacing*.

2. Procedimientos

a. Información general

(1) La sustitución total de cadera es un procedimiento en práctica desde comienzos de la década de 1960. A los cirujanos ingleses Charnley[11] y McKee[34] se atribuyen las primeras investigaciones. Los primeros procedimientos, como la artroplastia de aumentación (o techo) de cadera con acceso modificado de Smith Petersen,[22] requerían largos períodos de rehabilitación postoperatoria. El éxito de los métodos de fijación de prótesis como el empleo de cemento de metacrilato de metilo o los procedimientos sin cemento que usan fijación mediante biointegración ósea han mejorado espectacularmente la artroplastia de cadera.

(2) Se ha desarrollado variedad de diseños para los componentes de la sustitución total de cadera desde comienzos de la década de 1960, como los modelos de Charnley,[11] McKee-Ferrar,[34] y Charnley-Mueller[37]. Hoy en día todos los diseños se componen de un vástago femoral de metal inerte (aleación de cobalto y cromo, acero inoxidable) y una prótesis acetabular de polietileno de gran densidad. En las décadas de 1960 y 1970, los componentes protésicos se cementaban con un cemento acrílico, ya que el uso del cemento permitía soportar el peso del cuerpo muy pronto y reducía el período de rehabilitación del paciente.

La principal complicación postoperatoria después de una artroplastia total de cadera ha sido la laxitud de los componentes de la prótesis, lo que lleva a sufrir dolor recurrente de cadera y a la necesidad de una revisión quirúrgica. Los pacientes en los que esta laxitud se produce con mayor frecuencia son personas jóvenes y físicamente activas. La laxitud no ha sido un problema concreto de los pacientes ancianos o en pacientes jóvenes con afectación de múltiples articulaciones que tienden a limitar sus actividades físicas.[19,20,33,36]

El problema a largo plazo de las prótesis cementadas en la interfaz de hueso y cemento ha dado lugar al desarrollo de prótesis totales de cadera de revestimiento poroso. Las superficies de revestimiento poroso de los componentes femorales y acetabulares permiten el revestimiento de hueso en las prótesis para asegurar su fijación. La fijación sin cemento recibe a veces el nombre de *fijación biológica*. Hoy en día, la mayoría de las prótesis totales de cadera implican procedimientos sin cemento y de ajuste de precisión.[19,20] Los pacientes con osteoporosis e insuficiencia en la integridad ósea requieren fijación con cemento.[48] El apoyo del peso en carga se restringe más tiempo después de la operación con la fijación biológica que con una artroplastia total de cadera cementada, pero se anticipa que habrá menor incidencia de futuros casos de laxitud y menor necesidad de revisiones de la artroplastia.[19,20,25,36,48]

b. Revisión de los procedimientos.[5,11,26,35,40,48]

(1) Se practica una incisión lateral, posterolateral o anterolateral a lo largo de la cadera afectada. El lugar de la incisión afecta al grado de exposición posible para el cirujano durante la operación, pero también afecta a la estabilidad postoperatoria de la sustitución de cadera, sobre todo durante el período postoperatorio inicial.[40] Las incisiones anterior y anterolateral eran corrientes en los primeros años de la cirugía de sustitución total. Estas incisiones aportaban máxima estabilidad después de la operación, pero la exposición del campo quirúrgico era inadecuada y a menudo requería osteotomía troncantérea. La necesidad de una osteotomía troncantérea se añade a las complicaciones postoperatorias potenciales como ausencia de unión del trocánter osteotomizado o dolor e irritación de los tejidos blandos debido a una cantidad considerable de fijación interna. Por estas razones las incisiones anteriores y anterolaterales se usan pocas veces en la actualidad, excepto cuando hay una deformidad significativa de la cadera. Una alternativa, la incisión lateral, se emplea con mayor frecuencia y aporta buena estabilidad, pero requiere una liberación de hasta la mitad de la inserción proximal del músculo glúteo medio, lo que puede causar debilidad significativa de los abductores de la cadera y posición de Trendelenburg después de la operación. En la actualidad, lo más frecuente es el acceso y la incisión posterolaterales. Proporciona una exposición excelente y deja intactos los músculos abductores, si bien provoca inestabilidad articular máxima después de la operación y se asocia con la incidencia más alta de luxaciones de la prótesis.

(2) Se practica una incisión en la cápsula y se extirpa (capsulectomía) y se luxa la cadera.

(3) Se practica la exéresis de la cabeza del fémur y se reemplaza con una prótesis de vástago femoral intramedular.

(4) Se remodela el acetábulo y se reemplaza con un cotilo de polietileno de alta densidad. Para aumentar la estabilidad y reducir la posibilidad de una luxación postoperatoria, la sustitución del cotilo puede realizarse en sentido posterosuperior.

3. Instrucciones postoperatorias[2,4,6,8,18,21]

Si fuera posible, debe establecerse contacto con el paciente antes de la operación para:

a. Evaluar al paciente.

b. Empezar el entrenamiento de la marcha con aparatos de ayuda que se usarán después de la cirugía para prevenir los efectos contraproducentes del reposo en cama, como complicaciones pulmonares y vasculares.

c. Enseñarle las precauciones básicas para la movilización precoz en la cama de modo que el paciente evite la flexión y aducción excesivas de la cadera operada después de la operación.

d. Enseñarle ejercicios de respiración y ejercicios de tos que se iniciarán directamente después de la operación para prevenir las complicaciones pulmonares.

e. Enseñarle los ejercicios de efecto de bombeo de la musculatura del tobillo para reducir el riesgo de trombosis venosa profunda o embolia pulmonar.

4. Tratamiento postoperatoria

a. Inmovilización

Después de la operación, cuando el paciente repose en la cama en decúbito supino, la extremidad operada debe permanecer en una posición de ligera abducción y rotación neutra. Suele bastar con una almohada o cuña que cree esa abducción, pero a veces el miembro operado se suspende de un cabestrillo equilibrado en el cual se apoya el muslo y la pantorrilla.

b. Ejercicio

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA

La consideración más importante en el estadio más temprano de la rehabilitación es la protección de las estructuras en curación de la articulación coxofemoral con el fin de prevenir la luxación o subluxación de la prótesis.

(1) Para prevenir complicaciones pulmonares o vasculares después de la operación, se inician de inmediato los ejercicios de respiración profunda, tos y efecto de bombeo de la musculatura del tobillo.

(2) Para mantener la fuerza y la flexibilidad de la extremidad inferior no operada y de las extremidades superiores, se inician ejercicios de cinesiterapia activa y ejercicios resistidos tan pronto como sea posible, sobre todo si son múltiples las articulaciones afectadas.

(3) Para prevenir la atrofia de la musculatura del miembro operado, se inician ejercicios isométricos indoloros de baja intensidad ante una resistencia suave.

(4) Para reducir el edema postoperatorio de los tejidos blandos y disminuir la hipersensibilidad y el dolor postoperatorio, se inician los masajes distales a proximales de la pierna operada. El edema y la hipersensibilidad locales suelen producirse en el área de la cintilla IT y responden bien al masaje suave.[49]

(5) Para mantener la movilidad articular y los tejidos blandos, se inicia la cinesiterapia activa o activa-asistida de la cadera operada dentro de una amplitud protegida mientras el paciente está tumbado en decúbito supino incluso el día después de la operación. Algunos pacientes tal vez usen también movimiento pasivo continuado (MPC) mientras están hospitalizados a pesar de las indicaciones de que la amplitud del movimiento a largo plazo es sólo el 3-5 por ciento con el empleo de MPC o sin él.

(6) Para asegurar que la movilidad en la cama y las transferencias se realicen con facilidad, se revisarán o enseñarán estas técnicas al paciente.

(7) Cuando el paciente tenga permiso para dejar la cama, por lo general 2 a 3 días después de la operación, se inician las siguientes actividades:

(a) Períodos cortos de posición sedente en el borde de la cama o en una silla con un asiento elevado con las caderas a no más de 45 grados de flexión y en ligera abducción.

(b) El entrenamiento de la marcha en las barras paralelas o con un andador o muletas con carga parcial sobre el lado operado.

(8) ***Precauciones***

Para prevenir la luxación o subluxación articular cuando la articulación coxofemoral es inestable en los primeros días y semanas después de la operación, el paciente debe evitar la amplitud del movimiento completa de la cadera operada.[25,35,44,48]

(a) Si se ha practicado una incisión posterolateral, debe evitarse la flexión y aducción excesivas de la cadera pasado el punto neutro. Durante los primeros días después de la operación, se evita la flexión de la cadera por encima de 45 grados y la aducción más allá de la posición neutra durante las movilizaciones y las actividades de la vida diaria. De 2 a 3 semanas después de la operación el paciente suele ser capaz de flexionar la cadera hasta 90 grados. Se adaptan las AVD como sigue[35,48]:

- Transferencia del paciente al lado seguro.
- Evitar que el paciente se siente en sillas blandas y bajas.
- Sugerir al paciente que utilice un asiento elevado para el inodoro.
- No dejar que el paciente doble en exceso el tronco por encima de la cadera operada cuando se levante de una silla o coja un objeto del suelo.
- No deje que el paciente cruce las piernas.

– Sugerir al paciente que duerma con una almohada de abducción y evite dormir sobre ese lado durante al menos 8 a 12 semanas después de la operación.

(b) Si el procedimiento implicó una incisión anterolateral, el paciente debe evitar la hiperextensión de la cadera así como la aducción más allá de la posición neutra.

(c) La rotación excesiva de la cadera también debe estar limitada mientras se curan los tejidos.

– Si se empleó una incisión posterolateral, se evitará la rotación interna.

– Si se empleó una incisión anterolateral, se evitará la rotación externa.

FASE DE PROTECCIÓN MODERADA

(1) El tiempo que un paciente debe proteger la cadera operada depende del tipo de procedimiento quirúrgico, se practicara o no una osteotomía trocantérea, y del tipo de fijación (con o sin cemento). Por lo general, todos los pacientes deben dar por supuesto la necesidad de una protección moderada durante 6 semanas después de la operación.[25,26,48] Éste es aproximadamente el tiempo que necesitan los tejidos blandos y el hueso para curarse, para que la cápsula quede encapsulada y para que la bioosteointegración aporte fijación a los componentes de la prótesis.

(a) Si los componentes de la prótesis se han fijado con cemento y no se necesitó una osteotomía trocantérea, los ejercicios y el apoyo en carga pueden progresar con bastante rapidez. En algunos casos la bipedestación en carga será permitida según la tolerancia del paciente.

NOTA: Recuérdese que uno de los criterios para usar cemento es si el paciente sufre osteoporosis y tiene una densidad ósea insuficiente para un procedimiento sin cemento. Esta situación necesita más precaución durante el proceso de rehabilitación.

(b) Si se practicó una osteotomía trocantérea (aunque poco usada hoy en día), el apoyo en carga y la progresión de los ejercicios sufrirán restricciones significativas durante al menos 6 a 8 semanas para que el trocánter tenga tiempo para curar. La abducción de la cadera en oposición a la gravedad no debe iniciarse durante al menos 6 a 8 semanas o hasta 12 semanas.

(c) Si los abductores de la cadera se desinsertaron parcial o totalmente y se volvieron a suturar en el trocánter mayor, también deben aplicarse restricciones a la abducción contra gravedad.

(d) Si se utilizó una artroplastia sin cemento, el apoyo en carga se limitará durante más tiempo que con un procedimiento con cemento.

(2) Teniendo presentes estas consideraciones, durante el período de protección moderada:

(a) Se avanza gradualmente con la cinesiterapia activa y dentro de una amplitud protegida; se evita la flexión de la cadera por encima de 90 grados y la aducción pasado el punto neutro.

(b) Se insiste más en el desarrollo del control neuromuscular de la musculatura de la cadera que la fuerza, mediante movimientos activos y activos resistidos ligeros realizados repetidamente.

(c) Se practican movimientos en cadena cinética abierta y cerrada. El paciente mantiene una carga parcial sobre la pierna operada realizando ejercicios en cadena cinética cerrada de pie en las barras paralelas o mientras usa un andador.

(3) Se evitan los estiramientos vigorosos durante este estadio de la rehabilitación, pero se favorece la extensión de la cadera y se previenen las contracturas por flexión de la cadera haciendo que el paciente permanezca en decúbito prono si lo tolera.

(4) Por lo general, cuando se necesite protección moderada, el paciente debe evitar el exceso de actividad demasiado pronto.

FASES DE PROTECCIÓN MÍNIMA Y VUELTA A LA ACTIVIDAD

(1) La fuerza de los extensores y abductores de la cadera es muy importante para una deambulación eficiente. Se hace hincapié en el fortalecimiento en cadena cinética cerrada y abierta y en mejorar la resistencia de estos músculos cuando sea seguro.

(2) Se usan pesas ligeras y muchas repeticiones en un programa PRE. El empleo de cargas pesadas es inadecuado y puede causar movimientos microscópicos en la prótesis femoral y contribuir a la laxitud potencial de la prótesis.

(3) El paciente debe plantearse una transición en el empleo de andador o muletas, y utilizar un bastón. Esto puede producirse hasta 12 semanas después de la operación.

(4) Para mejorar la resistencia muscular y la forma física general, el paciente hará ejercicio en una bicicleta estática. Se elevará la altura del sillón para prevenir la flexión excesiva de las caderas.

(5) Se evitarán las actividades recreativas de alto impacto, como saltos o movimientos resistidos que impongan fuerzas rotatorias pesadas sobre la extremidad. Ambas actividades contribuyen a la laxitud y fracaso de la sustitución de la cadera.

B. Sustitución parcial de la cadera

1. Indicaciones para la cirugía[1,10,40,48]

a. Fractura por debajo de la cabeza del fémur.

b. Degeneración de la cabeza del fémur asociada con enfermedad, dolor coxal y deformidad pero con un acetábulo relativamente normal.

2. Procedimiento[1,40,48]

a. Se practica una incisión lateral o posterolateral.

b. Se extirpa la cabeza del fémur y se sustituye por una prótesis de vástago femoral interna de metal.

c. La fijación se consigue con cemento o, si la integridad del hueso es adecuada, se emplea fijación de ajuste forzado y sin cemento.

d. Como las personas jóvenes y activas pueden ser en ocasiones candidatos para una artroplastia parcial de cadera, se ha creado una prótesis bipolar con cubierta de polietileno sobre la cabeza femoral de metal para reducir al mínimo el desgaste del acetábulo del paciente.

3. Tratamiento postoperatorio

a. Las consideraciones y precauciones para las posturas, así como los componentes y la progresión del programa de ejercicio y la deambulación son parecidos a los del tratamiento postoperatorio de una artroplastia total de cadera.

b. Las fuerzas de compresión que soporta el acetábulo natural durante el ejercicio son una de las principales preocupaciones en los casos de sustitución parcial respecto a la sustitución total. Durante el período inicial después de la operación, hay que evitar los ejercicios que imponen las mayores fuerzas de compresión o de cizallamiento porque suponen el mayor potencial para el deterioro del cartílago acetabular, como los ejercicios estáticos con los glúteos y las elevaciones con las piernas extendidas. Estos ejercicios crean fuerzas de compresión mayores sobre el acetábulo que el apoyo en carga de la extremidad inferior durante la deambulación con muletas en el comienzo del período postoperatorio.[45]

IV. Fracturas de la porción proximal del fémur y tratamiento postoperatorio

A. Antecedentes

Uno de los problemas de deambulación más corrientes en los ancianos es la fractura de cadera, o más correctamente, la fractura de la porción más proximal del fémur en el área de la articulación coxofemoral. La osteoporosis, una afección asociada con el envejecimiento, debilita los huesos y suele afectar al cuello del fémur. Un movimiento de giro repentino puede causar una fractura patológica en el hueso con osteoporosis. Una persona anciana podría caer y romperse una cadera, si bien en muchos pacientes la caída es resultado de la fractura. En ocasiones, una persona joven y activa sufre una fractura por sobrecarga en la porción proximal del fémur como resultado de microtraumatismos repetidos o a causa de una fractura por arrancamiento de los trocánteres mayor o menor debido a una contracción excepcionalmente forzada de los músculos flexores o abductores de la cadera. Las fracturas de cadera corrientes son *extracapsulares* en torno a las áreas de los trocánteres mayor y menor, e *intracapsulares* en el cuello del fémur.[10,13]

Los signos agudos de la fractura de cadera son dolor en la ingle o la región de la cadera, o dolor durante el movimiento activo o pasivo de la cadera con la extremidad inferior en carga. La extremidad inferior parece varios centímetros más corta y adopta una posición de rotación externa.

En la mayoría de los casos lo indicado es la *reducción abierta* de la fractura y la fijación interna para estabilizar el lugar de la fractura y reducir al mínimo el riesgo de necrosis avascular de la cabeza del fémur, ausencia de unión o unión retrasada. En ocasiones, lo apropiado es una *reducción cerrada* para una fractura sin desplazamiento en un paciente más joven. Después de la reducción cerrada, el lugar de la fractura puede inmovilizarse con un yeso en espiga y la carga debe restringirse al menos 6 a 8 semanas o más.

B. Reducción abierta y fijación interna de la fractura de cadera

1. Indicaciones para la cirugía[27,29,47]

a. Fractura intertrocantérea (extracapsular).

b. Fractura por debajo del cuello del fémur (intracapsular).

c. Fractura subtrocantérea.

d. Fractura de la porción proximal del fémur.

2. Procedimientos

a. Puede usarse variedad de aparatos de fijación interna para reducir y estabilizar muchos tipos de fracturas de cadera. El tipo y gravedad de la fractura y la edad y capacidad física del paciente son aspectos que debe considerar el cirujano.

b. Los aparatos de fijación interna se eligen para la estabilización máxima del foco de la fractura, a saber:

(1) Múltiples agujas de fijación.

(2) Tornillos.

(3) Fijación con varilla-placa.

c. La sustitución parcial con prótesis está indicada para las fracturas por debajo de la cabeza del fémur en donde se altera el riego vascular de la cabeza.

3. Tratamiento postoperatorio[3,26,27,29,41,47,49]

a. El objetivo primario de la asistencia postoperatoria es que el paciente se levante y mueva lo más rápido posible. La fijación interna del foco de la fractura permite el movimiento temprano y la carga sobre la extremidad implicada, lo cual reduce al mínimo las complicaciones del reposo en cama, el edema, la atrofia muscular, las contracturas de los tejidos blandos, y la osteoporosis.

b. Con la mayoría de las formas de fijación interna, no hay necesidad de proceder a la inmovilización externa (es decir, un yeso). Si la estabilización del lugar de la fractura puede conseguirse sólo con inmovilización externa, se llevará un yeso en espiga en la cadera durante 6 a 12 semanas, y el paciente habrá de evitar la carga sobre la pierna afectada. Es importante que estos pacientes que limitan la deambulación con un andador, independencia de las transferencias, y movilidad en silla de rueda forman parte de su plan de asistencia.

c. Después de la fijación interna de una fractura de cadera, se inician las siguientes actividades:

(1) Movilizaciones activas-asistidas y activas de la cadera afectada para mantener la movilidad y prevenir contracturas. El movimiento pasivo continuado (MPC) se emplea también durante el comienzo del período postoperatorio.

(2) Ejercicios estáticos (glúteo y cuádriceps) y estimulación eléctrica neuromuscular para reducir al mínimo la atrofia muscular.

(3) Ejercicios activos de tobillo para mantener la circulación y reducir la posibilidad de la enfermedad tromboembólica. El masaje distal a proximal de la extremidad inferior también mejora la dinámica de los líquidos y reduce al mínimo la hipersensibilidad de la extremidad operada.[49]

(4) Ejercicios de flexión y extensión resistida de la rodilla y *posiblemente* ejercicios resistidos manualmente con la cadera implicada para mantener la fuerza después de la operación.

NOTA: Hay falta de consenso sobre si el ejercicio de resistencia ligera (1 a 1,5 kg de resistencia) para la cadera afectada debe hacerse antes de que cure el foco de la fractura (la curación del hueso puede llevar 4 a 6 meses). Algunos terapeutas y cirujanos creen que la resistencia a la musculatura de la cadera puede imponer una tensión indeseable sobre la fijación interna y poner en peligro la estabilidad del foco de la fractura. Otros creen que la resistencia manual ligera reduce al mínimo la debilidad postoperatoria sin una tensión indebida en el lugar de la fractura. La estrecha comunicación entre terapeuta y cirujano es necesaria antes de añadir resistencia a la cadera implicada en un programa de ejercicio postoperatorio.

(5) Ejercicios activos-resistidos en cadena cinética abierta y cerrada, que facilitan el fortalecimiento de la extremidad inferior sana y los músculos depresores de la escápula y el tríceps para mejorar la marcha y las AVD.

(6) Carga controlada y deambulación con un andador o muletas siempre que el aparato de fijación interna estabilice adecuadamente el foco de la fractura para prevenir complicaciones asociadas con el reposo en cama de larga duración.

(7) Ejercicios progresivos en cadena cinética cerrada de la extremidad inferior implicada cuando es permisible la carga total o parcial para mejorar la fuerza, la resistencia aeróbica, la estabilidad y el equilibrio.

V. Síndromes por uso excesivo / por traumatismos repetitivos: tratamiento conservador

A. Diagnósticos relacionados y etiología de los síntomas

1. Bursitis trocantérea

Se experimenta dolor en la parte lateral de la cadera y posiblemente descienda por el lado lateral del muslo hasta la rodilla cuando la cintilla iliotibial roce el trocánter. Puede experimentarse malestar después de permanecer de pie asimétricamente durante largos períodos con la cadera afectada elevada y en aducción, y el descenso de la pelvis sobre el lado contrario. La deambulación y subir escaleras agravan la afección.

2. Bursitis del psoas

Se experimenta dolor en la ingle o la porción anterior del muslo y, posiblemente, en el área rotuliana. Se agrava durante actividades que requieran una flexión excesiva de la cadera.

3. Bursitis isquioglútea

Se experimenta dolor en torno a las tuberosidades isquiáticas, sobre todo en posición sedente. Si el nervio ciático adyacente está irritado por la hinchazón, tal vez haya síntomas de ciática.

4. Tendinitis o tensión muscular

El uso excesivo o los traumatismos en cualquier músculo de la región de la cadera pueden producirse por un esfuerzo excesivo mientras el músculo se contrae (a menudo en una posición estirada) o por el uso repetitivo y no dejar que el tejido dañado se cure entre actividades. Son problemas corrientes las distensiones de los isquiotibiales y los aductores y flexores de la cadera. La poca flexibilidad y el cansancio predisponen a sufrir distensiones musculares, y las lesiones durante una actividad o práctica deportiva o las caídas repentinas como resbalar en el hielo pueden causar una distensión.

B. Deficiencias/problemas corrientes

1. Dolor cuando el músculo afectado se contrae, cuando se estira, o cuando la actividad desencadenante se repite.

2. Desviación de la marcha: fase ortostática un poco más corta sobre el lado doloroso; puede haber una ligera sacudida cuando el músculo se contrae con el fin de protegerse.

3. Desequilibrio de la flexibilidad y fuerza de los músculos (en la sección I.C.4 se exponen los desequilibrios corrientes y los fallos resultantes en la mecánica).

4. Reducción de la resistencia muscular.

C. Limitaciones funcionales/discapacidades corrientes

1. Incapacidad para realizar la actividad desencadenante.

2. Reducción de la deambulación.

D. Tratamiento de la inflamación aguda o crónica en los síndromes por uso excesivo

1. Reducción del dolor agudo

Cuando haya irritación crónica, se seguirán las pautas expuestas en el capítulo 7, insistiendo en el descanso del tejido afecto sin estirar o ejercer presión sobre la bolsa inflamada o sin realizar la actividad desencadenante. Si fuera necesario, se reducen la cantidad y el tiempo de la marcha o se emplea un aparato de ayuda.

2. Reducción de la irritación mecánica

Son necesarias la educación y la cooperación del paciente para reducir los traumatismos repetitivos.

E. Tratamiento durante la fase subaguda

NOTA: Cuando hayan remitido los síntomas agudos, se inicia un programa de ejercicio progresivo dentro de los límites de tolerancia de los tejidos dañados que subraya la recuperación del equilibrio en la fuerza y longitud, y la mejora de la resistencia de los músculos de la cadera, y el reposo de la extremidad inferior.

1. Desarrollo de una cicatriz móvil fuerte y recuperación de la flexibilidad

Se remodela la cicatriz del músculo o tendón aplicando masaje transverso en el lugar de la lesión seguido por ejercicios isométricos submáximos de múltiples ángulos en posiciones indoloras.

2. Desarrollo de un equilibrio de la longitud y fuerza de los músculos de la cadera

a. Se inicia el fortalecimiento del músculo dañado (o el músculo relacionado con la bolsa inflamada) con resistencia isotónica de baja intensidad en toda su amplitud.

b. El estiramiento del músculo implicado se inicia con técnicas suaves de inhibición progresiva. Cuando se tolere, el paciente puede aprender técnicas de autoestiramiento (sección VI).

c. Los músculos no lesionados directamente deben estirarse y fortalecerse si contribuyen a las fuerzas desequilibradas. El paciente tal vez no tenga buena coordinación o fuerza en el tronco, lo que puede contribuir al uso excesivo debido a las compensaciones de la cadera. Véase el capítulo 15 donde aparecen sugerencias sobre el desarrollo del control del tronco.

3. Desarrollo de la estabilidad y la función en cadena cinética cerrada

a. Se inician ejercicios en carga controlada cuando el paciente lo tolere (sección VI). Como es probable que el individuo esté de pie o caminando, es posible que no tole-

re muchas más actividades en cadena cinética cerrada como ejercicios al inicio del estadio de curación, por lo que se avanzará con cuidado.

b. Se emplean ejercicios de cadena mixta como montar en bicicleta o peso en carga parcial con actividades de descarga en las barras paralelas. Se observa la coordinación entre los movimientos del tronco, la cadera, la rodilla y el tobillo, y haciendo ejercicio sólo hasta el punto de fatiga, movimientos de sustitución o el dolor en el segmento más débil de la cadena.

4. Desarrollo de la resistencia muscular

Se enseña al paciente a realizar con seguridad cada ejercicio de 1 a 3 minutos antes de pasar al siguiente nivel de dificultad.

F. Tratamiento de la fase crónica

1. Progreso en el control funcional y de la fuerza

a. Se pasa al entrenamiento funcional en cadena cinética cerrada para incluir la resistencia y equilibrio musculares para cada actividad.

b. Se emplean los principios de la especificidad; se aumenta la resistencia excéntrica y la demanda para controlar la velocidad si es necesario volver al trabajo o a la actividad deportiva.

c. Se avanza en los patrones de movimiento de acuerdo con el resultado funcional deseado. Se emplean ejercicios de aceleración/desaceleración; se evalúa el funcionamiento total del cuerpo mientras se realiza la actividad deseada. Se repara en la sincronización y la secuencia de los hechos.

2. Recuperación de la función

Antes de volver a la función deseada el paciente practica la actividad en un ámbito controlado y durante un período limitado. Según lo tolere, el ámbito se vuelve menos controlado o más variado y aumenta el número de actividades de resistencia.

VI. Ejercicios para los desequilibrios de la fuerza o la flexibilidad musculares

NOTA: No importa la causa, el desequilibrio de la fuerza o flexibilidad de los músculos de la cadera puede deteriorar la mecánica lumbopélvica y la mecánica de la cadera, lo cual predispone al paciente o perpetúa la lumbalgia o el dolor coxal o sacroilíaco. En los capítulos 14 y 15 aparece una exposición sobre el tratamiento de las malas posturas y la lumbalgia. Una mala mecánica coxal por el desequilibrio de la flexibilidad y fuerza musculares también puede afectar a la rodilla y el tobillo en las actividades en carga, lo cual causa síndromes por uso excesivo o tensión en estas regiones. Las técnicas de ejercicio de esta sección son sugerencias para corregir los desequilibrios así como hacer que el paciente avance en las fases de curación subaguda y rehabilitación crónica del tratamiento. La elección de los ejercicios y la intensidad de la demanda deben basarse en los objetivos del tratamiento y la respuesta del tejido.

A. Técnicas para el autoestiramiento de los músculos acortados

Los ejercicios de flexibilidad y autoestiramiento, elegidos según el grado de limitación y capacidad del paciente, pueden ser valiosos para reforzar los objetivos terapéuticos. Las técnicas de inhibición activa y estiramiento pasivo aparecen descritas en el capítulo 5. No todos los ejercicios siguientes son apropiados para todos los pacientes; el terapeuta debe elegir el ejercicio y la intensidad apropiada para el nivel funcional del paciente, y avanzar cuando sea indicado. Siempre que el paciente pueda contraer el músculo antagonista al músculo acortado, se cuenta con los beneficios añadidos de la inhibición recíproca de los músculos acortados, así como el entrenamiento del agonista (el músculo contrario al músculo acortado) para que ejerza un control eficaz durante la amplitud recuperada del movimiento.

1. Estiramiento de los músculos flexores de la cadera acortadas y los tejidos blandos de la cara anterior de la cadera

a. Posición del paciente: decúbito prono. El paciente ejerce presión ascendente sobre el tórax, dejando que se hunda la pelvis (ver fig. 14.1).

Precaución: Este ejercicio también estira la columna lumbar; no se realizará si causa dolor que irradie por la pierna del paciente en vez de sentirse sólo el estiramiento en la porción anterior del tronco, la cadera y el muslo.

b. Posición del paciente: decúbito supino. El paciente flexiona la cadera y la rodilla del lado contrario al músculo acortado; entrelaza las manos alrededor del muslo y lo mantiene contra el pecho, estabilizando así la pelvis. La extremidad con los músculos flexores de la cadera acortados es situada en flexión de la cadera y la rodilla y descendida lentamente hacia la camilla de forma con-

trolada. No hay que dejar que el muslo rote hacia fuera o se mueva en abducción. El paciente trata de relajar los músculos acortados al final de la amplitud disponible y deja que el peso de la pierna ejerza una sensación de tracción sobre la región anterior de la cadera.

c. Para mejorar la amplitud, además de incluir el estiramiento de los dos músculos flexores biarticulares de la cadera (recto femoral y tensor de la fascia lata), el paciente se coloca con las caderas al final de la mesa de tratamiento. Se extiende la cadera tirante más allá de la posición neutra y se flexiona la rodilla. Se añade la técnica de sustentación-relajación aplicando resistencia sobre la porción distal del fémur mientras el paciente trata de flexionar la cadera. Después de la relajación, la cadera adopta una mayor extensión según se permita (ver fig. 5.14).

El paciente puede probar a extender más la cadera contrayendo los músculos extensores contra la resistencia de sus propios tejidos, ante la resistencia manual del terapeuta, o contra la resistencia mecánica de un aparato de poleas.

d. Posición del paciente: en bipedestación. El paciente adopta una postura agachada de espadachín, con la pierna trasera en el mismo plano que la pierna adelantada y el pie orientado hacia delante. A medida que el paciente desplace el peso del cuerpo sobre la pierna anterior, deberá sentir la sensación del estiramiento en la región anterior de la cadera de la pierna retrasada (fig. 11.1). Si la planta del pie retrasado se mantiene sobre el suelo, este ejercicio también estira el músculo gastrocnemio.

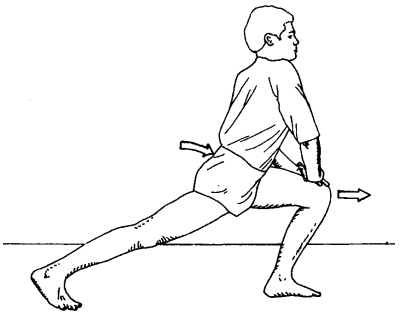


Figura 11.1. Autoestiramiento de los músculos flexores de la cadera y tejidos blandos de la cara anterior de la cadera mediante una postura modificada del ataque agachado en esgrima.

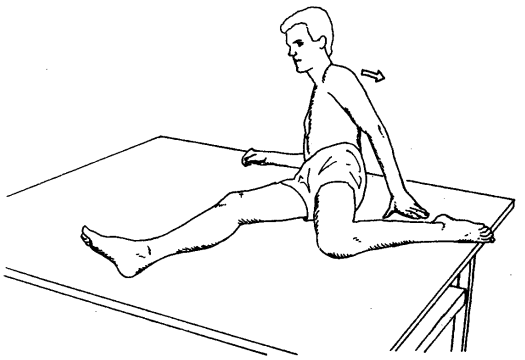


Figura. 11.2. Autoestiramiento del músculo recto femoral. La pierna que se va a estirar se mueve todo lo posible en abducción con la rodilla flexionada. A continuación se mueve la cadera en aducción y se extiende apoyándose en el codo del lado contrario y girando el tronco hacia atrás. Debería sentirse un tirón en la porción anterior del muslo, nunca medial a la rodilla.

2. Aislamiento del estiramiento del músculo recto femoral

a. Posición del paciente: en decúbito prono, con la rodilla flexionada sobre el lado que se va a estirar. El paciente se agarra el tobillo de ese lado y tira de la pierna para que la cadera se mueva en extensión mientras flexiona la rodilla hasta sentir el estiramiento en la porción anterior del muslo. El paciente también puede rodear con una cinta el tobillo y tirar de ella para flexionar la rodilla. No dejará que la cadera se mueva en abducción o gire lateralmente ni permitirá la hiperextensión de la columna.

b. Posición del paciente: sentado en el suelo, con una extremidad inferior hacia delante y la que se va a estirar todo lo posible en abducción con la rodilla flexionada. El paciente mueve en aducción y extiende la cadera de ese lado apoyándose en el codo del brazo opuesto y girando el tronco hacia atrás hasta sentir un tirón proximal en la porción anterior del muslo (fig. 11.2).

Precaución: Si se hace incorrectamente, este ejercicio somete a un estrés significativo las estructuras mediales de sustentación de la rodilla, por lo que debe vigilarse con cuidado si el paciente presenta inestabilidad o dolor.

3. Estiramiento de los músculos glúteos mayores acortados y los tejidos blandos de la cara posterior de la cadera

a. Posición del paciente: en decúbito supino. El paciente mueve las dos rodillas hacia el pecho y sujeta los muslos con firmeza. A continuación flexiona las caderas hasta sentir el estiramiento en la porción posterior de la cadera, y mantiene la posición (si las flexiona más, empezará la flexión la columna lumbar). El terapeuta debe vigilar el ejercicio para influir en el punto de aplicación del estiramiento.

b. Posición del paciente: en decúbito supino. El paciente lleva una rodilla hasta el pecho y sujeta el muslo con firmeza. Esto aísla la fuerza de estiramiento en la cadera que se flexiona. Para aumentar el estiramiento se tira de la cadera hacia el hombro opuesto.

c. Posición del paciente: en cuadrupedia. El paciente balancea la pelvis que adopta inclinación anterior, causando extensión lumbar, y mantiene la extensión lumbar mientras desplaza las nalgas hacia atrás en un intento por sentarse sobre los talones. Las manos permanecen delante. Es importante no dejar que la columna lumbar se flexione mientras se mantiene la posición del estiramiento (fig. 11.3A y B).

d. El paciente se sienta en una silla y arquea (extiende) la región lumbar para estabilizar la columna. A continuación agarra la parte frontal del asiento y tira del tronco hacia delante, manteniendo la espalda arqueada para que el movimiento se produzca sólo en las caderas.

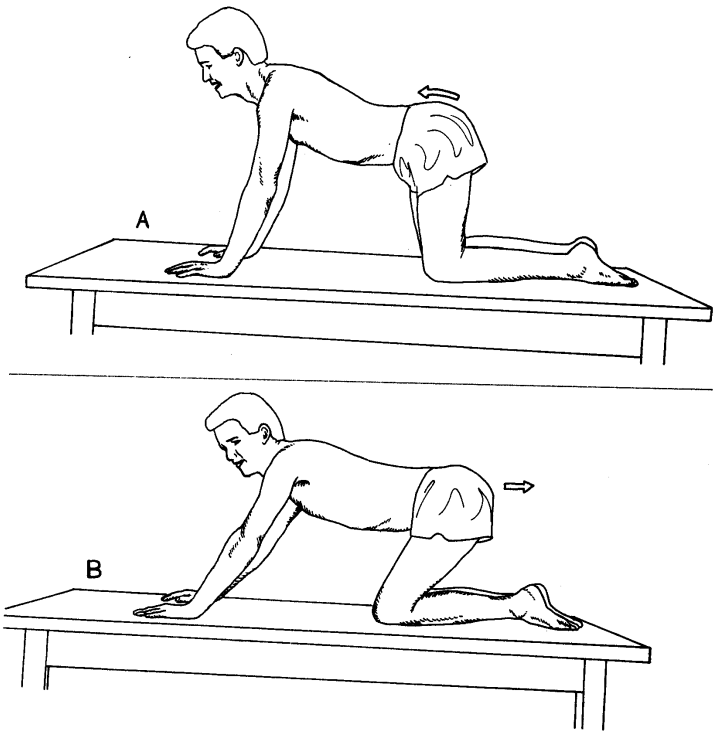


Figura 11.3. Autoestiramiento del músculo glúteo mayor con estabilización de la columna lumbar. (A) El paciente, a gatas, balancea la cadera adoptando una inclinación anterior de la pelvis, lo cual genera extensión lumbar. (B) Mientras mantiene la extensión lumbar, el paciente desplaza las nalgas hacia atrás, tratando de sentarse sobre los talones. Cuando no pueda mantenerse la lordosis, se alcanza la amplitud final de la flexión de la cadera y se mantiene para que se produzca el estiramiento.

4. Estiramiento del grupo de músculos isquiotibiales

a. Posición del paciente: en decúbito supino, con una pierna con la cadera flexionada y la rodilla extendida (elevación de la pierna extendida: EPE). Si el paciente puede hacerlo activamente, el terapeuta añade una fuerza de estiramiento, usando la técnica de sustentación-relajación, u opone resistencia a la EPE en toda la amplitud del movimiento.

b. Posición del paciente: en decúbito supino, con una pierna traspasando el umbral de una puerta y la otra (la que se va a estirar) sobre el marco. La rodilla debe permanecer extendida. Para aumentar el estiramiento, el paciente debe mover la nalga más cercana al marco de la puerta, manteniendo extendida la rodilla (fig. 11.4A). Puede enseñarse al paciente la técnica de sustentación-relajación del músculo agonista forzando el talón de la pierna que se estira contra el marco de la puerta, causando una contracción isométrica, relajándola y luego elevando la pierna, que deja de estar en contacto con el marco (fig. 11.4B). Para que el estiramiento sea eficaz, la pelvis y la pierna contrarias deben permanecer sobre el suelo con la rodilla extendida.

c. Posición del paciente: sentado, con la pierna que se va a estirar extendida sobre otra silla, o sentado en el borde de una mesa de tratamiento, con la pierna que se va a estirar extendida sobre la mesa y el pie contrario en el suelo. El paciente inclina el tronco hacia delante y hacia el muslo, manteniendo la espalda extendida, para que sólo haya movimiento en la articulación coxofemoral (fig. 11.5).

d. Posición del paciente: en decúbito supino, con ambas caderas flexionadas 90 grados, las rodillas extendidas y las piernas y nalgas apoyadas en la pared. El paciente flexiona alternativamente las piernas apartándolas de la pared.

e. Los ejercicios de tocarse los dedos del pie bilateralmente se emplean a menudo para estirar los músculos isquiotibiales. El terapeuta debe tener en cuenta que el que el paciente se toque los dedos de los pies no tiene por qué estirar selectivamente los isquiotibiales, sino que estira también las porciones inferior y media de la espalda. Tocarse los dedos del pie se considera un ejercicio de flexibilidad general y tiende a encubrir la tirantez de una región y sobreestirar áreas flexibles. Que una persona pueda tocarse los dedos del pie depende de muchos factores como la constitución o morfotipo, la longitud de brazos, tronco y piernas, la flexibilidad de las regiones torácica y lumbar, y la longitud de los isquiotibiales y el gastrocnemio.

5. Estiramiento de los músculos aductores y rotadores internos de la cadera

a. Posición del paciente: sentado, con los dedos de los pies juntos y las manos sobre la superficie interna de las rodillas. El paciente empuja las rodillas hacia abajo y hacia el suelo con un estiramiento sostenido. El grado del estiramiento puede aumentar ejerciendo tracción sobre los pies para acercarlos al tronco.

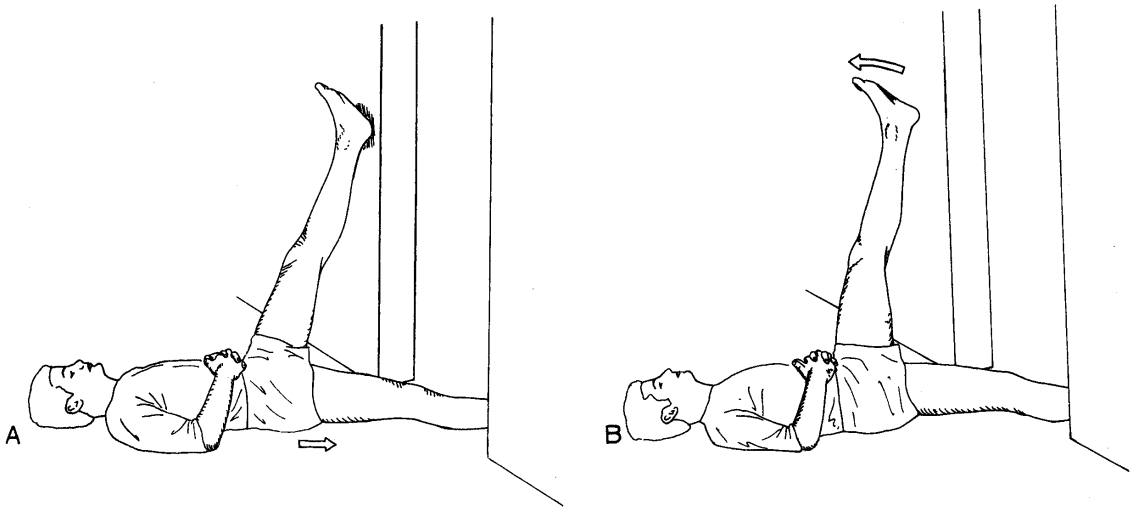


Figura 11.4. Autoestiramiento de los músculos isquiotibiales. Se aumenta el estiramiento si la persona (A) mueve la nalga más cercana al marco de la puerta o (B) levanta la pierna alejándola del marco de la puerta.

b. Posición del paciente: en decúbito supino con las plantas de los pies juntas. El paciente deja que las rodillas caigan hacia fuera hasta el suelo, siendo la fuerza de la gravedad la que genera el estiramiento al final de la amplitud disponible.

Precaución: Hay que enseñar al paciente a estabilizar la pelvis y la columna lumbar contrayendo activamente los músculos abdominales, y a mantener la inclinación anterior de la pelvis.

c. Posición del paciente: en decúbito supino, con las caderas flexionadas 90 grados, las rodillas extendidas y las piernas y nalgas contra la pared. Se mueven las caderas todo lo posible en abducción bilateralmente (fig. 11.6).

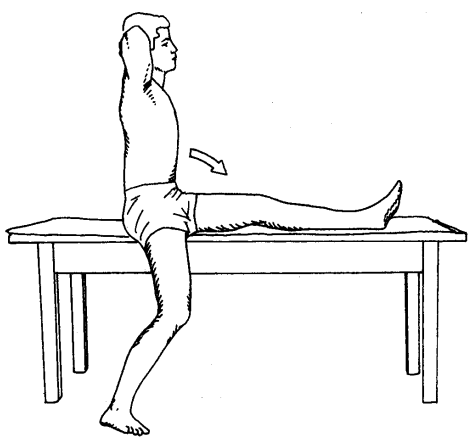


Figura 11.5. Autoestiramiento de los músculos isquiotibiales inclinando el tronco hacia delante y hacia la rodilla extendida, y flexionando sólo las caderas.

d. El paciente adopta la posición agachada y en guardia de esgrima, con la pierna atrasada en rotación externa. A medida que el paciente desplaza el peso del cuerpo hacia la pierna adelantada, debería sentir un estiramiento a lo largo de la porción medial del muslo de la pierna atrasada.

6. Estiramiento del músculo tensor de la fascia lata acortada

a. Posición del paciente: de pie sobre la extremidad normal, con la extremidad acortada cruzada detrás de la

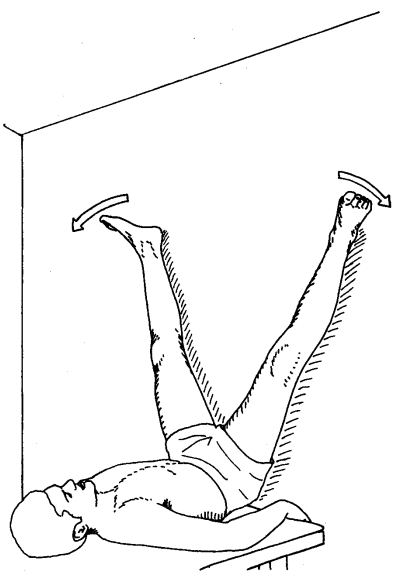


Figura 11.6. Autoestiramiento de los músculos aductores con las caderas flexionadas 90 grados.

otra pierna. Manteniendo ambos pies sobre el suelo, el paciente inclina el tronco lateralmente alejándose del lado que se va a tratar, desplazando la pelvis hacia el lado que se va a tratar y dejando que la rodilla de la pierna sana se doble ligeramente. Para aumentar el estiramiento del tensor de la fascia lata, la extremidad adopta rotación externa al tiempo que se retrasa detrás de la extremidad sana (fig. 11.7).

b. Posición del paciente: en decúbito lateral, con la pierna que se va a estirar arriba; la pierna inferior se flexiona para conseguir mayor apoyo. La pierna superior se mueve en abducción y se alinea con el plano del cuerpo en extensión. Al tiempo que se mantiene esta posición, el paciente gira en sentido externo la cadera y luego hace descender (mueve en aducción) lentamente el muslo hasta el punto de estiramiento. Si no se mantiene la posición extendida y en rotación externa, la cintilla iliotibial se deslizará por delante del trocánter mayor y el estiramiento no será eficaz. Se consigue un estiramiento adicional flexionando la rodilla durante esta actividad (fig. 11.8).

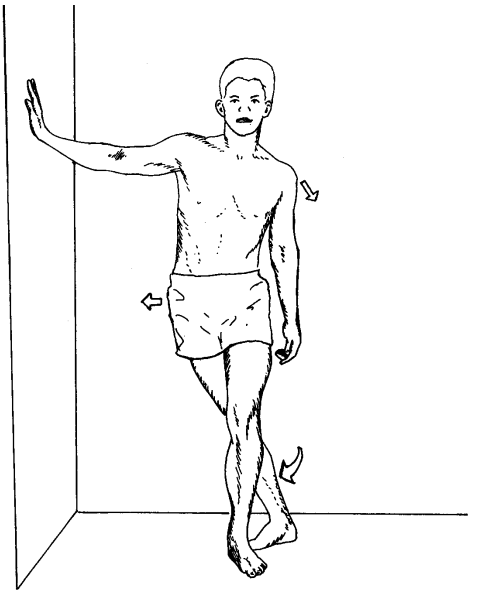


Figura 11.7. El autoestiramiento del músculo tensor de la fascia lata se produce mientras el tronco se inclina alejándose de la pelvis y ésta se desvía hacia el lado a tratar. El estiramiento aumenta cuando la extremidad adopta una posición de rotación externa antes del estiramiento.

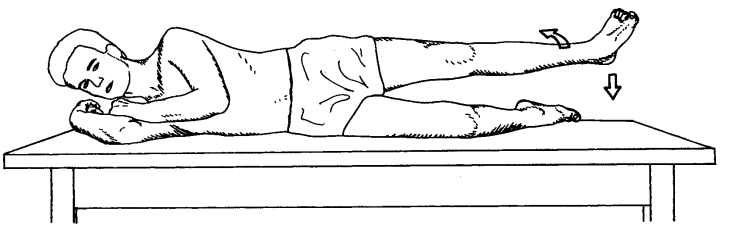


Figura 11.8. Autoestiramiento del tensor de la fascia lata: en decúbito lateral. Se mueve el muslo en abducción en el plano del cuerpo; a continuación, se extiende y gira externamente y se hace bajar con lentitud. Se consigue aumentar el estiramiento flexionando la rodilla.

B. Técnicas para aislar y fortalecer músculos débiles

Se empieza al nivel funcional de cada grupo de músculos. Un músculo que no se haya utilizado adecuadamente o que se haya estirado por el acortamiento del músculo antagonista requerirá preparación haciendo que el paciente se vuelva consciente de su contracción y su nueva amplitud a medida que se elongue el antagonista. En una prueba muscular manual, el paciente puede presentar buena fuerza isométrica, aunque la coordinación y sincronización de las contracciones musculares no sean satisfactorias como resultado de una mala postura, malos hábitos de marca, dolor, empleo inapropiado de la extremidad inferior u otros problemas. A medida que se fortalezca el músculo, debe ejercitarse de la manera más próxima a su uso funcional. En el caso de la marcha, la cadera funciona en cadena cinética abierta y cerrada, por lo que debe ejercitarse, si es posible, con la extremidad libre como con la extremidad fija. En el capítulo 3 se describen las técnicas de los ejercicios resistidos mecánicamente.

1. Reeducación y fortalecimiento de los músculos abductores (glúteo medio) y elevadores (cuadrado lumbar) de la cadera

a. Posición del paciente: de pie, con una pierna sobre un bloque de unos centímetros de alto. El paciente baja y sube alternativamente la pelvis del lado de la pierna no apoyada (fig. 11.9).

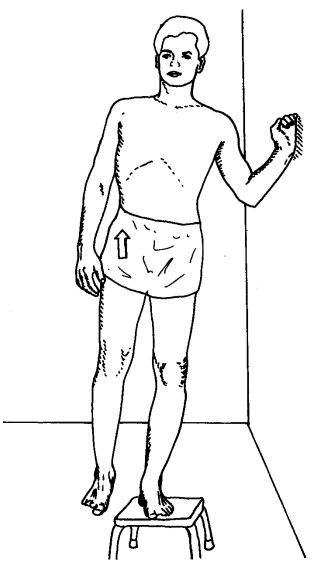


Figura 11.9. Reeducación de los músculos abductores y elevadores (cuadrado lumbar) de la cadera.

b. Posición del paciente: de pie. Mueve una pierna en abducción, luego la otra. El movimiento sólo debe producirse en las caderas; no debe haber inclinación lateral del tronco. Se añaden tobilleras lastradas o se asegura una resistencia elástica en torno a los muslos que proporcionan resistencia mecánica. Es un ejercicio estabilizador en cadena cinética cerrada para el lado que soporta el peso del cuerpo. Hay que asegurarse de que la pelvis no descienda sobre el lado sin apoyo (ver fig. 11-13B).

c. Posición del paciente: en decúbito lateral, con la pierna inferior flexionada para brindar equilibrio. El paciente mueve la pierna superior en abducción, manteniendo la cadera neutra a la rotación y en ligera extensión. No hay que dejar que la cadera se flexione sobre el tronco y ruede hacia atrás. Si esto es demasiado difícil, se empieza con el paciente en decúbito supino haciendo que se concentre en movimientos aislados de abducción de la cadera mientras mantiene el tronco quieto. Se añaden tobilleras lastradas en la posición de decúbito lateral que aportan resistencia mientras el paciente adquiere fuerza.

2. Reeducación y fortalecimiento del músculo extensor de la cadera (glúteo mayor)

a. Posición del paciente: en decúbito prono o supino. Primero se le enseñan ejercicios estáticos con el músculo glúteo para aumentar la conciencia sobre el músculo que se contrae.

b. El paciente permanece de pie junto al borde de la mesa de tratamiento, flexiona el tronco sobre ella con las caderas en el borde. Luego extiende alternativamente una y otra cadera. Esto se hace con la rodilla flexionada para entrenar el glúteo mayor mientras se relajan los isquiotibiales. Si sufre calambres en los isquiotibiales por insuficiencia activa, el paciente debe intentar utilizarlos y practicar su relajación antes de avanzar con este ejercicio. Se aumenta la dificultad añadiendo pesas o resistencia elástica sobre la porción distal del muslo.

c. Posición del paciente: en cuadrupedia sobre manos y rodillas. Extiende alternativamente las caderas, manteniendo la rodilla flexionada. Hay que tener cuidado de no superar la extensión más allá de la amplitud disponible de la cadera, lo que causaría tensión en la articulación sacroilíaca o en la columna lumbar (fig. 11.10).

d. Posición del paciente: en decúbito supino con las rodillas flexionadas o haciendo el puente. H*acer el puente* exige que el paciente haga presión con la porción superior de la espalda y con los pies en la colchoneta y eleve las caderas (fig. 11.11). Se puede aplicar resistencia manual sobre la pelvis o resistencia mecánica ciñendo un cinturón lastrado en torno a la pelvis.

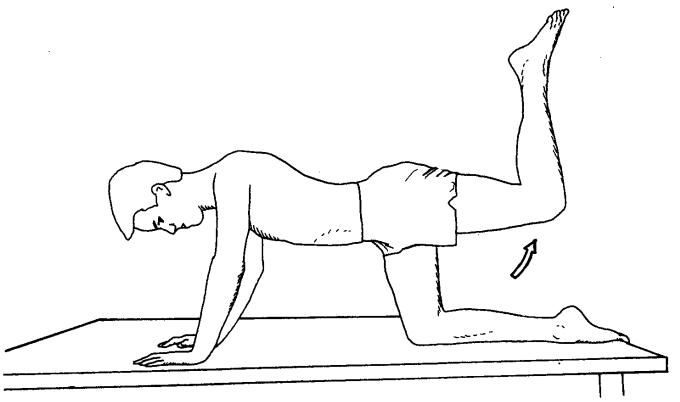


Figura 11.10. Entrenamiento y fortalecimiento específico del músculo glúteo mayor. Se empieza en cuadrupedia y la rodilla se flexiona para descartar la sustitución por los músculos isquiotibiales. Se tiene cuidado de no hiperextender la espalda, lo cual causaría tensión en las articulaciones de la columna sacroilíaca o lumbar.

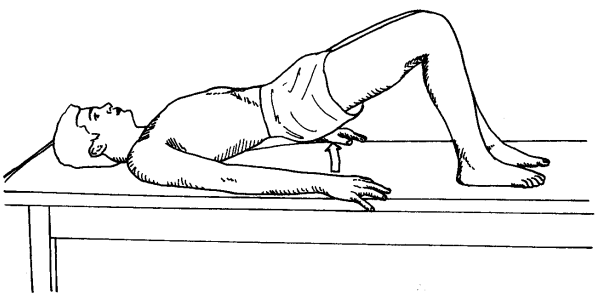


Figura 11.11. Entrenamiento y fortalecimiento de los músculos extensores de la cadera haciendo el puente. Puede añadirse resistencia sobre la pelvis.

3. Reeducación y fortalecimiento de los rotadores externos de la cadera

a. Posición del paciente: en decúbito prono, con las rodillas flexionadas y separadas unos centímetros. El paciente presiona y junta los talones, provocando una contracción isométrica de los rotadores externos.

b. Posición del paciente: de pie, con los pies paralelos, separados unos centímetros. El paciente flexiona ligeramente las rodillas, luego gira los muslos externamente (para que las rodillas se orienten lateralmente), manteniendo los pies quietos en el suelo. El paciente mantiene la rotación externa mientras extiende las rodillas, luego relaja la rotación un poco hasta que las rótulas miren hacia delante. Esta actividad es útil cuando el paciente cuenta con rotación funcional medial del fémur.[17]

c. Posición del paciente: sentado, con las rodillas flexionadas sobre el borde de la mesa de tratamiento, con un

material elástico en torno al tobillo y la pata de la mesa del mismo lado. El paciente mueve el pie hacia el lado contrario, ejerciendo fuerza ante la resistencia elástica, lo cual causa rotación externa de la cadera.

4. Reeducación y fortalecimiento de los músculos aductores de la cadera

a. Posición del paciente: En decúbito lateral, con la pierna inferior alineada en el plano del tronco; la pierna superior se flexiona hacia delante con el pie en el suelo o con el muslo apoyado en un cojín. El paciente levanta la pierna inferior en aducción. Pueden añadirse pesas al tobillo para aumentar el fortalecimiento (fig. 11.12A).

b. Posición del paciente: en decúbito lateral, con ambas piernas alineadas en el plano del tronco. El paciente mantiene la pierna superior en abducción y mueve en aducción la pierna inferior hasta tocarla (fig. 11.12B).

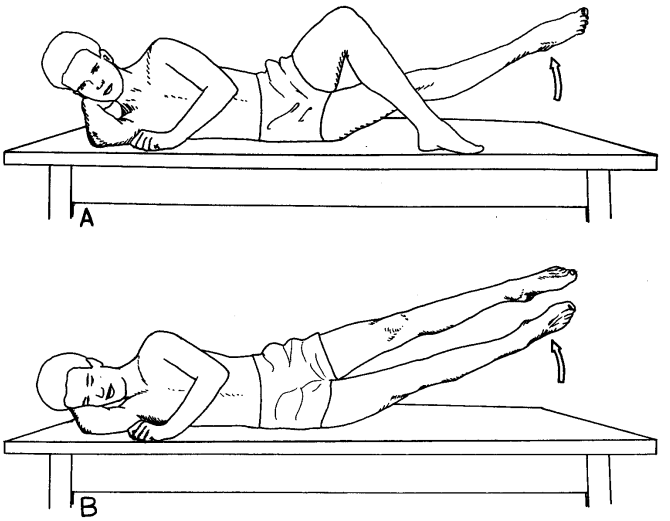


Figura 11.12. Preparación y fortalecimiento de los músculos aductores de la cadera. (A) La pierna superior se estabiliza flexionando la cadera y apoyando el pie sobre la colchoneta mientras la pierna inferior se mueve en aducción contra la fuerza de la gravedad. (B) La pierna superior se mantiene isométricamente en abducción mientras la pierna inferior se mueve en aducción contra la fuerza de la gravedad.

C. Técnicas para aumentar la fuerza, estabilidad y control en carga

Los ejercicios en carga con la extremidad inferior afectan a todas las articulaciones que intervienen en una cadena cinética cerrada y, por tanto, no se limitan a los músculos de la cadera. La mayoría de las actividades ponen en funcionamiento músculos biarticulares antagonistas donde cada uno se elonga sobre una articulación mientras se acorta sobre otra, lo cual mantiene una relación óptima entre longitud y tensión. Además de generar movimiento, una función primaria de los músculos en carga es controlar las fuerzas de la gravedad y del impulso.

1. Control y estabilidad en carga

a. Desarrollo de la capacidad para desplazar el peso del cuerpo. Si el paciente no puede apoyar todo el peso en carga, se empieza en las barras paralelas con parte del peso apoyado en las manos. El paciente se desplaza en sentido anterior a posterior, de lado a lado y oblicuamente. Se añade resistencia manual al movimiento ejerciendo presión sobre la pelvis del paciente.

b. Los ejercicios de *estabilización rítmica* desarrollan ajustes posturales a las fuerzas aplicadas. Se aplica resistencia manual sobre la pelvis y se pide al paciente que aguante (contracciones isométricas); debe haber poco o ningún movimiento. Se varía la fuerza y dirección de la resistencia. Al principio se usan directrices verbales; a medida que el paciente adquiera control, se aplican las distintas fuerzas sin avisar. Se avanza pasando al apoyo unipodal.

c. La marcha correcta requiere un equilibrio basculante. Se progresa haciendo que el paciente camine contra una resistencia, sea la que ejerza el terapeuta sobre la pelvis sea contra una resistencia elástica o una polea aplicada en torno a la pelvis. A medida que avance la preparación, se utilizará una carrera de obstáculos que exija cambiar de dirección, moverse por distintas superficies, cambiar la velocidad, y otras adaptaciones basadas en las necesidades de la recuperación funcional.

2. Resistencia en cadena cinética cerrada

El paciente permanece de pie sobre la pierna afectada. Se ciñe una resistencia elástica en torno al muslo de la otra extremidad inferior y se asegura a una estructura vertical estable. El paciente extiende, mueve en aducción o flexiona el muslo contra la resistencia (movimiento en cadena cinética abierta). Se requiere estabilización de la pierna que soporta el peso, y el cansancio se define cuando el paciente no puede apoyarse más sobre la extremidad en carga o la pelvis estable (fig. 11.13).

3. Entrenamiento del equilibrio

El paciente permanece de pie en carga bipodal sobre una tabla basculante o una tabla oscilante BAPS e inicia el desplazamiento del peso en un solo plano hacia delante/atrás y de lado a lado. Aumenta la dificultad colocando las extremidades en un plano diagonal y despla-

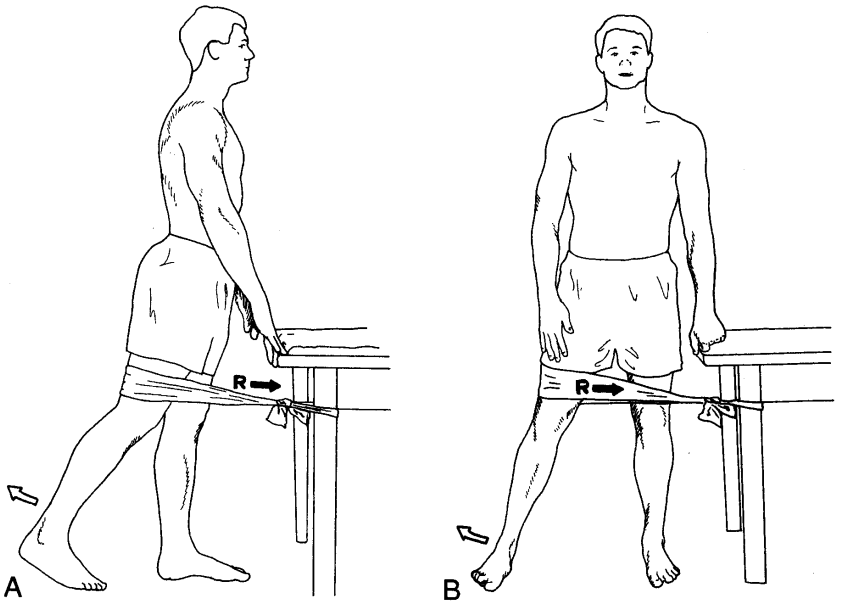


Figura 11.13. Ejercicio en cadena cinética cerrada con resistencia elástica en la otra pierna. (A) La extensión resistida hacia la derecha requiere estabilización de los músculos anteriores del lado izquierdo. (B) La abducción resistida hacia la derecha requiere la estabilización de los músculos del plano frontal izquierdo.

zando el peso. Cuando sea capaz, el paciente pasará a realizar actividades con una sola pierna sobre la tabla de equilibrio (ver fig. 13.15).

4. Subir escalones

Se empieza con un escalón bajo y se aumenta la altura a medida que lo haga la capacidad del paciente. El paciente puede subir los escalones de lado, hacia delante o hacia atrás. El terapeuta debe estar seguro de que se apoya todo el pie en el escalón y que se eleva el cuerpo y luego desciende con una movimiento armónico. Puede añadirse resistencia con un cinturón lastrado, con mancuernas en las manos o una tobillera lastrada en la pierna que no apoye el peso del cuerpo.

5. "Tijeras"

El paciente da una zancada larga hacia delante y flexiona la cadera y la rodilla de la pierna adelantada hasta que adopten 90 grados y vuelve a alzarse, Se repite la operación con la misma o la otra pierna. Puede emplearse un bastón o vara para que el paciente mantenga el equilibrio o aprender a controlar el movimiento en las barras paralelas o junto a la mesa de tratamiento. Es importante enseñar al paciente a mantener los dedos de los pies orientados hacia delante, a flexionar la rodilla en el mismo plano que los pies, y a mantener la espalda erguida (fig. 11.14). El aumento de la dificultad comprende el empleo de mancuernas, dar una zancada más amplia, o inclinarse hacia delante después de dar un paso corto.

NOTA: Los pacientes con una deficiencia del ligamento cruzado anterior (LCA) o una rodilla reparada quirúrgicamente no deben flexionar la rodilla por delante de los dedos del pie cuando practiquen "tijeras" porque aumenta la fuerza de cizallamiento y la tensión sobre el LCA. Las personas con síndrome por compresión femorrotuliana experimentarán un aumento del dolor en estos casos porque la fuerza compresora del peso del cuerpo es mayor cuando se vuelve posterior a la rodilla. Se adapta la posición de la rodilla basándose en los síntomas del paciente y la patología actual.

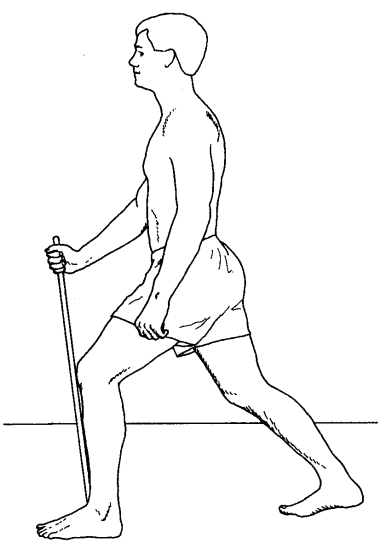


Figura 11.14. Tijera con ayuda de un bastón.

6. Deslizamientos por la pared

El paciente apoya la espalda contra la pared con los pies adelantados y separados del tronco por una distancia similar a la anchura de los hombros. El paciente se desliza hacia abajo por la pared flexionando las caderas y las rodillas y moviendo el tobillo en dorsiflexión; a continuación vuelve a subir deslizando la espalda por la pared extendiendo para ello las caderas y rodillas y moviendo los tobillos en flexión plantar. Si el deslizamiento es lento, se colocará una toalla detrás de la espalda del paciente. Para tener una pelota grande (pelota suiza) detrás se requiere más control, porque es menos estable. Pueden añadirse pesas y movimientos de brazos para desarrollar la coordinación o para añadir resistencia (fig. 11.15).

7. Sentadillas parciales (semisentadillas)

El paciente agacha el tronco flexionando las caderas y rodillas. Para añadir resistencia, el paciente sostiene mancuernas en las manos o emplea una resistencia elástica asegurada bajo los pies (ver fig. 12.11). Para proteger el LCA, se limita la amplitud de la flexión de la rodilla de 0 a 60 grados y se enseña al paciente a bajar las caderas como si se preparara a sentarse en una silla de modo que las rodillas queden detrás de los dedos de los pies. Para prevenir un problema de compresión femororrotuliana, se distribuye el peso del cuerpo dejando que el tronco se doble hacia delante y las rodillas se desplacen por delante de los dedos de los pies.

8. Equipamiento

Se emplea un equipamiento mecánico como una máquina de press de piernas, un tapiz rodante, una bicicleta y una tabla deslizante para el fortalecimiento, la coordinación y la resistencia.

D. Paso a la especificidad del entrenamiento

Ideas generales:

1. Aumentar la dificultad de los ejercicios con las cargas e intensidad necesarias para volver a la actividad.

2. Ejercicios pliométricos como saltar desde un taburete, flexionar caderas, rodillas y tobillos para absorber el impacto del "aterrizaje" y volver a saltar hacia arriba de inmediato.

3. Cargas excéntricas máximas usando cualquiera de los ejercicios descritos.

4. Análisis específico de la técnica y las adaptaciones biomecánicas para evitar tensiones inadecuadas.

VII. Resumen

Se ha pasado revista a la anatomía y cinesiología de la estructura y función de las caderas, así como a las relaciones funcionales entre el movimiento coxal y el pélvico. También se ha expuesto la acción de la cadera durante la marcha, incluyendo el movimiento y el control muscular, y el papel de la cadera respecto al equilibrio y la coordinación.

Se ha hecho hincapié en las pautas para el tratamiento con ejercicio terapéutico de los problemas musculoesqueléticos corrientes, como las lesiones musculares y de cadera, y los procedimientos quirúrgicos habituales, como los clavos de fijación y la sustitución de la cadera. Se han hecho descripciones específicas de las técnicas de autoestiramiento y los procedimientos de fortalecimiento para la cadera, así como sugerencias para los ejercicios en cadena cinética cerrada con el fin de que el paciente pase a realizar actividades funcionales en carga.

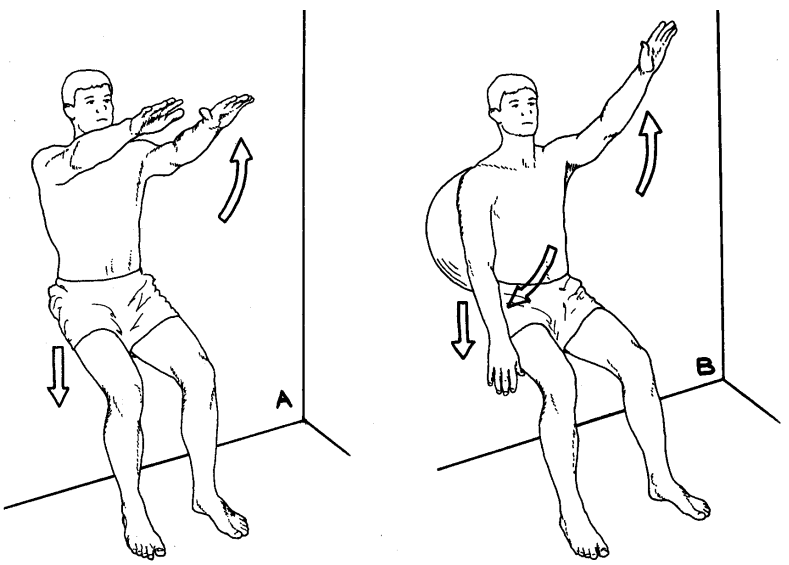


Figura 11.15. Deslizamientos por la pared/sentadillas parciales para desarrollar el control excéntrico del peso del cuerpo. (A) La espalda se desliza hacia abajo por la pared, superponiendo el movimiento bilateral de los brazos para añadir resistencia. (B) La espalda rueda sobre una pelota y desciende por la pared, sobreponiendo el movimiento antagonista de los brazos para desarrollar coordinación.

Bibliografía

1. Apley, AG: *System of Orthopedics and Fractures*, ed 5. Butterwurth, Londres, 1977.
2. Ball, PB, Wroe, MC, y MacLeod, L: "Survey of physical therapy preoperative care in total hip replacement". *Physical Therapy in Health Care* 1:83, 1986.
3. Barnes, B: "Ambulation outcomes after hip fractures". *Phys Ther* 64:317, 1984.
4. Beber, C, y Convery, R: "Management of patients with total hip replacement". *Phys Ther* 52:823, 1972.
5. Benke, GJ: "Joint replacement". En Downie, PA (ed): *Cash's Textbook of Orthopedics and Rheumatology for Physiotherapists*. JB Lippincott, Filadelfia, 1984.
6. Bentley, JA: "Physiotherapy following joint replacement, etc". En Downie, PA (ed): *Cash's Textbook of Orthopedics and Rheumatology for Physiotherapists*. JB Lippincott, Filadelfia, 1984.
7. Bullock-Saxton, JE: "Local sensation changes and altered hip muscle function following severe ankle sprain". *Phys Ther* 74:17, 1994.
8. Burton, D, y Imrie, S: "Total hip arthroplasty and postoperative rehabilitation". *Phys Ther* 53:132, 1973.
9. Cailliet, R: *Low Back Pain Syndrome*, ed 4. FA Davis, Filadelfia, 1988.
10. Canale, ST: "Intracapsular fractures". En Steinberg, ME (ed): *The Hip and Its Disorders*. WB Saunders, Filadelfia, 1991.
11. Charnley, J: "Total hip replacement by low friction arthroplasty". *Clin Orthop* 72:721, 1974.
12. Cibulka, MT, y Delitto, A: "A comparison of two different methods to treat hip pain in runners". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 17:173, 1993.
13. Craik, RL: "Disability following hip fracture". *Phys Ther* 74:388, 1994.
14. Crutchfield, CA, y otros: "Balance and coordination training". En Scully, RM, y Barnes, MR (eds): *Physical Therapy*. JB Lippincott. Filadelfia, 1989.
15. Cullen, S: "Physical therapy program for patients with total hip replacement". *Phys Ther* 53:1293, 1973.
16. Cyriax, J: *Textbook of Orthopaedic Medicine*, Vol 1. "Diagnosis of Soft Tissue Lesions", ed 8. Bailliere Tindall, Londres, 1982.
17. Daniels, L, y Worthingham, C: *Therapeutic Exercise for Body Alignment and Function*, ed 2. WB Saunders, Filadelfia, 1977.
18. Eftekhar, N: "Preoperative management of total hip replacement". *Orthop Rev* 3:17, 1974.
19. Engh, CA: "Bone ingrowth into porous coated canine acetabular replacements: The effect of pure size, apposition and dislocation". *Hip* 13:214, 1985.
20. Engh, CA, Bobyn, JD, y Matthews, JCH: "Biological fixation of a modified Moore prosthesis". En Hip Society: *The Hip. Proceedings of the Twelfth Open Scientific Meeting of the Hip Society*. CV Moshy, St Louis, 1984.
21. Fortune, W: "Lower limb joint replacement". En Nickel, VL (ed): *Orthopedic Rehabilitation*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1982.
22. Friedebold, G: "The Smith-Peterson cup arthroplasty: An analysis of fractures". En Chapchal, G (ed): *Arthroplasty of the Hip*. Georg Thieme, Stuttgart, 1973.
23. Goldstein, TS: "Determining the cause of disability". En *Functional Rehabilitation in Orthopedics*. Aspen, Gaithersburg, MD, 1995.
24. Gucione, AA: "Arthritis and the process of disablement". *Phys Ther* 74:408, 1994.
25. Harris, WH: "The porous total hip replacement system". En Harris, WH (ed): *Advanced Concepts in Total Hip Replacement*. Slack, Thorofare, NJ, 1985.
26. Hielema, F, y Summerfore, R: "Physical therapy for patients with hip fracture or joint replacement". *Physical Therapy in Health Care* 1:89, 1986.
27. Hielema, FJ: "Epidemiology of hip fracture". *Phys Ther* 59:1221, 1979.
28. Hyde, SA: *Physiotherapy in Rheumatology*. Blackwell Scientific, Oxford, 1980.
29. Iversen, LD, y Clawson, DK: *Manual of Acute Orthopedic Therapeutics*, ed 2. Little, Brown, Boston, 1982.
30. Kendall, F: "Criticism of current tests and exercises for physical fitness". *Phys Ther* 45:187, 1965.
31. Kopell, H, y Thompson, W: *Peripheral Entrapment Neuropathies*, ed 2. Robert E Krieger, Huntington, NY, 1976.
32. Lehmkuhl, LD, y Smith LM: *Brunnstrom's Clinical Kinesiology*, ed 5. FA Davis, Filadelfia, 1995.
33. Ling, RSM (ed): *Current Problems in Orthopedics: Complications of Total Hip Replacement*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1984.
34. McKee, G: "Development of total prosthetic replacement of the hip". *Clin Orthop* 72:85, 1970.
35. Melvin, J: *Rheumatic Disease: Occupational Therapy and Rehabilitation*, ed 2. FA Davis, Filadelfia, 1982.
36. Morrey, RF, y Kavanagh, BF: "Cementless joint replacement: Current status and future". *Bull Rheum Dis* 37:1, 1987.

37. Muller, WE: "Total hip prosthesis". *Clin Orthop* 72:460, 1970.

38. Norkin, C, y Levangie, P: *Joint Structure and Function*: A *Comprehensive Analysis*, ed 2. FA Davis, Filadelfia, 1992.

39. *Normal and Pathological Gait Syllabus*. Physical Therapy Department, Rancho Los Amigos Hospital, Downey, CA, 1977.

40. Nunley, JA, y Oser, ER: "Surgical treatment of arthritis of the hip". *Physical Therapy in Health Care* 1:59,1986.

41. Patton, F: "Treatment of hip fractures in the geriatric patient". *Phys Ther* 42:314, 1962.

42. Richardson, R: "Physical therapy management of patients undergoing total hip replacement". *Phys Ther* 55:984, 1975.

43. Sahrnann, SA: *Diagnosis and treatment of muscle imbalances associated with musculoskeletal pain*. Lecture outline. Ohio Chapter, APTA Conference, Columbus, OH, 1988.

44. Schamerloh, C, y Ritter, M: "Prevention of dislocation or subluxation of total hip replacements". *Phys Ther* 57:1028, 1977.

45. Strickland, EM, y otros: "In vivo acetabular contact pressure during rehabilitation: Part I. Acute phase". *Phys Ther* 72:691, 1992.

46. Taylor, JR, y Twomey, LT: "Age changes in lumbar zygapophyseal joint". *Spine* 11(7):739, 1986.

47. Trombly, CA: *Occupational Therapy for Physical Dysfunction*, ed 2. Williams & Wilkins, Baltimore, MD 1983.

48. Waugh, T: "Arthroplasty rehabilitation". En Goodgold, J (ed): *Rehabilitation Medicine*. CV Mosby, St Louis, 1988.

49. Woolf, CH: "Generation of acute pain: Central mechanisms". *British Medical Bulletin* 47:523, 1991.

50. Wyke, B: *Neurological aspects of pain for the physical therapy clinician*. Physical Therapy Forum, Ohio Chapter APTA Conference, Columbus, OH, 1982.

Capítulo

12

La rodilla

La articulación de la rodilla está diseñada para aportar movilidad y estabilidad; elonga y acorta funcionalmente la extremidad inferior para elevar y bajar el cuerpo o para mover el pie en el espacio. Junto con la cadera y el tobillo, sostiene el cuerpo en bipedestación, y es una unidad funcional primaria de acciones como caminar, escalar y sentarse.

En la primera sección de este capítulo revisaremos los aspectos principales de la anatomía y función del complejo de la rodilla. Para profundizar su estudio remitimos al lector a distintos manuales y referencias.[11,19,49,55,73] Para diseñar un programa de ejercicio terapéutico para la rodilla de un paciente, el lector debe estar familiarizado con los principios del tratamiento aportados en el capítulo 7.

Objetivos

***Después de estudiar este capítulo, el lector podrá*:**

1. Identificar los aspectos importantes de la estructura y función de la rodilla.

2. Establecer un programa de ejercicio terapéutico para tratar las lesiones articulares y de tejidos blandos de la región de la rodilla relacionadas con los estadios de recuperación después de una lesión inflamatoria en los tejidos, reconociendo las circunstancias únicas de la rodilla y la rótula para su tratamiento.

3. Establecer un programa de ejercicio terapéutico para tratar a los pacientes después de procedimientos quirúrgicos corrientes para la rodilla.

I. Revisión de la estructura y función de la rodilla

A. Partes óseas: porción distal del fémur, porción proximal de la tibia y la rótula (ver fig. 6.49)

B. El complejo articular de la rodilla

La cápsula articular laxa encierra dos articulaciones: las articulaciones femorotibial y femororrotuliana. Recesos de la cápsula forman las bolsas suprarrotuliana, subpoplítea y del gastrocnemio. Pliegues o engrosamientos de la membrana sinovial persisten en el tejido embriológico hasta en el 60 por ciento de las personas y tal vez se tornen sintomáticos con microtraumatismos o traumatismos macroscópicos.[6,52]

1. La articulación femorotibial

a. Características.

La articulación de la rodilla es una trocleartrosis biaxial modificada con dos meniscos interpuestos y sustentados por ligamentos y músculos. La estabilidad anteroposterior depende de los ligamentos cruzados posterior y anterior respectivamente; la estabilidad mediolateral corresponde respectivamente a los ligamentos colaterales medial (tibial) y lateral (peroneo).

b. El elemento óseo convexo se compone de dos cóndilos asimétricos en el extremo distal del fémur. El cóndilo

medial es mayor que el lateral, que colabora en el mecanismo de bloqueo de la rodilla.

c. El elemento óseo cóncavo se compone de dos mesetas tibiales en el extremo proximal de la tibia con sus respectivos meniscos fibrocartilaginosos. La meseta medial es mayor que la lateral.

d. Los meniscos mejoran la congruencia de las superficies articulares. Se insertan en la cápsula articular por medio de los ligamentos coronarios. El menisco medial se inserta con firmeza en la cápsula articular así como en el ligamento colateral medial, el ligamento cruzado anterior y el músculo semimembranoso; por tanto, sufre daños cuando la rodilla recibe un golpe lateral.

e. Con los movimientos de la tibia (cadena cinética abierta), las mesetas cóncavas se deslizan en la misma dirección que el movimiento del hueso.

Movimientos fisiológicos de la tibia	***Dirección del deslizamiento de la tibia***
Flexión	Posterior
Extensión	Anterior

f. Con los movimientos del fémur sobre la tibia fija (cadena cinética cerrada), los cóndilos convexos se deslizan en dirección contraria al movimiento del hueso.

g. Se produce rotación entre los cóndilos del fémur y la tibia durante los grados finales de extensión. Se denomina mecanismo de bloqueo.

(1) Cuando la tibia está libre (cadena cinética abierta), la extensión terminal hace que la tibia gire en sentido externo sobre el fémur. Para desbloquear la rodilla, la tibia gira en sentido interno.

(2) Cuando la tibia está fija con el pie apoyado en el suelo (cadena cinética cerrada), la extensión terminal provoca la rotación interna del fémur (el cóndilo medial se desliza más en sentido posterior que lateral). Al mismo tiempo, la cadera se mueve en extensión. Si una persona carece de extensión de la cadera, el bloqueo de la rodilla no puede producirse cuando el pie está fijo. A medida que la rodilla se desbloquea, el fémur gira lateralmente. El desbloqueo de la rodilla se produce indirectamente con la flexión de la cadera y directamente por acción del músculo poplíteo.

2. La articulación femororrotuliana

a. Características

La rótula es un hueso sesamoideo en el tendón del cuádriceps. Se articula con el surco intercondíleo (troclear) en la cara anterior de la porción distal del fémur. Su superficie articular está recubierta de cartílago hialino liso. La rótula se hunde en la porción anterior de la cápsula articular y se conecta con la tibia mediante el ligamento rotuliano. Muchas bolsas rodean la rótula.

b. Durante la flexión de la rodilla, la rótula se desliza caudalmente a lo largo del surco troclear; durante la extensión, se desliza cranealmente. Si el movimiento rotuliano queda restringido, interfiere con la amplitud de la flexión de la rodilla y puede contribuir al retraso de los músculos extensores en la extensión activa de la rodilla.

C. Función de la rodilla y la rótula

1. Ligamento rotuliano

El alineamiento normal de la rótula se define como el **ángulo Q** de 15 grados. El ángulo Q es el ángulo formado por dos líneas en intersección: una va de la espina ilíaca anterosuperior a la porción media de la rótula; la otra, de la tuberosidad anterior de la tibia a la porción media de la rótula. El ángulo Q describe el curso lateral o efecto arqueante que tienen los músculos del cuádriceps y el tendón rotuliano sobre la rótula.

a. Fuerzas que mantienen el alineamiento

La fijación lateral de la rótula depende de la cintilla iliotibial y el retináculo lateral de la rótula; a esto se opone la tracción medial activa del músculo vasto medial. El ligamento rotuliano fija la rótula en sentido inferior ante la tracción activa del músculo cuádriceps hacia arriba.[76]

b. El alineamiento defectuoso y los problemas de trayectoria pueden tener su origen en:

(1) Aumento del ángulo Q, por rodilla valga, rótula alta, pronación de los pies, pelvis ancha, aumento de la anteversión femoral o torsión externa de la tibia.

(2) Acortamiento de músculos y fascias. El acortamiento de la cintilla iliotibial y el retináculo lateral de rótula impiden el deslizamiento medial de ésta. El acortamiento de los músculos flexores plantares del tobillo causa pronación del pie cuando el tobillo se mueve en dorsiflexión, lo cual provoca la torsión medial de la tibia y desplazamiento funcional lateral de la tuberosidad de la tibia en relación con la rótula. El acortamiento de los músculos recto femoral e isquiotibiales puede afectar a la mecánica de la rodilla y provocar compensaciones.[63]

(3) Laxitud del retináculo medial o insuficiencia del músculo vasto medial (VM). El músculo VM puede estar debilitado por desuso o inhibido por hinchazón o dolor articulares, lo cual empeora la estabilidad medial.[95] La mala sincronización en la contracción, que altera la relación de activación entre los músculos vasto medial y

vasto lateral, genera fuerzas desequilibradas.[85,103] La debilidad o una mala sincronización de la contracción del músculo VM aumentará el desvío lateral de la rótula.

2. Compresión de la rótula

La compresión de la cara posterior de la rótula contra el fémur aumenta espectacularmente pasados 30 grados de flexión de la rodilla. Cerca de los 30 grados, se aproxima al peso del cuerpo; supera más del triple el peso del cuerpo cuando subimos escaleras y llega hasta ocho veces el peso del cuerpo cuando hacemos sentadillas y actividades en que se flexiona mucho la rodilla.[73,76] El área de contacto de las superficies posteriores de la rótula también varía durante la amplitud de la flexión de la rodilla. Normalmente, esto ayuda a absorber las fuerzas y mantener la salud del cartílago.

3. Músculos extensores

a. El músculo cuádriceps es el único músculo que cruza siguiendo un curso anterior al eje de la rodilla y es el principal agonista de la extensión de la rodilla. Otros músculos que actúan extendiendo la rodilla requieren que el pie esté fijo, creando una cadena cinética cerrada. En este caso, los isquiotibiales y también el sóleo provocan o controlan la extensión de la rodilla ejerciendo tracción posterior sobre la tibia.

b. Cuando permanecemos de pie o durante la fase ortostática de la marcha, la rodilla es una articulación intermedia dentro de una cadena cinética cerrada. El músculo cuádriceps controla la flexión de la rodilla y genera su extensión mediante la tracción contraria sobre el fémur. En la postura erecta, cuando la rodilla está bloqueada, el cuádriceps no tiene que estar activo cuando la línea de la gravedad cae anterior al eje de movimiento (ver capítulo 15). En este caso, la tensión de los tendones de los isquiotibiales y del gastrocnemio sostiene la cápsula posterior.

c. La rótula mejora la palanca de fuerza extensora al aumentar la distancia del tendón del cuádriceps con el eje de la articulación de la rodilla. Su mayor efecto sobre la palanca del cuádriceps es durante la extensión de la rodilla entre 60 y 30 grados y disminuye con rapidez entre 15 y 0 grados de extensión completa.[36,73]

d. El pico de la fuerza rotatoria del cuádriceps se produce entre 70 y 50 grados.[10] La ventaja fisiológica del cuádriceps disminuye con rapidez durante los últimos 15 grados de extensión de la rodilla por su longitud acortada. Esto, combinado con la reducción de su ventaja mecánica durante los últimos 15 grados, exige que el músculo aumente significativamente su fuerza de contracción cuando soporte grandes demandas durante la extensión final.[36] Durante la bipedestación, la asistencia en la extensión corresponde a los músculos isquiotibiales y sóleo, así como al mecanismo de bloqueo mecánico de la rodilla. Además, el ligamento cruzado anterior y la tracción de los isquiotibiales contrarrestan la fuerza de traslación anterior del músculo cuádriceps.[36,77] Durante los ejercicios de extensión de la rodilla en cadena cinética abierta en posición sedente o en decúbito supino, cuando la fuerza de resistencia es máxima durante la extensión final por el brazo de momento de la resistencia, se requiere una contracción relativamente fuerte del músculo cuádriceps para superar las desventajas fisiológica y mecánica del músculo con el fin de completar los 15 grados finales del movimiento.[36]

4. Músculos flexores

a. Los músculos isquiotibiales son los flexores primarios de la rodilla y también influyen en la rotación sobre el fémur. Como son músculos biarticulares, se contraen con mayor eficacia cuando se elongan simultáneamente sobre la cadera (durante la flexión de la cadera) mientras flexionan la rodilla. En actividades en cadena cinética cerrada, los isquiotibiales pueden actuar extendiendo la rodilla ejerciendo tracción sobre la tibia.

b. El músculo gastrocnemio también puede funcionar como flexor de la rodilla, pero su función primaria en la rodilla durante la carga es sostener la cápsula posterior ante las fuerzas de hiperextensión.

c. El músculo poplíteo sostiene la cápsula posterior y actúa desbloqueando la rodilla.

d. El grupo de músculos de la pata de ganso (sartorio, recto interno y semitendinoso) aportan estabilidad medial a la rodilla y afectan a la rotación de la tibia en una cadena cinética cerrada.

5. La rodilla y la marcha[73,74]

a. Amplitud del movimiento de la rodilla durante la marcha

Durante el ciclo normal de la marcha, la rodilla recorre un curso de 60 grados (de 0 grados de extensión durante el contacto inicial o durante la fase de golpeo con el talón hasta 60 grados al final del balanceo inicial). Se produce algo de rotación medial del fémur mientras la rodilla se extiende en el contacto inicial y justo antes de la fase de despegue de la pierna.

b. Control muscular de la rodilla durante la marcha

(1) El músculo cuádriceps controla el grado de flexión de la rodilla durante el contacto inicial (respuesta a la carga), luego extiende la rodilla durante el punto medio de la fase ortostática. De nuevo controla el grado de flexión

durante la fase previa al balanceo (despegue del talón hasta el despegue de los dedos del pie) y previene la elevación excesiva del talón durante el comienzo de la fase de balanceo de la pierna. Con la pérdida de la función del cuádriceps, el paciente practica una sacudida del tronco en sentido anterior durante el contacto inicial para desplazar el centro de gravedad anterior a la rodilla para que sea estable y haga girar la extremidad hacia fuera y bloquee la rodilla.[97] Cuando se camine deprisa, debe haber una elevación excesiva del talón durante el comienzo de la fase de balanceo.

(2) Los músculos isquiotibiales controlan sobre todo el balanceo hacia delante de la pierna durante el balanceo terminal. La pérdida funcional puede provocar una acción de resorte de la rodilla en la extensión durante este período. Los isquiotibiales también confieren soporte posterior a la cápsula de la rodilla cuando ésta está extendida durante la fase ortostática. Su pérdida funcional resulta en una progresiva hiperextensión de la rodilla.[97]

(3) Los músculos de la flexión plantar del tobillo (sobre todo el sóleo) ayudan a controlar el grado de flexión de la rodilla durante la fase previa al balanceo mediante el control del movimiento hacia delante de la tibia. La pérdida funcional provoca hiperextensión de la rodilla durante el prebalanceo (también pérdida de la elevación del talón en el tobillo y, por tanto, retraso o ligera caída de la pelvis de ese lado durante la fase de prebalanceo).

(4) El músculo gastrocnemio aporta tensión posterior a la rodilla cuando ésta está extendida (final de la respuesta a la carga del pie plano y justo antes del prebalanceo o fase de despegue del pie). La pérdida funcional provoca hiperextensión de la rodilla durante estos períodos así como pérdida de la flexión plantar durante el prebalanceo o la fase de despegue del pie.

c. Como la rodilla es la articulación intermedia entre la cadera y el pie, los problemas en estas dos áreas interfieren con la función de la rodilla durante la marcha. Ejemplos:

(1) La incapacidad para extender la cadera impedirá que la rodilla se extienda antes del final de la fase ortostática (despegue del talón).

(2) La mayoría de los músculos que funcionan controlando la cadera son músculos biarticulares y también cruzan la rodilla. En caso de asimetrías de la longitud y la fuerza, las fuerzas desequilibradas pueden ejercer tensión sobre distintas estructuras de la rodilla, produciendo dolor al andar o al correr (ver capítulo 11).

(3) La posición y función del pie y el tobillo afectan a las tensiones que se transmiten a la rodilla. Por ejemplo, con el pie plano o pie valgo se produce rotación medial de la tibia y un aumento del efecto arqueante sobre la rótula, lo cual aumenta las fuerzas laterales de la trayectoria de ésta.

D. Dolor referido

1. Fuentes corrientes de dolor referido a la rodilla:[18]

a. Raíces y tejidos nerviosos derivados de los segmentos vertebrales L_3, que se extienden por la cara anterior, y de S_1 y S_2, que se extienden por la cara posterior de la rodilla.

b. La articulación coxofemoral (sobre todo L_3).

2. Es necesario el tratamiento del origen de la irritación para aliviar el dolor. El ejercicio terapéutico para la rodilla es beneficioso sólo para prevenir el desuso de esa parte; el tratamiento primario debe apuntar al origen de la irritación.

II. Problemas articulares y restricciones capsulares: tratamiento conservador

A. Diagnósticos relacionados y etiología de los síntomas

La artritis reumatoide y la artrosis, así como los traumatismos articulares agudos, pueden afectar a las articulaciones de la rodilla en la articulación femorotibial. La tirantez y las adherencias por inmovilización se desarrollan en las articulaciones y tejidos circundantes siempre que la articulación se feruliza o enyesa. En el capítulo 7 se describe la etiología de estos síntomas articulares y artríticos.

B. Deficiencias/problemas corrientes

En los casos de afectación de la articulación femorotibial, el patrón de la restricción de la rodilla suele ser una mayor pérdida de flexión que de extensión. Cuando hay un derrame (hinchazón de la articulación), la articulación adopta una posición cercana a 25 grados de flexión, en la que se aprecia la máxima distensibilidad capsular. Poco movimiento es posible por la hinchazón. Los síntomas de afectación articular como distensión, rigidez, dolor e inhibición refleja del cuádriceps pueden causar retardo en la activación de los músculos extensores (o el cuádriceps) (la amplitud activa de la extensión de la rodilla es menor que la amplitud pasiva).[96]

1. Artritis reumatoide (AR)

Al comienzo de esta enfermedad, las manos y los pies suelen ser los primeros en verse afectados; con la progresión de la AR, las rodillas también se ven afectadas. Las articulaciones están calientes e hinchadas, con la li-

mitación de movimientos descrita. Además, la deformidad en rodilla en valgo suele aparecer en los estadios avanzados de esta enfermedad.

2. Osteoartritis (artropatía degenerativa, APD)

El dolor, la debilidad muscular y las limitaciones articulares suelen empeorar progresivamente. Suele observarse el desarrollo de rodilla en varo.

3. Traumatismo articular

Después de un traumatismo, la hinchazón inmediata indica la presencia de una hemorragia en la articulación. Una hinchazón lenta y progresiva (4 o más horas) manifiesta un derrame seroso, que tal vez se produzca en las roturas de meniscos y ligamentos. Cuando sea aguda, se apreciará rigidez refleja de la musculatura, debilidad y movimiento limitado por la hinchazón. Cuando remita la hinchazón, se evaluarán las roturas de meniscos y ligamentos (ver secciones V y VII).

4. Restricciones articulares después de un período de inmovilización

Cuando la rodilla haya permanecido inmovilizada durante varias semanas o más, como durante la curación de una fractura o después de una operación, la cápsula, los músculos y los tejidos blandos sufren restricciones. Las adherencias pueden restringir la movilidad rotuliana. Por lo general, esto limita la flexión de la rodilla y causa dolor cuando la rótula queda comprimida contra el fémur. Si no hay deslizamiento superior de la rótula, puede haber un retraso en la activación de los músculos extensores durante la extensión activa de la rodilla incluso con la extensión pasiva completa de la rodilla.[100] Esto suele producirse después de reparaciones quirúrgicas de algunos ligamentos de la rodilla cuando ésta ha permanecido inmovilizada en una postura de flexión durante mucho tiempo. El mejor tratamiento es la prevención. Para mantener la movilidad de la rodilla siempre que haya de estar inmovilizada, el paciente debe aprender ejercicios estáticos de cuádriceps que practicarán con frecuencia y a diario.

C. Limitaciones funcionales/discapacidades corrientes

1. Cuando los síntomas son agudos, se aprecia dolor durante el movimiento, con el peso en carga, y durante la marcha, lo que interfiere con el trabajo o las actividades diarias del hogar.

2. La limitación o dificultad para controlar las actividades en carga con la rodilla flexionada como levantarse de una silla o de un sillón, subir o bajar escaleras, agacharse o ponerse en cuclillas.

D. Tratamiento de lesiones articulares agudas

En el capítulo 7 aparecen las pautas generales y específicas para la AR y la APD.

1. Control del dolor

Además de emplear diversos procedimientos y el reposo con una férula o un vendaje elástico, las *técnicas de oscilación del juego articular* (grado I) alivian el dolor. Si estas técnicas aumentan el dolor o la hinchazón, no se las debe iniciar durante varios días.

2. Reducción al mínimo de la rigidez

a. Se realizan ejercicios de *cinesiterapia pasiva o activa-asistida* dentro de los límites del dolor y la amplitud disponible. El paciente debe poder realizar ejercicios de cinesiterapia activa en decúbito lateral con eliminación de la acción de la fuerza de la gravedad.

b. Se practican *deslizamientos o movimientos de tracción de grados* I *o* II, si se toleran, con la articulación en la posición de reposo (25 grados de flexión); los estiramientos están contraindicados en este estadio.

3. Reducción al mínimo de la atrofia muscular y prevención de las adherencias en la rótula (ver la descripción de las técnicas de ejercicio en la sección VIII)

a. E*jercicios estáticos suaves y en diversos grados de movimiento*, incluidas contracciones del cuádriceps y los isquiotibiales en posiciones indoloras.

b. S*eries suaves en cadena cinética cerrada para el cuádriceps*. Se empieza con el paciente sentado y la rodilla extendida todo lo posible sin provocar dolor y se pide al paciente que ejerza presión con el talón sobre el suelo mientras presiona el muslo contra la silla.

c. S*eries de cuádriceps elevando la pierna extendida* (EPE). Se varía el ángulo de flexión/extensión de la rodilla durante la serie EPE, incluyendo extensión completa de la rodilla; el paciente debe ser capaz de mantener la posición de las rodillas sin sentir dolor.

NOTA: Los ejercicios de EPE afectan a los músculos flexores de la cadera junto con las series para los cuádriceps con el fin de variar el efecto de la gravedad so-

bre el cuádriceps mientras se mantiene la rodilla extendida.

4. Prevención de deformidades y protección de la articulación con AR o APD

a. Se reducen al mínimo las actividades en carga total durante los brotes agudos de la artritis. Si fuera necesario, se emplean muletas, bastones o un andador para distribuir las fuerzas por las extremidades superiores durante la marcha.

b. Se enseña al paciente y a los miembros de su familia las posturas correctas en la cama para evitar contracturas en flexión.

c. Se practican adaptaciones funcionales para reducir el grado de flexión de la rodilla y compresión rotuliana cuando la persona pase de flexión a extensión en actividades como levantarse de una silla o subir escaleras. Se enseña al paciente a que suba las menos escaleras posibles, emplee sillas o sillones altos y evite sentarse en sillones que se hundan o sillas bajas.

E. Tratamiento de problemas articulares subagudos y crónicos[29]

1. Reducción de los efectos de la rigidez por inactividad

Se enseña al paciente a realizar ejercicios de amplitud del movimiento activa y ejercicios estáticos.

2. Reducción del dolor por la tensión mecánica

Se siguen utilizando instrumentos para caminar, si fuera necesario. El paciente puede mejorar y usar menos ayuda o tal vez pueda pasar períodos sin ayuda. Prosigue el empleo de asientos elevados, si fuera necesario, con el fin de reducir la tensión mecánica impuesta al tratar de levantarse.

3. Aumento de la amplitud del movimiento (ROM)

a. Cuando haya pérdida del juego articular y reducción de la movilidad, deben emplearse técnicas de movilización articular.

Precaución: No se aumenta la amplitud del movimiento a menos que el paciente tenga fuerza para controlar el movimiento ya disponible. Una articulación móvil con poco control muscular provoca inestabilidad de la rodilla y dificulta la función de la extremidad inferior.

(1) Aumento de la flexión de la articulación.

(a) Tracción sobre el eje longitudinal de la tibia (ver fig. 6.50A, B y C).

(b) Deslizamiento posterior sobre la tibia (ver figs. 6.51 y 6.52A y B).

(c) Deslizamiento caudal de la rótula si hay restricción (ver fig. 6.54).

(d) Deslizamiento medial-lateral de la rótula (ver fig. 6.55).

(2) Cuando la amplitud disponible de flexión alcanza una meseta, se progresa flexionando la rodilla hasta el límite de su movimiento, luego se aplica un deslizamiento posterior sobre la tibia; o se coloca la tibia en rotación medial, y se aplica un deslizamiento posterior.

(3) Aumento de la extensión de la articulación.

(a) Tracción sobre el eje longitudinal (ver fig. 6.50A, B y C)

(b) Deslizamiento anterior de la tibia (ver fig. 6.53).

(c) Se avanza colocando la tibia en rotación lateral; luego se aplica un deslizamiento anterior.

(d) Deslizamiento superior de la rótula si se restringe en una posición caudal.

b. Cuando se produce una reducción de la flexibilidad de los músculos que afecta el movimiento de la rodilla, deben emplearse técnicas de elongación (inhibición) muscular. Los músculos que suelen intervenir son los isquiotibiales, el cuádriceps y el gastrocnemio.

Precaución: Unas contracciones musculares fuertes pueden exacerbar los síntomas articulares; se adapta la dosis según el nivel de tolerancia del paciente.

c. Cuando haya una reducción de la flexibilidad en el tejido blando no contráctil que impida el movimiento de la rodilla, se usarán técnicas de estiramiento pasivo.

(1) Se aplican estiramientos de larga duración y poca intensidad dentro del nivel de tolerancia del paciente.

Precaución: El estiramiento pasivo que emplea la tibia como una palanca tiende a exacerbar los síntomas articulares; se emplean estas técnicas sólo cuando se disponga del juego articular.

(2) Se aplica un masaje a los tejidos blandos o un masaje de fricción para soltar las adherencias o contracturas. Se aplican masajes profundos en torno al borde de la rótula.

4. Desarrollo de la fuerza y resistencia de los músculos (ver sección VIII en donde aparece la descripción de los ejercicios)

a. Fortalecimiento de los músculos isquiotibiales y cuádriceps dentro del nivel de tolerancia indolora del paciente con ejercicios isométricos en diversos grados de amplitud, ejercicios de extensión en los últimos grados,

recorrido externo, en posiciones de cadena cinética abierta o cerrada, y una progresión moderada de las repeticiones y la resistencia en arcos de movimiento más amplios mientras el movimiento sea indoloro. Cuando se hagan ejercicios en cadena cinética cerrada, los pacientes experimentan menos dolor con velocidades mayores y menor resistencia que cuando se hacen los ejercicios con mayor lentitud y mayor resistencia. La resistencia a lo largo de la amplitud media (45 a 90 grados) tiende a exacerbar el dolor articular por las fuerzas compresoras sobre la rótula. Se aplica resistencia en arcos de movimiento indoloros en ambos extremos de la amplitud. Esto puede hacerse empleando resistencia manual dentro de la amplitud indolora, limitando la amplitud con ejercicios resistidos mecánicamente y usando un aparato de amplitud limitada en una unidad isocinética.

b. Como la articulación femororrotuliana suele ser sintomática en los casos de artritis en la rodilla, se desarrolla un equilibrio rotuliano con movilización de la rótula y entrenamiento del músculo vasto medial (sección IV).

c. Fortalecimiento de los músculos estabilizadores de la cadera y el tobillo en actividades en cadena cinética abierta y cerrada (ver los capítulos respectivos donde aparecen los ejercicios).

d. Para mejorar la resistencia muscular, se aumentan las repeticiones en cada nivel de resistencia antes de seguir avanzando.

5. Mejora de la función de la rodilla

a. Se inicia el entrenamiento funcional. Con la mejora de la fuerza y la resistencia musculares, el paciente aumenta el nivel de las actividades funcionales, empezando con natación y ciclismo y pasando a caminar sin ayuda cuando el funcionamiento de los músculos consiga un grado de fuerza "bueno" (4/5 o el 80 por ciento) en una prueba muscular manual.

(1) Cuando se monte en bicicleta, se ajustará el sillín para que la rodilla se extienda por completo cuando el pedal esté abajo. La resistencia al pedaleo debe ser mínima.

(2) En algunos pacientes, la progresión y el paso a correr o saltar a la comba y otras actividades de alto impacto, de ritmo más rápido y mayor intensidad pueden emprenderse siempre y cuando la articulación se mantenga asintomática. Si hay una deformidad articular y no se puede restablecer una biomecánica correcta, es probable que el paciente no pueda llegar a hacer estas actividades.

b. En los casos de artritis degenerativa y reumatoide, el paciente debe tener cuidado para alternar la actividad con el reposo.

III. Cirugía articular y tratamiento postoperatorio

El tratamiento quirúrgico de la artritis en la rodilla está indicado cuando el dolor y el derrame articulares no pueden controlarse con un tratamiento conservador y un tratamiento médico adecuado, o cuando la destrucción de las superficies articulares, la deformidad o la restricción del movimiento avancen hasta el punto de que deterioren significativamente las capacidades funcionales.

Los objetivos de la cirugía y el tratamiento postoperatorio consisten en: (1) alivio del dolor, (2) corrección de la deformidad o inestabilidad y (3) restablecimiento de la función de la rodilla afectada.

La elección del procedimiento quirúrgico dependerá de la edad del paciente, el tipo de artritis, la gravedad de la destrucción articular y la afectación de otras articulaciones. La *sinovectomía* tal vez sea el procedimiento de elección en pacientes jóvenes con derrame articular que no remite, proliferación sinovial y dolor como resultado de la AR, pero con un deterioro mínimo de las superficies articulares. La *osteotomía* de la tibia, un procedimiento extraarticular, corregirá la deformidad articular, redistribuye las fuerzas en carga sobre la tibia y el fémur, y reduce con posterioridad el dolor articular durante la deambulación y retrasa la necesidad de una artroplastia en la rodilla. Cuando la erosión de las superficies articulares se vuelva grave, la *sustitución total de rodilla* es el procedimiento quirúrgico de elección para aliviar el dolor, corregir la deformidad y restablecer el movimiento funcional. Sólo en situaciones muy selectivas se opta por una *artrodesis* de la rodilla para que el paciente cuente con una rodilla estable e indolora. En la sección V de este capítulo se expondrán la *condroplastia artroscópica* y la *artroplastia por abrasión* para los casos de deterioro articular de la cara posterior de la rótula (condromalacia rotuliana).

Con independencia del tipo de cirugía elegida para aliviar los síntomas articulares, la evaluación preoperatoria exhaustiva seguida por ejercicios postoperatorios y deambulación progresiva son componentes necesarios para un plan eficaz de tratamiento postoperatorio.

A. Sinovectomía

1. Indicaciones para la cirugía[3,31,46,67,72,110]

a. Sinovitis crónica y dolor de rodilla que dura 6 meses o más secundarios a una artritis reumatoide que no remite o APD que no puede controlarse mediante tratamiento médico.

b. Hipertrofia sinovial y dolor articular secundarios a una hemartrosis recidivante asociada con hemofilia.

c. Superficies articulares intactas o mínimamente erosionadas.

d. Reducción de la movilidad secundaria a una sinovitis crónica y al dolor articular.

e. Un medio para diferir la artroplastia total de la articulación en pacientes jóvenes con sinovitis crónica normalmente asociada con AR.

2. Procedimientos[3,46,67,72,110]

a. Procedimiento convencional. Se practican incisiones pararrotulianas longitudinal medial y/o longitudinal lateral para brindar acceso a los compartimientos anterior y posterior de la articulación; se practica una incisión en la cápsula y la fascia profunda.

b. Procedimiento artroscópico. Se necesitan múltiples puertas de entrada a todas las porciones de las articulaciones.

c. Se procede a la escisión de la máxima cantidad de la membrana sinovial (por lo general el 80 al 90 por ciento).

d. Si los meniscos muestran signos de deterioro significativo, también se practica una meniscectomía.

3. Tratamiento postoperatorio[45,46,67,72,112]

a. *Inmovilización*

La rodilla se inmoviliza 24 a 48 horas con un vendaje compresivo voluminoso dentro de una férula posterior. Durante este período, la pierna permanece elevada para reducir el edema postoperatorio.

b. *Ejercicio*

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA

(1) Para prevenir el edema periférico y reducir el riesgo de trombosis venosa profunda, se inician ejercicios de bombeo de la musculatura del tobillo.

(2) Para recuperar o mantener el control neuromuscular de la musculatura de la cadera y la rodilla del lado operado, se inician:

(a) Ejercicios estáticos del cuádriceps.

(b) Elevaciones de la pierna extendida en decúbito supino, prono y decúbito lateral.

(3) Para reducir el dolor y el edema postoperatorios, después de quitar el vendaje compresivo, se inician masajes suaves en dirección distal a proximal.

(4) Para prevenir contracturas postoperatorias y recuperar la amplitud del movimiento completa de la rodilla, se somete a los pacientes rutinariamente a una máquina de movimiento pasivo continuado (MPC) poco después de la cirugía. Además, durante la sesión el paciente practica:

(a) Ejercicios de flexión y extensión activa-asistida de la rodilla dentro de una amplitud articular indolora.

(b) Técnicas de inhibición activa y elongación muscular para el cuádriceps y los isquiotibiales.

(5) Se inicia la deambulación con muletas al día siguiente de la operación, con carga total según tolerancia. El paciente debe llevar la férula posterior hasta que se haya conseguido la extensión activa completa de la rodilla.

FASES DE PROTECCIÓN DE MODERADA A MÍNIMA

(1) Para recuperar o mejorar el control y la fuerza de la musculatura de la rodilla, se continúa con los ejercicios de elevación de la pierna extendida (EPE) y ejercicios estáticos del cuádriceps, y se inician ejercicios isométricos de baja intensidad dentro de una cadena cinética abierta. Se suman actividades de fortalecimiento progresivo en cadena cinética cerrada según lo permita la carga. Se hace hincapié en el control del cuádriceps en extensión completa de la rodilla para una deambulación segura y eficaz.

(2) Si persiste la limitación del movimiento, se inicia la movilización articular y el estiramiento de los ejercicios blandos cuando haya remitido la hinchazón.

(3) Los ejercicios y la carga avanzan con rapidez después de la sinovectomía artroscópica, pero con mayor lentitud después de una sinovectomía abierta. El paciente suele recuperar la amplitud articular normal y podrá deambular sin aparatos de ayuda 7 a 10 días después del procedimiento artroscópico. La amplitud articular completa, la deambulación sin ayuda y la vuelta a las actividades funcionales completas se recuperan más gradualmente durante un período de 6 semanas después de una sinovectomía abierta.

(4) Hay que animar al paciente a implicarse en actividades de preparación progresiva de bajo impacto y baja intensidad como nadar y montar en bicicleta.

4. Resultados esperados[46,72,110]

Se ha demostrado que la sinovectomía alivia la sinovitis crónica y el juego articular y en la mayoría de los casos mejora la amplitud articular y difiere la destrucción articular. Hay pocas pruebas de que la sinovectomía invierte el proceso de la enfermedad. Para la mayoría de las actividades funcionales se necesita la extensión activa y pasiva completa de la rodilla, al menos 100 grados de flexión de la rodilla, y una fuerza y estabilidad adecuadas de la rodilla.

B. Sustitución total de rodilla (prótesis total de rodilla)

1. Indicaciones para la cirugía[14,30,31,46,82,94,112]

a. Dolor articular grave en carga o un movimiento deficitario que compromete las capacidades funcionales.

b. Destrucción extensa del cartílago articular de la rodilla secundaria a artritis.

c. Inestabilidad macroscópica o limitación del movimiento.

d. Deformidad acusada de la rodilla como rodilla en varo o en valgo.

e. Fracaso de un procedimiento quirúrgico previo.

2. Procedimientos

a. B*ases y desarrollo de la artroplastia total de rodilla*

La sustitución protésica de una o ambas superficies de la articulación de la rodilla se inició a finales de la década de 1950 y a comienzos de la década de 1960.

(1) MacIntosh[58,59] y más tarde McKeevor[66] reemplazaron la meseta de la tibia (artroplastia parcial) con un implante acrílico y, más tarde, metálico inerte como tratamiento para la artritis degenerativa grave y las deformidades en varo y valgo de la rodilla.

(2) En 1951, Walldius[51,68,104] consiguió la primera artroplastia total de rodilla con restricción articular, que se compone de un implante protésico de metal formado por un vástago y una bisagra para el extremo distal del fémur y el extremo proximal de la tibia. Se practicó la exéresis de todos los ligamentos y tejidos blandos estabilizadores de la rodilla, si bien la prótesis articulada confirió estabilidad a la articulación de la rodilla. Los componentes de la prótesis permitían 90 grados de flexión de la rodilla y extensión completa, aunque no permitían el movimiento rotatorio entre el fémur y la tibia. Por tanto, este primer diseño presentó una tasa alta de fracaso por el aflojamiento de la prótesis en los conductos intramedulares. Además, este procedimiento requería un período muy largo de inmovilización total de la rodilla después de la operación, lo cual hacía muy difícil que los pacientes recuperaran un grado funcional de la flexión de la rodilla. Hoy en día, el diseño de prótesis articular se emplea sólo en casos de inestabilidad articular grave y después de que haya fracasado una sustitución total de rodilla sin restricción articular.

(3) Gunston[38,39] desarrolló una sustitución multicondílea sin restricción articular (*resurfacing*) a finales de la década de 1960 y fue diseñada para las superficies articulares de la tibia y el fémur. La prótesis permitía todos los movimientos normales de la rodilla y se componía de componentes tibiales con forma de seno y de polietileno de alta densidad, y de dos componentes femorales de metal con forma de disco, los cuales se mantenían en su sitio con cemento acrílico. La sustitución no aportaba estabilidad interna de la rodilla; por tanto, la integridad de los ligamentos colaterales intactos era un requisito previo. Este sistema el *resurfacing* permitía aproximadamente 120 grados de flexión de la rodilla y extensión completa. A partir de este diseño se desarrolló también un modelo de sustitución unicondíleo (unicompartimental) para el *resurfacing* por separado de las superficies articulares medial o lateral cuando sólo estaba implicado un lado de la articulación.[46]

(4) Otras variaciones de prótesis no articuladas de rodilla estaban integradas por dos componentes, una prótesis femoral metálica y otra tibial de polietileno que se mantienen en su sitio con cemento.* No se practica el *resurfacing* de la articulación femororrotuliana.

(5) Hoy en día existen dos clasificaciones básicas de prótesis de sustitución de la rodilla: *resurfacing* (sin restricción articular) y prótesis con restricción articular.[46,90,110,112]

(a) Las *prótesis sin restricción articular* (*resurfacing*) pueden ser unicondíleas, unicompartimentales, bicondíleas o condíleas totales. Las sustituciones que comprenden el *resurfacing* de toda la articulación de la rodilla pueden ser *con escisión del* LCP o *con conservación del* LCP. En el segundo caso se salva el ligamento colateral posterior (LCP) que aporta estabilidad posterior a la rodilla. Si el LCP no está intacto, lo más apropiado es una prótesis *con escisión del ligamento* y un diseño que aporte estabilidad posterior. En todos los casos, el paciente debe tener intactos los ligamentos colaterales para plantearse una sustitución por *resurfacing*, que se compone de un elemento femoral metálico inerte y un componente tibial de polietileno. En los casos de una prótesis total de cóndilo, también se practica el *resurfacing* de la cara posterior de la rótula con un componente de polietileno con forma de cúpula.

(b) Las *prótesis con restricción articular rotatoria* son de bisagra y no permiten movimientos accesorios significativos de la rodilla, o las *prótesis con restricción parcial* o parcialmente articuladas, que permiten un pequeño grado de movimiento varo, valgo o rotatorio, se usan pocas veces. Las prótesis con restricción articular rotatoria sacrifican los ligamentos cruzados y colaterales, y sólo están indicadas para pacientes con inestabilidad y deformidad graves de la rodilla.

b. F*ijación***

Las sustituciones totales de rodilla se mantienen en su sitio con cemento acrílico o emplean una fijación biológica (osteointegración). Inicialmente, casi todas las sus-

* Refs. 17, 30, 31, 46, 78, 82, 91, 94.

** Refs. 43, 44, 70, 71, 81, 82, 110, 112.

tituciones totales de rodilla están cementadas. El problema crónico más habitual, que genera dolor y contribuye al fracaso de la artroplastia total de rodilla, es el aflojamiento del componente tibial en la interfaz del hueso y el cemento. Para contrarrestar este problema, se han creado fijaciones biológicas no cementadas que dependen del rápido crecimiento del hueso en las superficies de una prótesis de cubierta porosa. Se ha sugerido que la fijación biológica tal vez sea la elección más apropiada para pacientes jóvenes y activos en los que es más probable que se dé un aflojamiento a largo plazo. Hasta la fecha, no se ha determinado la eficacia a largo plazo de la fijación cementada frente a la fijación sin cemento.

c. *Revisión de los procedimientos*[30,46,82,110, 112]

(1) Se practica una incisión longitudinal a lo largo de la cara anteromedial de la rodilla.

(2) Se practica una sinovectomía y, si fuera necesario, una meniscectomía. Otros procedimientos para los tejidos blandos pueden ser la liberación del retináculo o el realineamiento del mecanismo extensor.

(3) Las superficies articulares tibiales y femorales se preparan y los componentes se implantan y mantienen en su sitio con fijación biológica o con cemento. La cara posterior de la rótula también puede prepararse y llevarse a cabo el *resurfacing*.

3. Tratamiento postoperatorio*

a. *Inmovilización*

La rodilla se inmoviliza con un vendaje compresivo voluminoso durante un día o dos después de la operación. Después de quitar el vendaje abultado, se suele llevar una férula posterior de la rodilla para el ejercicio diario. La artroplastia sin cemento tal vez requiera un período de inmovilización más largo que el procedimiento con cemento para permitir la osteointegración con hueso de la prótesis. Puede estar indicada una férula posterior de rodilla para su uso de noche hasta 12 semanas después de la operación.

b. *Ejercicio*

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA

(1) Para recuperar el control neuromuscular de la musculatura de la cadera y la rodilla mientras la rodilla está inmovilizada, el paciente realiza los siguientes ejercicios numerosas veces al día:

(a) Ejercicios estáticos para el cuádriceps y los isquiotibiales, posiblemente junto con estimulación neuromuscular eléctrica.[16]

(b) Elevaciones de pierna extendida en decúbito supino, prono y en decúbito lateral.[47]

(2) Para favorecer la circulación y reducir el edema y el dolor postoperatorio, se inician:

(a) Ejercicios de bombeo con la musculatura de tobillo inmediatamente después de la operación.

(b) Masaje suave de distal a proximal en la extremidad inferior operada.[112]

(c) Movimiento pasivo continuado (MPC). El MPC se usa rutinariamente durante los primeros días después de la operación tras una operación de sustitución total de rodilla. Se ha sugerido que el MPC reduce el dolor postoperatorio, favorece la curación de la herida, reduce la incidencia de trombosis venosa profunda, y reduce la estancia en el hospital, si bien estos beneficios no cuentan con un respaldo consistente en la literatura de investigación.[4,25,32,34,48,57,65] Por tanto, el MPC se recomienda como un anexo, y no como una sustitución, de un programa supervisado de ejercicio postoperatorio.

(3) Movimiento temprano protegido.

Para prevenir contracturas postoperatorias, se inicia y avanza con la flexión y extensión activa y asistida de la rodilla según la tolerancia del paciente. El dolor de los tejidos blandos, la hinchazón y los espasmos musculares dificultan la flexión de la rodilla. La inhibición recíproca del cuádriceps, mediante la técnica de contracción del agonista con elongación del músculo (descrita en VI.A.3 del capítulo 5), es un método eficaz para relajar el cuádriceps y aumentar la flexión de la rodilla.

Precaución: No son apropiados estiramientos pasivos vigorosos para aumentar la flexión o extensión de la rodilla durante el período postoperatorio inicial cuando empiezan a curarse los tejidos blandos.

(4) Carga del peso corporal.

La carga depende del tipo de prótesis implantada y del tipo de fijación usada.

(a) Si se ha empleado una fijación biológica, la carga suele restringirse durante 6 semanas después de la operación y se avanza progresivamente durante la rehabilitación. La carga total y la deambulación sin ayuda tal vez no sean permisibles hasta 12 semanas después de la operación.

(b) En el caso de fijación con cemento, la carga según tolerancia es permisible inmediatamente después de la operación y pasa a carga total al cabo de 6 semanas. El paciente puede seguir usando muletas o un bastón durante las fases de protección moderada y mínima hasta recuperar la fuerza y estabilidad adecuadas de la extremidad inferior operada.

* Refs. 14, 16, 34, 35, 45, 61, 67, 105-107

FASE DE PROTECCIÓN MODERADA

(1) Ejercicios para aumentar la fuerza.

(a) A medida que avance la curación, pueden añadirse ejercicios de resistencia isotónica ligera y ejercicios isométricos de diversos grados de amplitud para el cuádriceps y los isquiotibiales. Lo más importante para la estabilidad de la rodilla durante las actividades en carga es tener fuerza adecuada en los músculos extensores de la rodilla.

(b) Deben incluirse ejercicios resistidos de elevación de la pierna extendida en distintas posiciones para aumentar la fuerza de la musculatura de la cadera con énfasis en los músculos extensores y abductores de la cadera.

(c) Según lo permita el aguante de la carga, pueden añadirse minisentadillas en cadena cinética cerrada y "tijeras" de corta amplitud para mejorar la estabilidad y el control funcional de la rodilla.

(2) Ejercicios para aumentar la movilidad.

(a) Se añaden autoestiramientos suaves (estiramientos prolongados de baja intensidad) o ejercicios de contracción-relajación para seguir aumentando la movilidad de la rodilla si persiste un movimiento limitado.

NOTA: El empleo de técnicas de movilización articular para aumentar la amplitud del movimiento será o no apropiado dependiendo del diseño de los componentes protésicos de la artroplastia total de rodilla. Es recomendable debatir el uso de la movilización articular con el cirujano antes de iniciar estas técnicas.

(b) Cuando se utilice una bicicleta estática, el paciente puede usar el sillín lo más alto posible. Para aumentar la flexión de la rodilla, el sillín puede bajarse gradualmente.

(c) Si el paciente no ha conseguido 75 a 90 grados de flexión de la rodilla en el momento de recibir el alta del hospital, algunos cirujanos manipulan la rodilla mientras el paciente está bajo los efectos de la anestesia general.

FASES DE PROTECCIÓN MÍNIMA Y VUELTA A LA ACTIVIDAD

(1) Hacia la semana 12 después de la operación, se hace hincapié en la rehabilitación de los músculos para que el paciente tenga fuerza y resistencia para recuperar el nivel total en las actividades funcionales.

(2) Se aumenta gradualmente la intensidad de las actividades de deambulación, subir escaleras, etc.

(3) La bicicleta estática y los ejercicios acuáticos son excelentes actividades de preparación física sin impacto.

4. Resultados esperados[46,61,90,92,106,107]

a. Casi todos los pacientes que son sometidos a una artroplastia total de rodilla refieren un alivio significativo del dolor con los movimientos de rodilla en carga.

b. Aunque se anime a los pacientes a conseguir una amplitud funcional total de la rodilla (extensión activa completa y al menos 95 a 100 grados de flexión) en el momento del alta después de una operación, la mejora de la movilidad puede proseguir durante 12 a 24 meses después de la operación. El seguimiento postoperatorio a largo plazo de los pacientes después de una sustitución de rodilla sugiere que sólo se producen cambios mínimos en la movilidad. Los pacientes con restricción postoperatoria de la movilidad suelen seguir teniendo restricciones en la flexión o extensión de la rodilla postoperatoriamente, a pesar de un programa agresivo de ejercicio.

c. Pueden pasar al menos 3 meses después de la operación para que un paciente recupere la fuerza del cuádriceps y los isquiotibiales hasta el nivel preoperatorio. La debilidad del cuádriceps tiende a persistir más tiempo después de la artroplastia de la rodilla que la debilidad de los flexores de la rodilla. A medida que el nivel de actividad funcional del paciente siga aumentando, puede conseguir aumentos de la fuerza y resistencia durante más de 1 año después de la operación.[92,107]

IV. Disfunción femororrotuliana: tratamiento conservador

A. Diagnósticos relacionados[89]

1. La **condromalacia rotuliana** comprende el reblandecimiento y aparición de fisuras en la superficie cartilaginosa de la rótula y se diagnostica con artroscopia o artrografía.[33,63] Es posible que predisponga a la articulación a sufrir artritis degenerativa o degeneración basal de las zonas media y profunda del cartílago.[33] Las causas de la degeneración son un traumatismo, una operación, una tensión prolongada o repetida, o la falta de tensión normal, como durante los períodos de inmovilización.[76] La prueba femoral de crujido de rótula es positiva,[42] la palpación manifiesta sensibilidad dolorosa a lo largo de la cara medial de la superficie articular de la rótula.[33] Es frecuente en personas jóvenes, y las chicas tienen mayor tendencia a desarrollar síntomas que los chicos.[33] En el caso de personas mayores, se asocia con APD. A menudo se aprecia aumento del ángulo Q.

2. **Síndrome de los pliegues infrarrotulianos, sinovitis de los pliegues suprarrotulianos y sinovitis de los pliegues mediales**[6] son términos que describen afecciones relacionadas con irritación de los restos de tejido sinovial embriológico en torno a la rótula, lo cual puede producirse como resultado de un microtraumatismo o un macrotraumatismo. En los casos de irrita-

ción crónica, el tejido se convierte en una banda fibrótica inelástica. Si la afección es aguda, el tejido duele durante la palpación; si es crónica, la banda de los pliegues muestra sensibilidad dolorosa. La banda suele ser palpable medial a la rótula, aunque hay variaciones en su localización.[6,52]

3. **Dolor femororrotuliano, alineamiento defectuoso de la rótula, alineamiento defectuoso o disfunción del mecanismo extensor, síndrome por compresión lateral de la rótula, rodilla de corredor y tendinitis** son términos que describen una afección de comienzo insidioso y caracterizada por malestar y dolor fijo y continuo en la región rotuliana provocado al subir escaleras; al estar sentado o agachado mucho tiempo con las rodillas flexionadas, o con las actividades laborales, deportivas y recreativas.

4. **Subluxación o luxación de rótula**, término que describe un movimiento lateral excesivo de la rótula. En los casos de luxación, la rótula se desplaza lateralmente y se sale del surco troclear por un traumatismo directo en la rótula o por una contracción forzada del cuádriceps mientras el pie está apoyado en el suelo y el fémur gira externamente mientras se flexiona la rodilla. Si el surco troclear es somero o el cóndilo lateral del fémur es plano, o si las estructuras mediales son débiles o se estiran excesivamente, o los casos de rótula alta, habrá predisposición a sufrir luxación de rótula.

B. Etiología de los síntomas[23,63,85,89,103,111]

Aparte de un traumatismo directo o las variaciones anatómicas de la estructura ósea de la rótula o el surco troclear, el dolor en la parte anterior de la rodilla se relaciona con un desequilibrio del alineamiento de los tejidos blandos de la rótula en el surco troclear que influye en la trayectoria de la rótula. Tal y como se describe en la sección I.C, los problemas de trayectoria o alineamiento defectuoso pueden estar causados por factores que aumentan el ángulo Q, tirantez del músculo o la fascia a lo largo de la cara lateral de la rótula, o insuficiencia del músculo VM.

C. Deficiencias/problemas corrientes [23,63,85,89,103,111]

1. Debilidad, inhibición o escaso reclutamiento o falta de sincronización en la activación del músculo VM.

2. Sobreestiramiento del retináculo medial.

3. Tirantez del retináculo lateral, la cintilla IT, o las estructuras fasciales en torno a la rótula.

4. Reducción del deslizamiento o inclinación mediales de la rótula.

5. Pronación del pie.

6. Dolor durante la palpación.

7. Tirantez del gastrocnemio, los isquiotibiales y el recto femoral.

8. Irritación del tendón rotuliano o las bolsas de grasa subrotulianas.

D. Limitaciones funcionales/discapacidades corrientes

1. Dolor o escaso control de la rodilla cuando se bajan o suben escaleras.

2. Dolor al saltar o correr, lo cual interfiere con actividades deportivas y recreativas.

3. Dolor al estar mucho tiempo sentado o agachado con la rodilla flexionada.

E. Tratamiento conservador en los cuadros agudos femororrotulianos

Cuando los síntomas sean agudos, se tratarán como en cualquier articulación con reposo, movilización suave y ejercicios estáticos en posiciones indoloras. El dolor y el derrame articular inhiben el cuádriceps, por lo que es imperativo reducir las fuerzas que causan irritación. La inmovilización parcial de la rótula con una rodillera o vendaje de esparadrapo puede descargar la articulación y aliviar la tensión irritante.[63]

F. Tratamiento conservador en los cuadros subagudos femororrotulianos

1. Aumento de la flexibilidad de la fascia lateral e inserción de la cintilla IT[64]

a. *Se moviliza la rótula* con un deslizamiento medial (fig. 12.1; ver también fig. 6.55). El paciente se coloca en decúbito lateral. Se estabilizan los cóndilos femorales con una mano debajo del fémur y se desliza medialmente la rótula con la base de la mano. Suele haber mayor movilidad con la rodilla cercana a la extensión. Para avanzar con el estiramiento, la rodilla debe adoptar un mayor grado de flexión.

b. F*ricciones* en torno a la cara lateral de la rótula.

c. I*nclinación medial* de la rótula (fig. 12.2). La eminencia tenar situada en la base de la mano se coloca sobre la cara medial de la rótula. Una fuerza posterior directa inclina la rótula medialmente. Al tiempo que se mantiene la rótula en esta posición, se aplican fricciones con la

otra mano a lo largo del borde lateral. Puede enseñarse al paciente a practicar este autoestiramiento.

d. Puede emplearse un *vendaje* para alinear la rótula y aplicar un estiramiento prolongado al tiempo que se mantiene el alineamiento de la rótula para un entrenamiento sin excesiva tensión.[63,64]

e. A*utoestiramiento de la inserción de la cintilla* IT (fig. 12.3). El paciente yace en decúbito lateral con un cinturón o sábana enrollados en torno al tobillo y el otro extremo por encima del hombro y sostenido con la mano. La cadera adopta una postura en extensión, aducción y ligera rotación lateral, son la rodilla flexionada. Primero se flexiona la rodilla y se mueve la cadera en abducción, luego se extiende la cadera (lo cual asegura que la cintilla IT se sitúe sobre el trocánter mayor). A continuación, se mueve el fémur en aducción con ligera rotación lateral hasta que se sienta la tensión en la cintilla IT a lo largo de la cara lateral de la rodilla. El paciente se estabiliza en esta posición sujetándose con la cinta. Si se tolera, se coloca un peso de 1 a 2,5 kg distal sobre la porción lateral del muslo para aumentar el estiramiento y se mantiene la posición 20 a 30 minutos.

2. Estiramiento de otras estructuras tirantes

Se identifica cualquier músculo acortado y se estira selectivamente. Las técnicas para el estiramiento de los músculos isquiotibiales y recto femoral se describen en la sección VIII; para estirar los isquiotibiales, el tensor de la fascia lata y el recto femoral en la cadera, véase el capítulo 11; para estirar el gastrocnemio y el sóleo, véase el capítulo 13.

3. Reeducación y fortalecimiento del músculo VM en actividades sin carga

NOTA: Los ejercicios se describen con mayor detalle en la sección de ejercicios de este capítulo (sección VIII).

a. Se emplean estímulos táctiles sobre el vientre del músculo, estimulación eléctrica, o biorretroalimentación para reforzar la contracción del músculo VM.

b. E*jercicios estáticos para el cuádriceps en posiciones indoloras*. El paciente contrae el cuádriceps con la rodilla en distintas posiciones mientras centra el desarrollo de la tensión en el músculo VM. Las opiniones difieren sobre cuáles son los mejores ángulos de la rodilla para el ejercicio. Como los grados articulares de irritación varían según el paciente, se debe identificar las posiciones que no producen dolor y adaptar la carga.[89,111]

c. S*eries de cuádriceps con elevación de la pierna extendida* (EPE). Como muchas fibras del músculo VM se originan en el músculo aductor, algunos programas de ejercicio populares sugieren que, mediante la rotación lateral del fémur mientras se practican ejercicios de EPE, los aductores se contraerán y proporcionarán una base firme para el músculo VM,[2,23,63] si bien los estudios EMG no respaldan esta afirmación.[50]

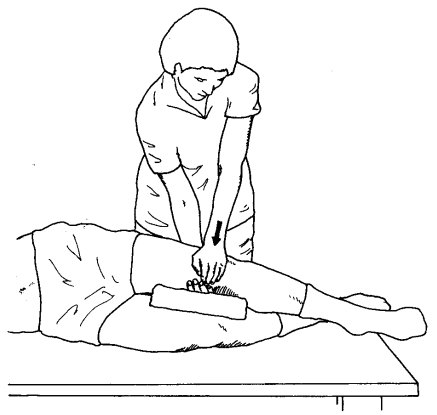


Figura 12.1. Deslizamiento medial de la rótula.

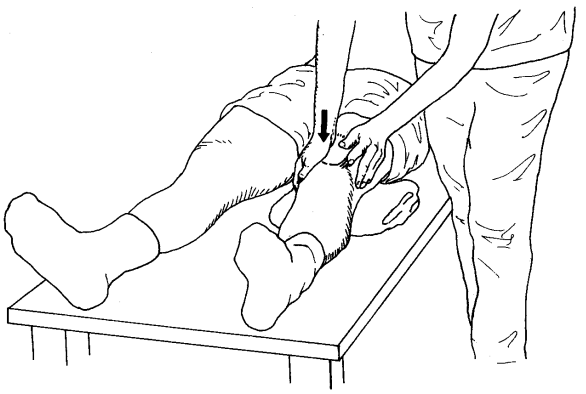


Figura 12.2. Inclinación medial de la rótula con fricciones a lo largo del borde lateral.

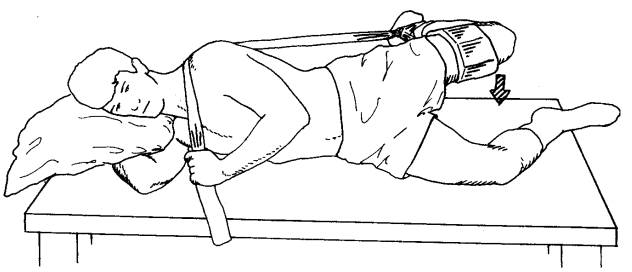


Figura 12.3. Autoestiramiento de la inserción de la cintilla IT.

d. E*jercicios de extensión en los últimos grados* (*recorrido externo*, 0° *a* -20°) (ver fig. 12.8). Se empieza con la rodilla flexionada unos 20 grados. Si se tolera y el movimiento no es doloroso, se añade una ligera resistencia en el tobillo. El fortalecimiento en los últimos grados de extensión prepara el músculo para funcionar donde es menos eficaz por la posición de acortamiento y cuando la compresión de la rótula es mínima porque su posición es superior al surco femoral.

4. Reeducación y fortalecimiento del control funcional del músculo VM en carga

NOTA: En la sección VIII aparecen descripciones detalladas de los ejercicios. El paciente debe realizar repeticiones del ejercicio adecuado hasta que empiecen a manifestarse los síntomas o la pérdida de control con el fin de aumentar la resistencia muscular, pero sin superar ese punto.

a. Si aguantar el peso de cuerpo es doloroso, se inician series de cuádriceps en cadena cinética cerrada *en carga parcial*. Se empieza con el paciente sentado con la rodilla casi en extensión y el talón en el suelo, y se le pide que haga presión con el muslo contra el asiento, y con el talón contra el suelo para provocar la contracción de los isquiotibiales al tiempo que se realizan series de cuádriceps, concentrándose en las contracciones del músculo VM.

b. Cuando se tolere el peso del cuerpo, se inicia la extensión unilateral y total de la rodilla contra una resistencia elástica (ver fig. 12.10). Se empieza con el paciente apoyando la mayor parte del peso del cuerpo sobre la extremidad inferior sana. Gradualmente, aumenta el apoyo del peso del cuerpo sobre la pierna afectada.

c. Se avanza en el grado de dificultad con el paciente de pie y en una posición de zancada hacia delante, y se pide al paciente que bascule hacia delante sobre la extremidad controlando el grado de flexión de la rodilla y el peso mientras se concentra en la contracción del músculo VM. Durante la preparación, no se usará una resistencia fuerte o el paciente tal vez se centre más en la dureza del esfuerzo que en el control.

d. Se añaden actividades como ejercicios de escalera con escalón bajo, "tijeras" parciales, minisentadillas y ejercicio en bicicleta estática con poca resistencia (ver fig. 12.11) dentro únicamente de los límites indoloros de la amplitud del movimiento.

5. Modificación de las tensiones biomecánicas

a. Si el paciente presenta pronación del pie, una ortesis o plantilla puede aliviar las tensiones que sufre la rodilla.[27]

b. Se evalúa cualquier fallo en la mecánica de la extremidad inferior y se modifica si es posible.

6. Formar al paciente

a. Hasta que la rodilla sea asintomática, el paciente debe evitar posiciones y actividades que evoquen los síntomas. Se evitará subir y bajar escaleras hasta que se fortalezcan los músculos a un nivel en que puedan actuar sin síntomas. El paciente no debe sentarse con las rodillas excesivamente flexionadas durante períodos prolongados.

b. Se recurre a un programa de ejercicio en casa para reforzar el entrenamiento.

G. Tratamiento conservador en los procesos femororrotulianos crónicos

1. Aumentar la resistencia dentro de arcos de movimiento indoloro empleando pesas ligeras y más repeticiones. Si el movimiento es doloroso durante la amplitud media, se ejercerá la resistencia en los extremos del arco doloroso.

2. Aumentar el control funcional incrementando la altura del escalón, las sentadillas parciales, las flexiones cortas unilaterales de rodilla, caminar con una resistencia, aplicación de resistencia elástica estando de pie, actividades sobre una tabla de equilibrio y press de piernas, tal y como se describen en el capítulo 11 y en las secciones V y VIII de este capítulo.

3. Se progresa pasando a ejercicios específicos de la actividad.

V. Cirugía femororrotuliana y del aparato extensor. Tratamiento postoperatorio

Cuando fracase el tratamiento conservador de una disfunción femororrotuliana, lo indicado será operar. La intervención quirúrgica puede emplearse para alterar el alineamiento de la articulación femororrotuliana, corregir desequilibrios de los tejidos blandos, reducir un ángulo Q anormal, mejorar la trayectoria de la rótula y desbridar la superficie articular de la rótula. Todos estos factores pueden contribuir a dolores femororrotulianos crónicos y crepitación y luxación o subluxación recidivantes de la rótula. Antes de elegir un tipo de operación, hay que determinar la etiología de los síntomas e identificar los factores concurrentes mediante una exploración física exhaustiva y una evaluación radiográfica y artroscópica. Son posibles opciones quirúrgicas *liberación del retináculo lateral de la rótula*, *condroplastia o artroplastia por abrasión de la rótula*, *realineamiento proximal o distal del aparato extensor*, y *patelectomía*. Tal vez lo indicado sea una combinación de procedimientos.

Los objetivos de la rehabilitación postoperatoria son[5,40]: (1) reducir o controlar el dolor y el edema postoperatorios; (2) prevenir o reducir los efectos contraproducentes de la inmovilización; (3) restablecer la movilidad de la rodilla después de la operación, con rapidez y seguridad; (4) aumentar al máximo la función del aparato extensor de la rodilla, sobre todo del músculo VM, para restablecer la extensión activa y completa de la rodilla, y prevenir un retardo postoperatorio del cuádriceps, y (5) enseñar al paciente y alterar en lo posible su estilo de vida para prevenir recidivas de dolor y disfunción femororrotulianos.

A. Liberación del retináculo lateral de la rótula

1. Indicaciones para la cirugía[5,41,46,80]

a. Subluxación (desplazamiento) lateral crónica y excesiva inclinación de la rótula.

b. Trayectoria anómala de la rótula como resultado del alineamiento defectuoso del aparato extensor.

c. Tirantez en las estructuras laterales y laxitud, estiramiento excesivo y debilidad de las estructuras mediales de la rodilla.

d. Ausencia de alivio de los síntomas después de 3 a 6 meses de tratamiento conservador con modalidades como ejercicio, rodillera, vendaje funcional de esparadrapo, antiinflamatorios o modificación de las AVD.

2. Procedimientos[46,69,83]

a. Liberación artroscópica o convencional.

b. Si se emplea un procedimiento convencional, se practica una incisión vertical a lo largo de la cara lateral de la rótula. De este modo el cirujano visualiza el retináculo lateral de la rótula y las fibras inferiores del músculo vasto lateral.

(1) Se practica una incisión longitudinal en las fibras profundas y superficiales del retináculo y, posiblemente, en las fibras distales del músculo vasto lateral. De este modo la rótula se mueve más medialmente y la trayectoria de la rótula es más normal.

(2) Puede también procederse a una plicación medial para aumentar la tensión o reforzar las estructuras mediales de la rodilla.

c. Si se emplea un acceso artroscópico, se practican los mismos procedimientos a través de múltiples puertas de entrada en torno a la rótula.

d. Este procedimiento puede realizarse por separado o junto con el realineamiento del aparato extensor o una condroplastia artroscópica (desbridamiento y alisamiento) para los casos de condromalacia rotuliana.

3. Tratamiento postoperatorio[5,40,46,80]

a. I*nmovilización*

Se inmoviliza la rodilla completamente extendida con un vendaje compresivo y una ortesis que estabilice la rótula o una férula posterior durante 0 a 3 días. El Cryocuff, que combina frío y compresión, puede aplicarse con el fin de reducir al mínimo el edema y el dolor postoperatorios, y prevenir una hemartrosis.

b. E*jercicio*

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA

(1) Para reducir el dolor y el edema y minimizar la atrofia muscular, se inician ejercicios estáticos submáximos e indoloros para el cuádriceps y los isquiotibiales y ejercicios activos de EPE para la musculatura de la cadera y la rodilla en decúbito supino, decúbito lateral y decúbito prono.[47] Estos ejercicios se realizan mientras se lleva un inmovilizador en la rodilla. Para facilitar aún más el reclutamiento del cuádriceps, sobre todo del músculo VM, se emplea estimulación eléctrica o biofeedback junto con ejercicios estáticos para el cuádriceps.

(2) Para prevenir casos de trombosis venosa profunda y favorecer la circulación de la extremidad inferior operada, se realizan ejercicios de bombeo con la musculatura del tobillo inmediatamente después de la operación.

(3) Para mantener la movilidad pasiva de la rótula, se realizan deslizamientos craneales, caudales y mediales de la rótula (ver figs. 6.54, 6.55 y 12.1).

(4) Para restablecer la movilidad completa de la rodilla, sobre todo la flexión, que puede haber quedado limitada después de la operación, se quita el inmovilizador de la rodilla y se inicia la flexión suave, activa o activa-asistida de ésta empleando deslizamientos del talón en decúbito supino y en posición sedente, o se inician técnicas de inhibición activa para elongar el cuádriceps.

(5) La carga parcial sobre la extremidad inferior operada y la deambulación con muletas mientras se lleva el inmovilizador de la rodilla se permiten un día o dos después de la operación. La carga total sobre la extremidad se permite según el dolor y tolerancia del paciente.

Precaución: Si también se practicó una operación articular artroscópica de la articulación femororrotuliana, el paciente tal vez no deba cargar el peso del cuerpo con la extremidad operada durante 4 a 6 semanas después de la operación (ver V.B en este capítulo).

(6) **NOTA:** Si se practicó una liberación lateral artroscópica, el traumatismo y deterioro de los tejidos blandos serán mínimos. Aproximadamente, se necesitan 7 a 10 días para la curación de la incisión. Los ejercicios y la carga pueden progresar con rapidez, de forma parecida

al tratamiento conservador de las disfunciones femororrotulianas.[5,40,69]

FASE DE PROTECCIÓN MODERADA

De 2 a 4 semanas después de la operación se puede avanzar con el programa de rehabilitación.

(1) Para restablecer la función y extensión completas, se avanza con el movimiento activo de la rodilla. Si el movimiento de la rodilla sigue restringido, se inician suaves movilizaciones articulares y el estiramiento de los tejidos blandos cuando sea lo indicado.

(2) Para recuperar la forma física, se fortalece y mejora la resistencia de la musculatura de la rodilla, sobre todo el músculo VM, y se añaden los siguientes ejercicios al final de la primera semana o durante la segunda semana después de la operación:

(a) Ejercicios isométricos en diversos grados de amplitud con resistencia.

(b) Bicicleta estática con una resistencia ligera.

(c) Flexiones resistidas de los isquiotibiales y extensión resistida submáxima de la rodilla, en los últimos grados y en cadena cinética abierta frente a una resistencia manual o mecánica ligera.

(3) Para restablecer la estabilidad y el control funcional de la rodilla, se inician ejercicios en cadena cinética cerrada en carga parcial y más tarde en carga total con la pierna operada. Se incluyen sentadillas parciales, "tijeras" parciales, y ejercicios de escalones. El paciente tiene que girar un poco externamente las piernas para situar el músculo VM en la línea óptima de tracción durante la contracción.

(4) ***Precaución***: Se evitan ejercicios en cadena cinética abierta y cerrada en los grados de la amplitud que causan dolor femororrotuliano, crepitación o derrame articular. Se evitan los ejercicios con cargas pesadas o en posiciones que aumenten las fuerzas compresoras sobre la articulación femororrotuliana.

(5) Tres semanas después de la operación se puede apoyar el peso del cuerpo sin un inmovilizador durante la deambulación y son permisibles las actividades funcionales.

(6) Para facilitar el equilibrio, se hace hincapié en el aferente propioceptivo mediante actividades en carga progresiva. Se inician actividades de pie bilaterales y estáticas y se avanza pasando a actividades de pie dinámicas, bilaterales y unilaterales, sobre una tabla de equilibrio (plano inestable).

(7) **NOTA**: Después de suspender el empleo de un inmovilizador para la rodilla, tal vez sea útil que el paciente porte una ortesis lateral para la trayectoria de la rótula que debe llevarse durante los ejercicios y las actividades funcionales.

FASES DE PROTECCIÓN MÍNIMA Y VUELTA A LA ACTIVIDAD COMPLETA

(1) Se avanza y pasa a ejercicios resistidos y en cadena cinética abierta con la extremidad inferior, aumentando las repeticiones y se añaden ejercicios isocinéticos de fortalecimiento con velocidades intermedias y rápidas.

(2) Se aumenta la velocidad e intensidad de los ejercicios resistidos y en cadena cinética cerrada con entrenamiento pliométrico progresivo.

(3) Se añaden ejercicios funcionales en cadena cinética cerrada sobre una tabla deslizante, NordicTrack, o una unidad de ejercicios sobre escalones.

(4) Se añade un entrenamiento de la agilidad y se reproducen actividades recreativas, laborales y funcionales, evitando siempre actividades que generen dolor y crepitación.

(5) Se suspende el uso de una ortesis para la trayectoria rotuliana si las actividades pueden realizarse sin la reaparición de los síntomas femororrotulianos.

(6) **NOTA**: Los pacientes pueden volver a las actividades completas 6 a 8 semanas después de una liberación del retináculo lateral de la rótula.

B. Condroplastia y artroplastia por abrasión

1. Indicaciones para la cirugía[5,46]

a. Dolor y crepitación en la articulación femororrotuliana a menudo asociados con restricción del movimiento de la rodilla y las actividades funcionales.

b. Deterioro de la superficie articular de la articulación femororrotuliana lo cual resulta en la formación de osteófitos, cuerpos libres y sinovitis.

2. Procedimientos[9,46,83]

a. Condroplastia o artroplastia por abrasión, dos procedimientos corrientes de desbridamiento, tal vez realizados con independencia o junto con otras operaciones femororrotulianas como la liberación del retináculo lateral, o realineamiento proximal o distal del aparato extensor.

b. Los procedimientos suelen practicarse mediante artroscopia y comprenden el alisamiento (raspado) y desbridamiento de las superficies articulares posteriores de la rótula.

c. Se practica la exéresis de los osteófitos, si los hubiera. Se extirpa el hueso necrosado y se expone el hueso vascular para estimular el crecimiento del fibrocartílago y facilitar la reparación del cartílago.

d. También puede practicarse una sinovectomía parcial si hay una sinovitis significativa.

3. Tratamiento postoperatorio[5,40,54]

a. I*nmovilización*

Es necesario un período corto de inmovilización con un vendaje compresivo. Se emplean bolsas de hielo o Cryocuff para reducir al mínimo el dolor y el edema después de la operación.

b. E*jercicio*

(1) La carga puede restringirse total o parcialmente durante 4 a 6 semanas después de la operación. La carga durante las primeras semanas después de la operación puede aumentar las fuerzas compresoras en la articulación femororrotuliana e inhibir la regeneración del cartílago. La carga total puede que no se permita durante 8 a 12 semanas.

(2) Los ejercicios de rehabilitación postoperatoria incluyen los que se practican con un programa de tratamiento conservador o después de la liberación artroscópica del retináculo lateral de la rótula. Se hace hincapié en el movimiento precoz en cadena cinética abierta y baja intensidad para restablecer y aumentar la nutrición de las superficies articulares. Los ejercicios en cadena cinética cerrada se restringen durante un período más largo que después de la liberación del retináculo lateral. Las actividades en cadena cinética cerrada en carga completa tal vez no sean permisibles durante 6 a 12 semanas después de la operación.

(3) Hay que evitar todos los ejercicios o actividades que generen fuerzas compresoras sobre la rótula y aumenten la crepitación articular, el dolor o el derrame articular.

c. NOTA: Los resultados a largo plazo de las operaciones articulares artroscópicas son, en el mejor de los casos, un poco mejores que el tratamiento conservador. Como las causas del deterioro articular no se corrigen con la cirugía articular, las superficies articulares siguen deteriorándose.

C. Realineamiento del aparato extensor

1. Indicaciones para la cirugía[9,41,46,80,83]

a. Luxación o subluxación recidivantes de la rótula que se producen con la contracción repentina del cuádriceps.

b. Aumento del ángulo Q de la rótula.

c. Desviación lateral de la rótula e insuficiencia del músculo VM.

d. Fuerzas compresoras y dolorosas en la articulación femororrotuliana.

2. Procedimientos[9,46,80,83]

a. Puede optarse por un procedimiento de realineamiento distal o proximal. Las variaciones incluyen los procedimientos de Elmslie-Trillat, Hauser o Maquet.

b. En el caso de los procedimientos de *realineamiento distal*, se practica una incisión en la inserción distal del tendón rotuliano con una porción de la tuberosidad anterior de la tibia, y se practica una osteotomía, se recoloca más distal y medialmente sobre la tibia, y se fija con un tornillo.

c. En el caso de un procedimiento de *realineamiento proximal*, lo que afecta a la cara proximal del tendón rotuliano, el músculo VM se transfiere distalmente para aumentar la relación entre longitud y tensión en reposo del músculo, y para aportar una restricción dinámica que reduzca la trayectoria lateral de la rótula. Este procedimiento también se conoce como un *avance del cuádriceps*.

d. En el caso de ambos procedimientos, se practica una incisión pararrotuliana larga con el fin de exponer los tejidos blandos y la tuberosidad de la tibia.

3. Tratamiento postoperatorio*

a. *Inmovilización*

Se inmoviliza la rodilla con una rodillera articulada o una férula posterior en extensión completa de 10 días a 2 o 3 semanas. Algunos cirujanos permiten quitar el inmovilizador para ejercitar la amplitud del movimiento pasiva, mientras que otros abogan por una inmovilización continuada durante un período después de la operación.

b. *Ejercicio*

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA

(1) Durante los primeros días después de la operación, se quita el inmovilizador de la rodilla para realizar ejercicios de MPC dentro de una amplitud limitada o protegida para reducir al mínimo los efectos contraproducentes de la inmovilización. La flexión de la rodilla está a menudo limitada a 40 a 60 grados cuando se inicia por primera vez. NOTA: El movimiento de la rodilla mejora con mayor lentitud tras una operación para el realineamiento proximal que después de una operación de realineamiento distal.

(2) La carga se restringe a apoyar el pie sin cargar mientras se lleve el inmovilizador durante la fase de protección máxima.

(3) Pueden iniciarse ejercicios parecidos a los indicados para después de la liberación del retináculo lateral de la

* Refs 2, 5, 12, 23, 40, 50, 56, 80, 96, 100, 101

rótula. Se hace hincapié en la repetición de ejercicios indoloros y en la activación del músculo VM, lo cual tal vez aumente con estimulación eléctrica y biorretroalimentación (*biofeedback*). Se hacen todos los esfuerzos para prevenir un **retardo de la activación del grupo extensor del cuádriceps.**

FASE DE PROTECCIÓN MODERADA

(1) Avanza con mayor lentitud el apoyo en carga, la movilidad, el reentrenamiento y el fortalecimiento del mecanismo del cuádriceps después de procedimientos en los huesos y en los tejidos blandos. Todo debe limitarse cuidadosamente durante 6 a 8 semanas después de la operación. Por otra parte, los ejercicios se parecen a los que se incorporan al plan de ejercicios después de la liberación del retináculo lateral de la rótula.

(2) Pasadas 6 semanas después de la operación, el paciente debe obtener 100 a 120 grados de flexión de la rodilla y extensión activa completa de la rodilla después del procedimiento de realineamiento distal. La flexión de la rodilla avanza con mayor lentitud después de un procedimiento del realineamiento proximal.

NOTA: Tal vez persista un retraso en la activación del cuádriceps de 5 a 10 grados por derrame articular, atrofia del cuádriceps o escasa ventaja mecánica del mecanismo del cuádriceps durante varios meses después de la operación.

FASE DE PROTECCIÓN MÍNIMA Y VUELTA A LA ACTIVIDAD

(1) Pasadas 6 a 8 semanas, el uso de la ortesis de rodilla y las muletas puede suspenderse. Los ejercicios para la fuerza, la resistencia, la estabilización, la movilidad y el equilibrio pueden aumentar su dificultad si el paciente no refiere dolor. Deben hacerse esfuerzos para modificar el estilo de vida del paciente y se evitarán las actividades que causen dolor y compresión femororrotulianos o comprometan la estabilidad de la rótula.

(2) Se vuelve a practicar actividades funcionales 20 a 24 semanas después del realineamiento distal y 24 semanas después de un procedimiento de realineamiento proximal.

VI. Esguinces y desgarros ligamentarios menores

A. Diagnósticos relacionados y mecanismos de la lesión

Las lesiones ligamentarias se producen con mucha frecuencia en personas entre 20 y 40 años de edad como resultado de lesiones deportivas (p. ej., esquí, fútbol y fútbol americano). El ligamento cruzado anterior (LCA) es el que se lesiona con mayor frecuencia. La lesión se produce cuando la rodilla se mueve en hiperextensión forzada. El ligamento colateral medial, así como el LCA, pueden lesionarse con una distensión en valgo y la rotación externa de la tibia cuando se planta el pie. El ligamento cruzado posterior (LCP) puede lesionarse con un golpe forzado sobre la porción anterior de la tibia mientras la rodilla está flexionada. A menudo resulta dañado más de un ligamento como resultado de una lesión única.[46]

B. Deficiencias/problemas corrientes

Después de un traumatismo, la articulación no suele hincharse durante varias horas. Una vez hinchada, se restringe el movimiento. La articulación adopta una posición de tensión mínima, por lo general en torno a 25 grados de flexión. Si se somete a prueba cuando la articulación no está hinchada, el paciente siente dolor cuando se somete a tensión el ligamento lesionado. Si se produce una rotura completa, se detecta inestabilidad cuando se somete a prueba el ligamento roto.

C. Limitaciones funcionales/discapacidades corrientes

1. Cuando sean agudas, no se puede cargar el peso del cuerpo ni deambular sin ayuda.

2. En el caso de roturas completas, la rodilla puede ceder cuando se someta a tensión.

D. Tratamiento conservador

Los esguinces agudos y las roturas parciales de ligamentos de la rodilla pueden tratarse de forma conservadora con reposo, protección articular y ejercicio. Después del estadio agudo de la curación, los ejercicios se encaminan a recuperar la movilidad y fuerza normales de los músculos que sostienen y estabilizan la articulación durante las actividades funcionales. El grado de inestabilidad con roturas de ligamentos afecta a la exigencia que el paciente puede imponer sobre la rodilla cuando vuelva a reanudar la actividad completa.

1. Si fuera posible, se evalúa y trata el problema con frío, compresión y ejercicios estáticos para el cuádriceps antes de que aparezca el derrame.

2. Cuando la articulación esté edematosa, se tratará como una lesión articular aguda según se describió en la sección II. La rodilla tal vez no se extienda por completo

en los ejercicios estáticos, por lo que se iniciarán los ejercicios en la amplitud más cómoda para el paciente.

3. A medida que remita el edema, se iniciará la amplitud activa del movimiento y ejercicios de fortalecimiento para los músculos flexores y extensores de la rodilla en posiciones de cadena cinética abierta y cerrada.

Precaución: Los ejercicios de extensión de los últimos grados de la rodilla en cadena cinética abierta (de 60 a 0 grados) con resistencia aplicada sobre el extremo distal de la pierna y las sentadillas en cadena cinética cerrada entre 60 y 90 grados causan aumento de la traslación anterior de la tibia y someten a tensión continuada el LCA. Los ejercicios que incluyan estas actividades dentro de las amplitudes designadas cuando haya lesión del LCA no deben intentarse.[36,108,109] Se enseñará al paciente actividades de fortalecimiento en cadena cinética cerrada de 60 a 0 grados y de fortalecimiento en cadena cinética abierta de 90 a 60 grados.[108]

Los ejercicios de flexión aislada de la rodilla en cadena cinética abierta aumentan la traslación posterior de la tibia y no deben practicarse en el caso de lesión del LCP.

4. Si han quedado afectados los ligamentos colateral o transverso, el masaje transverso de las fibras de la estructura ayuda a alinear las fibras en curación y mantener su movilidad.

5. Tal vez se necesite una rodillera durante las actividades en carga para reducir la tensión sobre el ligamento en curación o para aportar estabilidad cuando la integridad del ligamento se haya visto comprometida. El paciente debe aprender a reducir las actividades vigorosas hasta conseguir la estabilidad apropiada.

6. Se avanza pasando a un entrenamiento funcional con ejercicios resistidos en cadena cinética cerrada, ejercicios de escalones, pruebas de agilidad y ejercicios pliométricos.

E. Reconstrucción de lesiones ligamentarias y tratamiento postoperatorio

Los ligamentos que rodean la articulación anatómicamente inestable de la rodilla son muy vulnerables a las lesiones agudas o crónicas. Las roturas agudas o las insuficiencias crónicas de los ligamentos cruzados, colaterales, capsulares u oblicuos pueden comprometer significativamente la capacidad funcional de una persona en el trabajo o durante actividades recreativas.[12,41,46,53,84] Los desgarros o roturas graves de ligamentos pueden causar inestabilidad articular macroscópica, erosión articular, dolor y limitación del movimiento. Como se dijo con anterioridad, el ligamento de la rodilla que se lesiona con mayor frecuencia es el LCA.

La intervención quirúrgica está indicada cuando la inestabilidad articular cause discapacidad y limitaciones funcionales o pueda terminar finalmente en deterioro de las superficies articulares.[40,46,79] Las lesiones agudas de ligamentos como resultado de un traumatismo macroscópico en la articulación de la rodilla se reparan después de la fase aguda y establecido un diagnóstico preciso. Las deficiencias crónicas se tratan quirúrgicamente si fracasa la intervención conservadora.

La cirugía de ligamentos, que emplea un acceso convencional o con asistencia artroscópica, comprende una *reparación directa* del ligamento roto, una *reconstrucción intraarticular o extraarticular* de las estructuras articulares, o una combinación de procedimientos para restablecer la estabilidad de la rodilla.[1,46,53,75] En la mayoría de los casos, la reparación directa mediante sutura del ligamento roto permite el resultado menos aceptable. Las reparaciones directas a menudo no tienen éxito porque los ligamentos cuentan con muy poco riego vascular, por lo que se necesitan largos períodos de inmovilización y carga restringida para que el ligamento no se rompa mientras se cura.

Los procedimientos de reconstrucción extraarticular, que comprenden la transposición de los estabilizadores musculotendinosos dinámicos o restricciones inertes en torno a la rodilla, como son el músculo semitendinoso, el ligamento capsular o la cintilla iliotibial, están pensados para aportar estabilidad externa a la articulación de la rodilla.[40,46] Se los empleó habitualmente en el pasado, pero no tanto en la actualidad porque no restablecen la artrocinética normal de la rodilla. Pasado el tiempo, las estructuras transferidas con frecuencia se estiran, lo cual provoca la recidiva de la inestabilidad articular. Hoy en día los procedimientos extraarticulares se emplean sobre todo como una reconstrucción adjunta o intraarticular en casos difíciles o en adolescentes que no han alcanzado la madurez ósea y siguen teniendo epífisis abiertas.

La intervención quirúrgica de mayor éxito para lesiones ligamentarias es la reconstrucción intraarticular, que se ha usado con mayor frecuencia para las lesiones del ligamento cruzado anterior o posterior. El procedimiento comprende el empleo de un autoinjerto (el propio tejido del paciente), un aloinjerto (tejido de un donante) o un injerto sintético como el de Gore-Tex. Se ha demostrado que el tendón rotuliano muestra fuerza tensil igual a la del LCA y es el injerto elegido con mayor frecuencia para la reconstrucción intraarticular. Otros sustitutos que no son tan fuertes como el tendón rotuliano son una porción de la cintilla iliotibial o los tendones del semitendinoso o el recto interno. Se emplea un aloinjerto o un injerto sintético cuando haya fracasado un autoinjerto en una reconstrucción previa. Los avances recientes en la colocación y fijación de injertos, y la mejora y refinamiento de las técnicas artroscópicas han reducido la ne-

cesidad de largos períodos de inmovilización de la rodilla operada y la protección del peso en carga durante la deambulación a medida que cura el injerto.

Los objetivos de la cirugía y la rehabilitación postoperatoria son (1) restablecimiento de la estabilidad y el movimiento articulares, (2) bipedestación con carga total estable e indolora, (3) fuerza y resistencia apropiadas después de la operación y (4) capacidad para volver a las actividades funcionales previas a la lesión.

El éxito postoperatorio comienza con un programa preoperatorio que consiste en control del edema, ejercicio para reducir al mínimo la atrofia y mantener la movilidad articular en lo posible, protección de la deambulación y educación de los pacientes. Los ejercicios son parecidos a los empleados en el tratamiento conservador de las lesiones ligamentarias ya expuesto en la sección VI.D de este capítulo. Los ejercicios preoperatorios no deben seguir irritando los tejidos lesionados o causar edema o dolor adicionales.[22,40,46,59,87]

El *ritmo* y *progresión* de los programas de rehabilitación postoperatoria varían; no se ha demostrado que ningún programa sea más eficaz o eficiente. Se hace hincapié en prevenir las complicaciones postoperatorias mientras se protege siempre el injerto en curación. El movimiento y la carga controlados desde el principio han demostrado reducir la incidencia de las complicaciones postoperatorias como contracturas, dolor femororrotuliano y atrofia muscular, y se permite a los pacientes volver a la actividad con mayor rapidez sin comprometer la integridad del ligamento reconstruido.[88]

Se ha producido un alejamiento de los protocolos basados en términos temporales estrictos para primar los programas que avanzan según la consecución de criterios específicos y objetivos mensurables o la ejecución de pruebas funcionales.[22,26,60] Por ejemplo, el programa de ejercicio avanzará a un nivel superior sólo después de conseguir la extensión activa y completa de la rodilla o que una prueba con artrómetro manifiesta un nivel concreto de estabilidad articular. Es responsabilidad del terapeuta estar familiarizado con las pruebas y tener profundos conocimientos sobre el procedimiento quirúrgico y el impacto del ejercicio sobre las estructuras en curación. La comunicación abierta con el cirujano permite al terapeuta hablar sobre las precauciones y preocupaciones específicas de los pacientes y procedimientos específicos.

F. Reconstrucción intraarticular del ligamento cruzado anterior (LCA)

1. Indicaciones para la cirugía[41,46,53]

a. Rotura aguda grave o insuficiencia crónica del LCA, lo cual provoca una traslación anterior anormal de la tibia sobre el fémur e inestabilidad o combadura de la rodilla. La maniobra de desviación del pivote (*pivot-shift*) también es anormal. El déficit del LCA suele asociarse con una lesión de otras estructuras de la rodilla, como el ligamento colateral medial (LCM), lo cual provoca inestabilidad rotatoria de la articulación.

b. Rotura parcial que limita las actividades funcionales en personas activas.

c. Fracaso del tratamiento conservador de una rotura del LCA.

2. Procedimientos[1,8,46,53,79]

a. *Antecedentes*

Existen muy variados procedimientos quirúrgicos para rodillas con un LCA insuficiente, específicamente la reconstrucción intraarticular o extraarticular o la reparación directa del ligamento roto. El tipo de procedimiento elegido depende de la gravedad y localización de la rotura así como de la edad del paciente y el nivel de actividad que desee recuperar.

Como se dijo con anterioridad, el procedimiento más usado y de mayor éxito hoy en día es una reconstrucción intraarticular con autoinjerto del tendón rotuliano que reemplaza el LCA roto.

b. La reconstrucción intraarticular comprende una artrotomía o se practica como un procedimiento asistido artroscópicamente.[113] Si se emplea una artrotomía, se practica una incisión medial o lateral. Este método permite visualizar la articulación de la rodilla y los tejidos lesionados, aunque comprende una incisión capsular y la luxación o subluxación de la rótula, lo que compromete el mecanismo extensor y aumenta el dolor del cuádriceps después de la operación. La reconstrucción artroscópica del LCA requiere tres pequeñas incisiones para puertas de entrada así como una incisión en un punto del donante si se emplea un autoinjerto. El procedimiento endoscópico es menos destructivo de las estructuras de la rodilla y permite una rehabilitación más vigorosa que un procedimiento convencional.

c. En el caso de la reconstrucción intraarticular del LCA con un injerto del tendón rotuliano, se practica la exéresis del LCA roto y se abren agujeros en la tibia y el fémur. El "nicho" intracondíleo puede ensancharse si es anormalmente estrecho. El tercio central del tendón rotuliano con tacos óseos a ambos lados se reconduce y coloca en los agujeros taladrados en la tibia y el fémur.

d. El injerto se dispone en la misma posición que el LCA roto. Se busca una *ubicación isométrica* del injerto que permita que la tensión continuada que soporta el injerto sea relativamente igual mientras la articulación de la ro-

dilla recorre toda su amplitud articular. Esto permite iniciar la movilidad poco después de la operación.

e. Se drena la rodilla (si se empleó un procedimiento artroscópico) y se cierra el lugar de la incisión. Se coloca de inmediato en la rodilla un vendaje compresivo pequeño y una ortesis de control del movimiento.

3. Tratamiento postoperatorio*

NOTA: Hace una o dos décadas, la rehabilitación después de una reconstrucción del LCA comprendía largos períodos de inmovilización completa con la rodilla flexionada, así como un período largo (a menudo 6 a 8 semanas) de carga restringida. La vuelta a la actividad completa a menudo costaba todo un año.[8,21,60] En los últimos años, con los avances de las técnicas quirúrgicas y un mayor conocimiento de la curación del tejido, es posible iniciar un temprano movimiento postoperatorio y unas tempranas actividades en carga.[22,26,87,88,102,108]

a. I*nmovilización*[22,26,60,87,88]

(1) Posición de la inmovilización.

(a) Después de la reconstrucción intraarticular del LCA, se protege la rodilla con una ortesis de movimientos controlados que se bloquea en extensión o ligera flexión. Aunque la tensión máxima sobre el injerto se produzca entre 20 grados de flexión y la extensión completa de la rodilla, la ubicación isométrica del injerto permite al paciente extender con seguridad la rodilla sin romper el autoinjerto.

(b) Si se ha combinado un procedimiento intraarticular para el LCA con un procedimiento extraarticular, una reconstrucción del ligamento colateral, o una reparación del menisco medial, la rodilla debe inmovilizarse en aproximadamente 20 a 30 grados de flexión de la rodilla.

(2) Duración de la inmovilización.

(a) La inmovilización completa con una ortesis articulada pero bloqueada no suele ser necesaria después de la reconstrucción con un autoinjerto rotuliano. El movimiento pasivo continuado (MPC) suele iniciarse dentro de una amplitud articular segura inmediatamente después de la operación.[24,26,62,75]

(b) La rodilla se mantiene inmovilizada cuando el paciente deambula o duerme. Se quita el inmovilizador o se desbloquea para practicar MPC o ejercicios supervisados. Esto tal vez sea necesario durante 4 a 6 semanas después de la operación.

(c) El MPC no se inicia durante varias semanas después de una reconstrucción extraarticular del LCA o la reparación del LCM.

b. E*jercicio***

NOTA: El ritmo y progresión del ejercicio después de la reconstrucción del LCA dependerán del tipo de procedimiento quirúrgico y del tipo de injerto. El ejercicio y la carga pueden progresar con mayor rapidez después de una reconstrucción artroscópica con autoinjerto del tendón rotuliano.[88,108] Los procedimientos convencionales o autoinjertos menos fuertes, como una porción del tendón semitendinoso o la cintilla iliotibial o materiales protésicos, requieren una progresión más cauta en los ejercicios y la carga. Existe un equilibrio delicado durante el período postoperatorio inicial entre una protección adecuada de los tejidos en curación con inmovilización o movimiento restringido y el movimiento inicial controlado de la rodilla y la carga para prevenir o reducir al mínimo las contracturas, la degeneración articular y la atrofia muscular. Aunque el movimiento temprano creará una cicatriz más fuerte y mejor orientada en el ligamento en curación, los ejercicios demasiado vigorosos o una progresión demasiado rápida del apoyo con carga pueden estirar y dañar las estructuras reparadas. Se necesita un período de movimiento protegido para conseguir una mejor vascularización y organización de las fibras de colágeno durante la curación, de modo que pueda aumentar la resistencia a la tracción de las fibras de colágeno del ligamento.[53,108]

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA (0 A 6 SEMANAS)

(1) Para controlar el dolor y el edema postoperatorios, se emplea hielo, compresión y masaje[26,40,87,112]

(2) Para prevenir la atrofia muscular, se inicia la estimulación eléctrica, ejercicios estáticos para el cuádriceps e isquiotibiales, y elevaciones de la pierna extendida en decúbito supino, prono y lateral con la rodillera bloqueada en extensión completa de rodilla. La ausencia o la escasa traslación anterior de la tibia sobre el fémur se produce con una contracción del músculo cuádriceps cuando la rodilla está completamente extendida, porque es la posición de bloqueo de la rodilla.

(3) Para prevenir contracturas y mantener la amplitud del movimiento, se usa:

(a) MPC o movilizaciones pasivas asistidas por el terapeuta desde la extensión completa de la rodilla a 90 grados de flexión durante la primera semana o dos después de la operación. También se ha probado que el MPC reduce el dolor después de la reconstrucción del LCA.[63,79] Para prevenir la traslación anterior de la tibia y la tensión excesiva en el lugar del injerto mientras se usa un aparato de MPC, se ha sugerido que la unidad debe usarse sin una banda en la pantorrilla.[24]

* Refs. 8, 15, 21, 22, 26, 53, 79, 87, 88, 101, 102, 108, 112.

** Refs. 15, 22, 26, 40, 60, 87, 88, 102, 108.

(b) Deslizamientos por la pared en decúbito supino asistidos por la fuerza de la gravedad (ver fig. 12.5) para aumentar la flexión de la rodilla. El terapeuta debe extender pasivamente la pierna hasta la posición inicial o con la pierna sana, el propio paciente.

(c) Deslizamientos rotulianos para prevenir la contractura del aparato extensor. La extensión pasiva y completa de la rodilla tal vez no se consiga durante una semana o dos hasta que remita el edema de los tejidos.

(4) La deambulación con muletas en carga según tolerancia se inicia el día después de la operación con la ortesis de rodilla con movimiento controlado bloqueada en extensión. Puede lograrse la carga total con la ortesis de la rodilla y suspender el uso de las muletas hasta 2 a 3 semanas después de la operación si el paciente puede extender activamente y por completo la rodilla. Dentro de un programa de rehabilitación más conservador es posible que el paciente tenga que diferir el apoyo en carga sobre la pierna operada hasta 1 semana después de la operación. A continuación, la carga va aumentando durante 6 semanas.

(5) Para mejorar el control neuromuscular de la extremidad inferior operada durante la parte tardía de la fase de protección máxima (2 a 6 semanas después de la operación), cabe añadir y aumentar en dificultad los ejercicios bilaterales en cadena cinética cerrada, como son elevaciones de los dedos del pie con la ortesis bloqueada en extensión, ejercicios en piscina en cadena cinética abierta y cerrada, extensión en cadena cinética abierta y *asistida* de la rodilla, ejercicios isométricos en diversos grados para el cuádriceps y los isquiotibiales y, más tarde, pedaleo en bicicleta estática.

(6) ***Precaución***: Aunque a las 4 semanas estén bien consolidados los tacos óseos de un injerto del tendón rotuliano dentro del agujero taladrado y se inicie la vascularización del injerto, el injerto mismo está más débil y un poco necrosado a las 4-6 semanas después de la operación. Por tanto, para proteger el injerto en curación, se *evitarán* actividades como los últimos grados de extensión de la rodilla sin ayuda y en cadena cinética abierta que puedan generar fuerzas de cizallamiento y traslación anterior forzada de la tibia.

FASE DE PROTECCIÓN MODERADA (6 A 12 SEMANAS)

(1) Al comienzo de esta fase, si es posible la extensión completa de la rodilla, se establece la carga total y se suspende el uso de muletas, si bien el paciente debe seguir llevando la ortesis de rodilla y, en la mayoría de los casos, mantenerla bloqueada cuando se ande o practiquen actividades en carga. NOTA: En algunos pacientes seleccionados cuidadosamente se desbloquea la ortesis 6 semanas después de la operación.

(2) Antes de pasar a ejercicios más vigorosos y exigentes, la integridad del injerto del LCA, que se refleja en la estabilidad de la articulación de la rodilla, se mide con un artrómetro.

(3) La fase de protección moderada se caracteriza por ejercicios diseñados para aumentar la fuerza de la extremidad inferior y restablecer la amplitud del movimiento completa de la rodilla. A las 9 semanas empieza a ser buena la vascularización del injerto y, por tanto, los ejercicios pueden ser más vigorosos.

(4) Durante esta fase de la rehabilitación se hace hincapié en los estiramientos progresivos para aumentar la amplitud del movimiento, así como en los ejercicios excéntricos y concéntricos de resistencia en cadena cinética abierta y cerrada con el fin de aumentar la fuerza, la estabilidad y la resistencia del cuádriceps, isquiotibiales y los músculos de la cadera.

(a) El paciente suele adquirir 120 grados de flexión de la rodilla y extensión completa durante esta fase.

(b) Se hace hincapié en el fortalecimiento de los músculos extensores y flexores de la rodilla. El cuádriceps se deteriora con rapidez durante el comienzo del período postoperatorio cuando persiste el derrame articular a pesar de la reeducación inicial del músculo. También se subraya el fortalecimiento de los isquiotibiales para aumentar al máximo la estabilidad dinámica de la cara posterior de la rodilla. El entrenamiento de resistencia se practica en posiciones funcionales en carga siempre que sea posible. ***Precaución***: Se evitarán las sentadillas en cadena cinética cerrada entre 60 y 90 grados de flexión, y la extensión total en cadena cinética abierta de la rodilla con resistencia ejercida en el extremo distal de la tibia. Ambas causan traslación anterior de la tibia y pueden romper el injerto.[108,109]

(5) La ortesis articulada se quita varias veces al día para una deambulación lineal y gradual.

FASES DE PROTECCIÓN MÍNIMA Y DE VUELTA A LA ACTIVIDAD

(1) Durante las semanas 12 a 20 después de la operación se hace hincapié en incorporar actividades funcionales ligeras como caminar, trotar y ejercicios de agilidad dentro de un programa de rehabilitación si el paciente ha recuperado aproximadamente el 75-80 por ciento de la fuerza muscular de la rodilla. La rodillera desbloqueada se lleva durante la mayoría de las actividades funcionales, sobre todo las actividades más vigorosas que comprenden movimientos de giro, giro brusco o saltos ligeros.

(2) También pueden añadirse al programa de rehabilitación ejercicios pliométricos y rehabilitación isocinética con espectro variable de velocidades.

(3) Pasadas 20 a 24 semanas, la mayoría de los individuos recuperan el nivel de actividad previo a la lesión.

Puede que haya que seguir llevando ortesis funcionales durante las actividades recreativas de gran exigencia.

G. Reconstrucción del ligamento cruzado posterior (LCP)

1. Indicaciones para la cirugía[13,28,40]

a. Rotura o desgarro completo del LCP con inestabilidad posterolateral y rotatoria de la rodilla.

b. Insuficiencia crónica del LCP asociada con inestabilidad posterolateral, limitaciones en las actividades funcionales y deterioro de las superficies articulares de la rodilla.

c. NOTA: Muchos pacientes con rotura completa del LCP recuperan el nivel de actividad previo a la lesión sin una intervención quirúrgica. Existe menor consenso o indicaciones para la cirugía después de una lesión de LCP que después de una lesión del LCA. La cirugía reconstructora es un método de tratamiento mucho más corriente para las lesiones del LCA que para las lesiones del LCP.

2. Procedimientos[13,28,40]

a. La reconstrucción intraarticular asistida artroscópicamente del LCP con el tercio central del tendón rotuliano o un injerto sintético es el procedimiento más corriente. El procedimiento es parecido a la reconstrucción del LCA excepto en que el injerto se asegura a la cara anterior del cóndilo medial del fémur y luego prosigue por agujeros taladrados e inserto en la cara posterior de la meseta de la tibia para reproducir la función del LCP.

b. La reconstrucción extraarticular con transposición de los tendones de los músculos recto interno o semitendinoso para reproducir la acción del LCP es menos corriente.

c. Puede realizarse la reparación directa, pero no tiene tanto éxito como la reconstrucción debido a la escasa vascularización del LCP.

3. Tratamiento postoperatorio[28,40]

a. I*nmovilización*

La rodilla suele inmovilizarse completamente extendida en una ortesis bloqueada o un yeso. En algunos casos la rodilla se inmoviliza flexionada 15 grados.La ortesis se lleva en todo momento excepto para el MPC o el ejercicio supervisado en casa.

b. E*jercicio*

NOTA: Muchos de los ejercicios postoperatorios de las fases de protección máxima, moderada y mínima después de la reconstrucción del LCP son parecidos a los de un programa de rehabilitación postoperatorio después de la reconstrucción del LCA. Aquí sólo exponemos las diferencias, no las similitudes.

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA (0 A 6 SEMANAS)

(1) Después de la reconstrucción intraarticular, se inicia el MPC justo después de la operación, pero sólo dentro de una amplitud protegida de extensión continua de la rodilla o ligera flexión hasta un máximo de 60 grados de flexión. La flexión de la rodilla superados 60 grados supone una tensión excesiva sobre el injerto y podría contribuir al fracaso de la reconstrucción.

(2) La carga se restringe más después de la operación del LCP que de la reconstrucción del LCA. La carga parcial y la deambulación con muletas se requieren durante al menos 4 a 6 semanas o más después de la operación del LCP.

(3) Para aumentar el control neuromuscular de la rodilla, se inician ejercicios estáticos para el cuádriceps en extensión completa y ejercicios isométricos de diversos grados de amplitud para el cuádriceps entre la extensión completa y 60 grados de flexión de la rodilla. Se añade la extensión activa de la rodilla de 60 grados de flexión hasta la extensión completa.

Precaución: Se evitan contracciones musculares fuertes de los isquiotibiales, ya que esto causará una traslación posterior de la tibia sobre el fémur y podría trastornar el injerto en curación.

FASES DE PROTECCIÓN MODERADA Y MÍNIMA

(1) Los ejercicios y las actividades de entrenamiento funcional progresan con mayor lentitud después de la operación del LCP que de la rehabilitación postoperatoria del LCA.

(2) Se sigue subrayando el fortalecimiento del cuádriceps en posiciones funcionales.

(3) La flexión resistida en cadena cinética abierta de la rodilla provoca una traslación posterior de la tibia sobre el fémur y, por tanto, se retrasa 6 a 12 semanas después de la operación para proteger el injerto o las estructuras transpuestas. Se consigue un mayor control y fortalecimiento de los isquiotibiales con ejercicios en cadena cinética cerrada y extensión resistida de la cadera que con flexión resistida de la rodilla.

(4) Se añaden actividades funcionales en cadena cinética cerrada al programa con mayor tardanza después de la reconstrucción del LCP que después de

una operación del LCA, ya que la carga se retrasa o restringe más tiempo después de un procedimiento con el LCP.

(5) En total se necesitan aproximadamente 3 meses más para volver sin restricciones a la actividad laboral o recreativa después de una operación del LCP que de una operación del LCA.

VII. Roturas de menisco

A. Diagnósticos relacionados y mecanismo de la lesión

La parte que resulta lesionada con mayor frecuencia es el menisco medial. La lesión puede producirse cuando el pie se fija sobre el suelo y el fémur rota internamente, como cuando se pivota, se sale de un coche o se sufre una lesión por cizallamiento. La rotura del menisco medial suele acompañarse de una lesión del ligamento cruzado anterior. La rotación lateral del fémur sobre la tibia fija puede romper el menisco lateral. Ponerse en cuclillas o un traumatismo también causan en ocasiones una rotura.

B. Deficiencias/problemas corrientes

Las roturas de menisco pueden causar un bloqueo agudo de la rodilla y síntomas crónicos con bloqueo intermitente, dolor a lo largo de la línea articular por la tensión sobre el ligamento transverso, edema articular y cierto grado de atrofia del cuádriceps. Cuando se produce el bloqueo articular, la rodilla no se extiende por completo y hay una percepción final de resorte cuando se intenta la extensión pasiva. Si la articulación está edematosa, suele haber una ligera limitación de la flexión o la extensión. Las pruebas de crujido de rodilla de McMurray o Apley pueden ser positivas.[42]

C. Limitaciones funcionales/discapacidades corrientes

1. Cuando la rotura del menisco es aguda, el paciente tal vez sea incapaz de apoyar el peso del cuerpo sobre el lado afectado.

2. Cuando la rodilla cede o se bloquea inesperadamente y con frecuencia durante la deambulación, surgen problemas de seguridad.

D. Tratamiento conservador

1. A menudo el paciente puede mover activamente la pierna para "desbloquear" la rodilla, o el desbloqueo se produce espontáneamente.

2. Reducción pasiva con manipulación del menisco medial (fig. 12.4).

Posición del paciente: decúbito supino. Se flexiona pasivamente la rodilla y cadera afectadas al tiempo que gira interna y externamente la tibia. Cuando la rodilla está completamente flexionada, el terapeuta gira lateralmente la tibia y aplica una tensión en valgo sobre la rodilla. Se mantiene la tibia en esta posición mientras se extiende la rodilla. El menisco tal vez vuelva a su sitio con un chasquido.[42] Una vez reducida, la rodilla responderá como una lesión articular aguda; se trata como se describe en la sección II de este capítulo.

3. Hay que realizar ejercicios en posiciones en cadena cinética abierta y cerrada para mejorar la fuerza y resistencia de los grupos de músculos aislados y para preparar al paciente para las actividades funcionales.

E. Reparación quirúrgica de las roturas de menisco

Cuando se produce una rotura o desgarro significativo del menisco medial o lateral o si el tratamiento conservador de una rotura parcial no ha tenido éxito, a menudo se precisa una intervención quirúrgica. Se hacen todos los esfuerzos por conservar en lo posible el menisco para reducir al mínimo la degeneración a largo plazo de las superficies articulares de la rodilla. Para preservar las

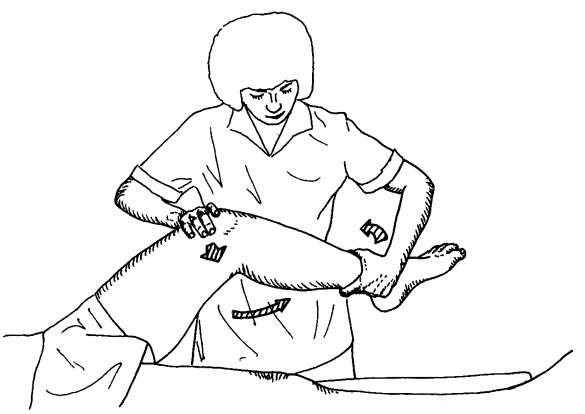


Figura 12.4. Manipulación para reducir un menisco medial. El terapeuta gira interna y externamente la tibia mientras flexiona la cadera y la rodilla (no se muestra); luego gira lateralmente la tibia y aplica una tensión en valgo sobre la rodilla mientras extiende ésta. El menisco puede volver a su lugar con un chasquido.

funciones de transmisión de cargas y amortiguamiento de choques que corresponden a los meniscos, y reducir las tensiones sobre las superficies articulares de la rodilla, es preferible la *reparación quirúrgica de un menisco* o una *meniscectomía parcial* a una meniscectomía total.[20,98] La rotura central que afecta a la porción avascular del menisco suele tratarse con meniscectomía parcial. La rotura periférica que afecta a la porción vascular del menisco a menudo puede repararse quirúrgicamente. Si los daños de las porciones periférica y central del menisco son extensos, se practicará una meniscectomía total. En muchos casos es posible la reparación o exéresis artroscópicas del menisco roto, si bien a veces se precisa un procedimiento convencional con artrotomía.

Muchos pacientes con lesiones crónicas de menisco presentan mejores resultados con la cirugía y vuelven a la actividad completa antes si participan en un programa de ejercicio postoperatorio. La progresión de la rehabilitación postoperatoria y el tiempo requerido para volver a la actividad completa dependerán de la extensión y localización de la rotura y del tipo de acceso quirúrgico y del procedimiento elegido. La rehabilitación avanza más conservadoramente después de la reparación de un menisco o una meniscectomía total que después de una meniscectomía parcial. Los daños y la reparación de otros tejidos blandos de la rodilla también afectarán al curso y progresión de la rehabilitación después de la operación.

F. Reparación artroscópica del menisco y tratamiento postoperatorio

1. Indicaciones para la cirugía[7,20]

a. Si se produce una lesión en la porción vascular (tercio externo) del menisco medial o lateral, es posible la reparación quirúrgica del cartílago.

b. Las reparaciones tienen más éxito con las lesiones agudas de menisco que con lesiones crónicas de menisco.

2. Procedimiento[7,20,54,98]

a. Se practican pequeñas incisiones en la rodilla para abrir puertas de entrada, y se introduce artroscópicamente una solución salina en la articulación de la rodilla para distender la rodilla.

b. La porción rota del menisco periférico se sutura en su sitio. Se extirpan endoscópicamente los cuerpos libres o desechos.

c. Se irriga y drena la rodilla y se cierran las incisiones en los puntos de entrada. Se pone un vendaje compresivo.

d. La reparación del menisco puede acompañarse de la reparación o reconstrucción de otros tejidos blandos de la rodilla como los ligamentos.

e. NOTA: Otra opción quirúrgica es un procedimiento convencional que requiera una artrotomía.

3. Tratamiento postoperatorio[7,15,40,47,86,101]

a. I*nmovilización*

(1) No se necesita inmovilizar por completo la rodilla después de la operación. Lo apropiado es MPC dentro de una amplitud articular limitada.

(2) Para proteger el cartílago suturado y restringir el movimiento a una porción segura de la amplitud, se lleva en todo momento una ortesis que controle el movimiento durante las primeras fases de la rehabilitación. Dependiendo del lugar de la lesión y la reparación, se controla el movimiento para permitir 0 a 90 o 20 a 90 grados de flexión.

(3) Se emplean crioterapia y elevación del miembro operado para controlar el edema postoperatorio. El uso de una bomba criogénica de compresión intermitente como CryoCuff combina con eficacia frío y compresión para controlar el edema.

b. E*jercicio*

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA (0 A 2 O 3 SEMANAS)

(1) Para reducir al mínimo la atrofia y restablecer el control neuromuscular de la musculatura de la rodilla, se inician ejercicios estáticos submáximos para el cuádriceps y los isquiotibiales lo más pronto posible después de la operación. Se complementan con ejercicios isométricos con estimulación muscular eléctrica o *biofeedback*.

(2) Para mantener la fuerza de la musculatura de la cadera del lado operado, se inician ejercicios de EPE en decúbito supino, prono y lateral, haciendo más hincapié en la posición en decúbito prono para prevenir la debilidad de los músculos extensores de la cadera y otros músculos de la cadera.

(3) Para prevenir contracturas, se inicia la movilidad activa-asistida y activa dentro de una amplitud cómoda y protegida, y se avanzará con cuidado en los ejercicios mientras el paciente lleve la rodillera. Son opciones de ejercicio:

(a) Deslizamientos de talón en decúbito supino.

(b) Flexión de la rodilla asistida por la gravedad en posición sedente.

(c) Extensión de la rodilla autoasistida o por el terapeuta en posición sedente.

(4) La carga se limita o evita para proteger el menisco en curación. El índice de daños articulares asociados con la lesión aguda también dicta el grado en que hay que restringir la carga. Se enseña al paciente a andar con muletas.

FASES DE PROTECCIÓN MODERADA (3 A 4 O 6 A 8 SEMANAS)

(1) Para aumentar la amplitud del movimiento en flexión y extensión, la amplitud permitida por la ortesis aumenta aproximadamente 10 grados por semana hasta conseguir una amplitud activa indolora y completa. Los pacientes deben lograr 120 grados de flexión de la rodilla y flexión completa de la rodilla a las 8 semanas después de la operación.

(2) Carga en bipedestación

Durante la fase de protección moderada, se desacostumbra lentamente al paciente a no llevar las muletas, y la carga aumenta *gradualmente* durante la deambulación y los ejercicios funcionales en cadena cinética cerrada para evitar comprometer el lugar de reparación. La localización y vascularización del lugar de la reparación, y si es permisible o no la extensión completa de la rodilla (posición de bloqueo) en la rodillera, dictarán la rapidez con la que se avance al peso en carga. El peso total en carga suele conseguirse 6 semanas después de una reparación periférica y 8 semanas después de una reparación central.

(3) Para aumentar la fuerza y el control dinámico de la musculatura de la rodilla en posiciones funcionales, se inician ejercicios en cadena cinética cerrada como semisentadillas bilaterales (sin y luego con resistencia elástica) (ver fig. 12.11) y extensión total y unilateral de la rodilla contra una resistencia elástica (ver fig. 12.10).

(4) Se avanza gradualmente en los ejercicios en cadena cinética abierta de flexión y extensión de la rodilla para aumentar la fuerza con EPE como la extensión submáxima y resistida de la rodilla en posición sedente, y flexiones de isquiotibiales en decúbito prono o de pie (ver fig. 12.9); se añaden ejercicios isocinéticos a velocidad submáxima, media y alta dentro de una amplitud segura y protegida.

NOTA: Se evitan los ejercicios de resistencia máxima durante unas 6 a 8 semanas hasta que los tejidos blandos estén bien curados.

(5) Para aumentar la resistencia muscular y mejorar la preparación general de la extremidad inferior, se inicia el ejercicio en bicicleta estática o la natación.

(6) Para restablecer el equilibrio, se inicia el entrenamiento propioceptivo mediante actividades en carga.

FASES DE PROTECCIÓN MÍNIMA Y VUELTA A LA ACTIVIDAD

NOTA: La fase de protección mínima de la rehabilitación se inicia aproximadamente la octava semana después de la operación. La vuelta a la actividad completa no se inicia hasta la semana 20 a 24. La progresión depende de la amplitud del movimiento, la fuerza y resistencia de los músculos de la rodilla, y en ausencia de derrame y dolor articulares.

(1) Se aumenta con las actividades de fortalecimiento, estabilización y equilibrio en posiciones funcionales, con marcha, "tijeras", ejercicios de subir y bajar escalones, y entrenamiento pliométrico o ejercicios en tabla deslizante y de equilibrio.

(2) Se avanza el fortalecimiento con ejercicios isocinéticos para la extremidad inferior mediante rehabilitación con espectro de velocidades.

(3) Sigue la mejora de la resistencia y preparación general con actividades aeróbicas como ciclismo, natación y caminar.

(4) Si persisten las restricciones leves de la movilidad, se estiran las estructuras tirantes con movilización articular o técnicas de estiramiento de los tejidos blandos.

(5) Cuando las pruebas de la integridad de los meniscos sean normales, se restablecen las capacidades funcionales con actividades simuladas que reproducen las destrezas funcionales. Se añaden ligeras actividades de carrera continua (jogging), esprints o saltos si fuera apropiado.

G. Meniscectomía artroscópica parcial y tratamiento postoperatorio

1. Indicaciones para la cirugía[7,20,46,54,113]

a. Desgarros o roturas de los dos tercios interiores (la porción avascular) de los meniscos medial o lateral de la rodilla.

b. Desplazamiento del meniscos asociado con bloqueo de la rodilla.

2. Procedimiento[7,46,113]

a. Se practican pequeñas incisiones en la rodilla para abrir puertas de entrada (por lo general 3) y se inyecta por una de estas puertas una solución salina en la rodilla, que se distiende.

b. Se identifica, sujeta y divide endoscópicamente la porción rota del menisco con bisturí o tijeras, y se extirpa al vacío. También se eliminan los cuerpos libres o restos intraarticulares.

c. Se aplica un vendaje compresivo suave después de irrigar y drenar la rodilla, y se cierran las incisiones cutáneas.

d. Si se produce la rotura de menisco junto con roturas o desgarros de otros tejidos blandos, habrá que plantearse la reparación de estas estructuras.

e. Si se practica una meniscectomía total, como en el caso de un desgarro completo, puede ser necesario un procedimiento convencional con artrotomía.

3. Tratamiento postoperatorio[7,40,54,86]

a. I*nmovilización*

(1) Se pone un vendaje compresivo en la rodilla, pero no es necesario inmovilizar la rodilla después de la operación con una férula o una ortesis que controle el movimiento.

(2) Durante los primeros días después de la operación, se emplea crioterapia, masaje y elevación de la pierna operada para reducir al mínimo el edema y el dolor.

b. E*jercicio*

NOTA: Aunque la situación ideal sea comenzar la instrucción de ejercicio el día después de la operación, la mayoría de los pacientes sometidos a una meniscectomía parcial no ven a un terapeuta durante al menos una semana después de la operación. En estas circunstancias es útil enseñar al paciente ejercicios iniciales para reducir la atrofia y prevenir contracturas *después de la operación* de modo que inicie los ejercicios en casa inmediatamente después de la operación.

FASE DE PROTECCIÓN MODERADA

(1) No hay necesidad de una fase de protección máxima después de la operación ya que hay pocos traumatismos en los tejidos blandos durante la cirugía. Se necesita protección moderada durante unas 3 a 4 semanas. Todos los ejercicios y las actividades en carga deben ser indoloros y aumentar progresivamente en dificultad durante las primeras semanas después de la operación.

(a) El paciente empezará de inmediato ejercicios estáticos, elevaciones de la pierna extendida, movilizaciones activas de la rodilla y carga según la tolerancia.

(b) La carga completa suele conseguirse entre 4 a 7 días y 90 grados de flexión y extensión completa de la rodilla al cabo de 10 días.

(c) Los ejercicios en cadena cinética cerrada y en bicicleta estática se iniciarán unos pocos días después de la operación para recuperar el control dinámico y la resistencia física de la rodilla.

(2) ***Precauciones***: Los pacientes que hayan sido sometidas a una meniscectomía artroscópica parcial deben cuidar de no ir demasiado deprisa. Si la progresión del ejercicio es demasiado rápida, se producirá derrame articular y habrá posibles daños en el cartílago articular de la rodilla.

FASES DE PROTECCIÓN MÍNIMA Y VUELTA A LA ACTIVIDAD

(1) Hacia la tercera o cuarta semanas después de la operación se necesita una protección mínima para la rodilla, aunque hay que conseguir la movilidad activa y completa de la rodilla antes de pasar a actividades de gran exigencia. El entrenamiento resistido, las actividades de resistencia y los ejercicios funcionales en cadena cinética cerrada y en carga total y el entrenamiento del equilibrio pueden progresar con rapidez.

(2) Las actividades avanzadas como ejercicios pliométricos, entrenamiento isocinético de esfuerzos máximos y la reproducción de actividades funcionales de gran exigencia pueden iniciarse hacia las semanas 4 a 6 o 6 a 8 después de la operación.

(3) ***Precaución***: Las actividades en carga de alto impacto como trotar y dar saltos, si se incluyen en el programa, deben añadirse y avanzar con cuidado para prevenir futuros daños articulares adicionales en la rodilla.

VIII. Ejercicios para los desequilibrios de la fuerza y flexibilidad de los músculos

NOTA: Los desequilibrios de fuerza y flexibilidad entre los grupos de músculos pueden darse por variedad de causas, algunas de las cuales son el desuso, fallos de la mecánica articular, operaciones, inmovilización (por una fractura, operación, o traumatismo) y lesiones nerviosas. Además de los isquiotibiales y el recto femoral, la mayoría de los músculos biarticulares que cruzan la rodilla funcionan sobre todo en la cadera o en el tobillo, aunque tengan un efecto sobre la función de la rodilla. Si hay un desequilibrio de la longitud o la fuerza de los músculos de la cadera o el tobillo, suele estar alterada la mecánica de toda la extremidad inferior. En los capítulos sobre la cadera y el tobillo y el pie aparece una descripción completa. Cuando se intente aumentar la amplitud del movimiento y la fuerza, hay que respetar la mecánica de las articulaciones tibiofemoral y femororrotuliana y su importancia para la función de la extremidad inferior (ver sección I de este capítulo). Cuando el paciente refiera dolor femororrotuliano o cuando los factores predisponentes asociados con la inmovilización puedan causar degeneración del cartílago articular, hay que evitar una resistencia fuerte en los ejercicios de cuádriceps en

cadena cinética abierta o con la rodilla flexionada más de 30 grados para prevenir las fuerzas compresoras y destructivas sobre el cartílago rotuliano hasta que se haya producido la curación. Además, hay que introducir adaptaciones especiales a los ejercicios con los procedimientos quirúrgicos específicos, lo cual se ha puesto de relieve en las secciones quirúrgicas de este capítulo. Como la rodilla es una articulación que soporta el peso del cuerpo, la necesidad de estabilidad tiene prioridad sobre la necesidad de movilidad, aunque ésta, acompañada de la fuerza adecuada, también sea necesaria para un funcionamiento normal.

A. Técnicas para estirar los músculos acortados

1. Estiramiento de los músculos isquiotibiales

La flexibilidad de los isquiotibiales es necesaria para la extensión de la rodilla y para muchas actividades funcionales en las que este grupo de músculos se elonga al mismo tiempo en la cadera y la rodilla.

a. *Técnicas de inhibición activa* (*sustentación-relajación o contracción-relajación*)

(1) Si la rodilla se extiende hasta 0 grados, pero los isquiotibiales limitan la elevación de la pierna extendida (la rodilla comienza a flexionarse mientras la cadera está flexionada), se emplearán técnicas de inhibición activa para los isquiotibiales que hagan hincapié en la flexión de la cadera mientras la rodilla se mantiene extendida como se describe en los capítulos 5 y 11 (La cadera).

(2) Si la rodilla no puede extenderse incluso cuando la cadera está extendida por la tirantez extrema de los isquiotibiales, se emplean técnicas de inhibición activa, haciendo más hincapié en aumentar la extensión de la rodilla que en la elevación de la pierna extendida.

(a) Posición del paciente: decúbito supino, con la cadera y la rodilla extendidas todo lo posible. Se opone resistencia isométrica a la flexión de la rodilla con la mano del terapeuta proximal al tobillo; se hace que el paciente se relaje y luego se extiende pasivamente la rodilla.

(b) Posición del paciente: decúbito prono con la cadera y la rodilla extendidas todo lo posible. Se coloca un cojín o una toalla de manos doblada debajo del fémur proximal a la rótula para protegerla de las fuerzas compresivas. Se estabiliza la pelvis para prevenir la flexión de la cadera y entonces se aplica la técnica de sustentación-relajación para aumentar la extensión de la rodilla.

b. *Postura osteoarticular*

(1) Siempre se usan estiramientos de larga duración y poca intensidad para asegurarse de que el paciente esté lo más relajado posible.

(2) Posición del paciente: en decúbito prono, con las caderas extendidas y los pies del paciente fuera de la mesa de tratamiento. Se coloca una toalla enrollada debajo del fémur del paciente, proximal a la rótula, y una tobillera lastrada en el tobillo. A medida que se relaje el músculo, el peso ejercerá un estiramiento pasivo y sostenido sobre los isquiotibiales, lo cual aumentará la extensión de la rodilla.

2. Estiramiento de los músculos del cuádriceps

Antes de estirar el grupo muscular, hay que asegurarse de que la rótula tiene movilidad (ver sección II.B) de modo que pueda deslizarse por el surco troclear mientras la rodilla se flexiona.

a. *Técnicas de inhibición activa*

Posición del paciente: sentado, con la rodilla en el borde de la mesa de tratamiento y flexionada todo lo posible. Se aplican técnicas de sustentación-relajación, contracción-relajación o contracción del músculo agonista para aumentar la flexión de la rodilla.

b. *Autoestiramiento: deslizamientos por la pared en decúbito supino asistidos por la gravedad* (fig. 12.5)

Posición del paciente: en decúbito supino con las nalgas apoyadas en la pared y las extremidades inferiores descansando verticalmente contra la pared (caderas flexionadas, rodillas extendidas). Se flexiona lentamente la rodilla afectada deslizando el pie por la pared abajo, manteniéndolo en una posición cómoda, para luego deslizar el pie de nuevo arriba por la pared.

c. *Autoestiramiento: balanceo hacia delante sobre un peldaño* (fig. 12.6)

Posición del paciente: de pie con el pie de la rodilla afectada sobre un peldaño. El paciente bascula hacia delante sobre el pie estabilizado, flexionando la rodilla hasta el límite de su amplitud. Puede balancearse hacia delante y atrás de forma rítmica y lenta o mantener la posición del estiramiento. Se empieza con un peldaño bajo; aumenta la altura a medida que mejore la amplitud del movimiento.

d. *Autoestiramiento en posición sedente* (fig. 12.7)

Posición del paciente: sentado en una silla con la rodilla implicada flexionada hasta el final de la amplitud disponible y con el pie apoyado con firmeza en el suelo. Se hace que el paciente se adelante sobre el asiento de la silla, sin dejar que el pie se deslice. El paciente debe mantener la posición del estiramiento sostenido con comodidad para estirar los músculos extensores de la rodilla.

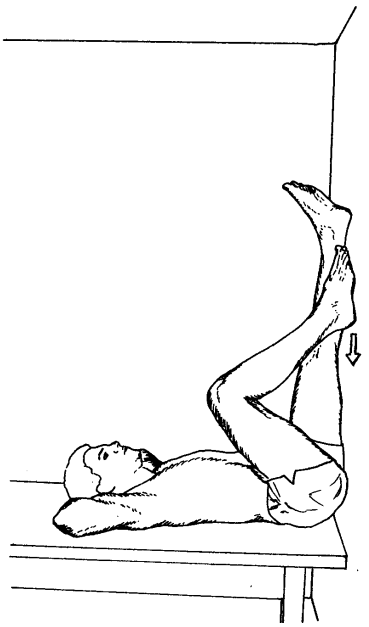


Figura 12.5. Deslizamiento por la pared en decúbito supino y asistido por la fuerza de la gravedad. El paciente flexiona la rodilla hasta el límite de su amplitud y la mantiene así durante un estiramiento sostenido del músculo cuádriceps.

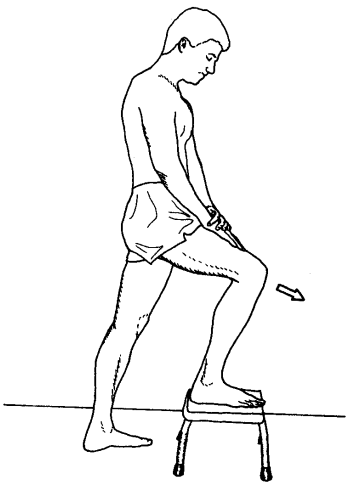


Figura 12.6. Autoestiramiento basculante en un peldaño. El paciente pone el pie del lado afecto sobre un escalón, y se balancea hacia delante sobre el pie estabilizado hasta el límite de la flexión de la rodilla con el fin de estirar el músculo cuádriceps. Se usa un peldaño más alto para aumentar la flexión.

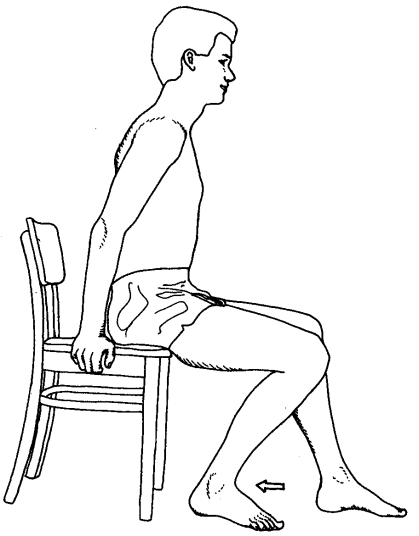


Figura 12.7. Autoestiramiento sobre una silla. El paciente fija el pie de la pierna en cuestión sobre el suelo, luego se adelanta en el asiento sobre el pie estabilizado para someter el cuádriceps a un estiramiento sostenido y aumentar la flexión de la rodilla.

e. E*stiramiento del músculo recto femoral*

(1) Para estirar el músculo recto femoral, el paciente se tumba en decúbito supino con la cadera contraria flexionada para estabilizar la columna y la pelvis (posición de la prueba de Thomas). Con la cadera extendida, la rodilla se flexiona progresivamente empleando técnicas de inhibición.

(2) Autoestiramiento: en decúbito prono.

Posición del paciente: tumbado boca abajo con las caderas extendidas y la rodilla en cuestión flexionada todo lo posible. El paciente se sujeta el pie o un cinturón asegurado en torno al extremo distal de la tibia y tira del talón hacia las nalgas.

(3) Autoestiramiento: en bipedestación.

Posición del paciente: de pie sobre la extremidad inferior sana y apoyándose en una mesa con la mano para mantener el equilibrio. El paciente extiende la cadera y flexiona la rodilla de la pierna que hay que estirar todo lo posible. A continuación, coge el extremo distal de la tibia y lleva el pie hacia las nalgas para flexionar aún más la rodilla.

Precaución: El paciente debe mantener la región lumbar recta para que el estiramiento no aumente la lordosis lumbar. Esto se consigue haciendo que el paciente realice primero una inclinación pélvica posterior, para luego mantener dicha inclinación contrayendo los abdominales mientras estira el músculo recto femoral.

B. Técnicas para aislar, preparar y fortalecer músculos débiles

Cuando se seleccionen y practiquen los ejercicios de fortalecimiento de los músculos de la rodilla y se aumente su grado de dificultad dentro de un programa de rehabilitación, serán aspectos primordiales la estabilidad de la rodilla, lo cual comprende la contracción del cuádriceps y los isquiotibiales, y una biomecánica segura del mecanismo extensor y de la articulación femororrotuliana, lo cual permite una trayectoria adecuada de la rótula. Una vez conseguidas la estabilidad y la mecánica rotuliana, se hace énfasis en la coordinación y sincronización de las contracciones musculares así como en la resistencia. Los *ejercicios en cadena cinética cerrada* con hincapié en las actividades de baja intensidad (poca resistencia) y muchas repeticiones son más eficaces que los ejercicios en cadena cinética abierta para mejorar la estabilidad y la resistencia muscular de la rodilla con vistas al control di-

námico durante las actividades en carga. También es menos probable que los ejercicios en cadena cinética cerrada causen irritación articular y de los tejidos blandos que los ejercicios en cadena cinética abierta ante una resistencia fuerte. Los ejercicios en cadena cinética cerrada aparecen descritos e ilustrados en la sección VIII.C.

Aunque el control en cadena cinética cerrada de la rodilla es esencial, recuérdese que la rodilla funciona tanto en una cadena cinética abierta como cerrada durante la mayoría de las actividades de la vida diaria. El cuádriceps y los isquiotibiales deben contraerse a la vez (cocontracción), además de contraerse concéntrica y excéntricamente durante las actividades funcionales. Por tanto, hay que incorporar ejercicios en todas estas condiciones variantes dentro de un programa de rehabilitación general de la rodilla. También es importante cambiar la posición de la cadera durante los ejercicios de fortalecimiento del cuádriceps y los isquiotibiales para afectar a la relación longitud-tensión del recto femoral y los isquiotibiales.[29] Sólo después de una exhaustiva evaluación y conocer las deficiencias del paciente y sus limitaciones funcionales puede un terapeuta seleccionar y diseñar un plan de ejercicio para cubrir las necesidades individuales del paciente.

En los ejercicios que siguen a continuación, los ejercicios en cadena cinética abierta se describen antes que los ejercicios en cadena cinética cerrada, porque la carga después de una lesión u operación de rodilla suele restringirse durante un tiempo. También se necesita la activación aislada de la musculatura de la rodilla para las actividades diarias que comprendan movimientos en cadena cinética abierta como levantar la pierna para meterse o salir de la cama o dentro o fuera de un coche, o el flexionar y extender la rodilla para ponerse el pantalón. Los ejercicios en cadena cinética cerrada en carga parcial y luego total deben iniciarse tan pronto como la curación permita pasar a actividades en carga funcionales.

1. Aislamiento, reeducación y fortalecimiento de los músculos extensores (cuádriceps y recto femoral)

Puede usarse gran variedad de ejercicios estáticos y dinámicos para mejorar la función del cuádriceps en una cadena cinética abierta. Dadas las variaciones en la orientación de las fibras y en las inserciones de los músculos extensores de la rodilla, los componentes individuales del cuádriceps ejercen distintas tensiones biomecánicas sobre la rótula. A menudo se hace hincapié en el aislamiento y activación del músculo vasto medial (VM) especialmente sus fibras oblicuas por su capacidad para estabilizar la rótula y mantener su trayectoria adecuada. El empleo de estímulos táctiles, *biofeedback* y estimulación muscular eléctrica en el músculo VM puede reforzar el fortalecimiento selectivo de esta porción del cuádriceps para el control de la rótula. En esta sección se expone la eficacia de los distintos ejercicios del cuádriceps respecto a la reeducación y el fortalecimiento del músculo VM.

a. E*jercicios estáticos para el cuádriceps* (*series*)

NOTA: De las muchas variaciones de ejercicios estáticos y dinámicos que se han propuesto para preparar selectivamente las fibras oblicuas del músculo VM, se ha demostrado que los ejercicios estáticos con el cuádriceps junto con *biofeedback* son lo más eficaz.[93]

(1) Posición del paciente: decúbito supino, o sentado en una silla (con el talón apoyado en el suelo) y sentado con la rodilla extendida (o flexionada unos pocos grados), pero no en hiperextensión.

(2) El paciente tiene que contraer isométricamente el cuádriceps para que la rótula se deslice en sentido proximal; se mantiene la posición hasta contar 10.

(a) Se emplean estímulos verbales como "Intenta retirar la rodilla y tensar el muslo" o "Trata de tensar el muslo y que suba la rótula". Cuando el músculo esté bien, se añadirán refuerzos verbales de inmediato y se hará que el paciente repita la actividad.

(b) El paciente tiene que mover en dorsiflexión el tobillo y mantener una contracción isométrica del cuádriceps ante una resistencia.[2]

b. E*levación de la pierna extendida* (EPE)

Posición del paciente: en decúbito supino con la rodilla extendida. Este ejercicio combina la flexión dinámica de la cadera y la extensión estática de la rodilla. Para estabilizar la pelvis y la región lumbar, la cadera y rodilla opuestas se flexionan y el pie se apoya plano en la mesa de ejercicio.

NOTA: La elevación de la pierna extendida en decúbito supino genera una contracción isométrica del cuádriceps con la resistencia añadida de la gravedad. La resistencia eficaz se reduce a medida que la extremidad inferior se eleva por la reducción del brazo de momento de la gravedad. El recto femoral es el músculo primario del cuádriceps activo durante el ejercicio de EPE.[93]

(1) Se enseña al paciente a restablecer primero el músculo cuádriceps; luego eleva la pierna unos 45 grados de flexión de la cadera mientras mantiene la rodilla extendida; mantiene la pierna en esa posición hasta contar 10, y luego la baja.

(2) A medida que el paciente mejore, reducirá la elevación de la pierna a 30 grados de flexión de cadera y mantendrá la posición. Más tarde, se hará que el paciente

flexione la cadera sólo 15 grados. La resistencia más significativa al cuádriceps se produce durante los primeros grados de EPE.

(3) Para aumentar la resistencia al movimiento del músculo recto femoral, se lastra el tobillo del paciente con una tobillera.

(4) Se ha propuesto que si las EPE en decúbito supino se acompañan de rotación lateral o aducción isométrica de la cadera, el músculo VM puede activarse y fortalecerse preferencialmente.[2,5,10,23,63] La razón de abogar por estos ejercicios es que muchas fibras del músculo VM tienen su origen en el tendón del músculo aductor mayor.[2,50] Aunque algunos autores[2,5] hayan abogado por estas adaptaciones de las EPE con el fin de aumentar las fuerzas de dirección medial sobre la rótula, no hay pruebas científicas que respalden estas sugerencias. En dos estudios cuantitativos que compararon la actividad del músculo cuádriceps durante series de ejercicio y variaciones de EPE, las series de cuádriceps se asociaron con una actividad significativamente mayor del músculo VM que en las distintas variaciones de EPE.[50,93] Por tanto, como se dijo con anterioridad, la combinación de series de cuádriceps y *biofeedback* parece ser la mejor forma de activar selectivamente el músculo VM.

c. *Descenso de la pierna extendida*

Posición del paciente: decúbito supino. Si el paciente no puede realizar la EPE por un retraso en la activación o por debilidad del cuádriceps, se inicia haciendo que la pierna adopte pasivamente 90 grados de EPE (o hasta donde la flexibilidad de los isquiotibiales lo permita) y haciendo que el paciente baje gradualmente la extremidad mientras mantiene la rodilla totalmente extendida. El terapeuta debe estar preparado para controlar el descenso de la pierna con una mano bajo el talón a medida que aumenta la fuerza rotatoria generada por la gravedad. Si la rodilla empieza a flexionarse mientras se baja la extremidad, se detendrá al paciente en ese punto, para luego elevar la extremidad 90 grados hacia arriba. Se repite el movimiento, tratando de bajar la extremidad un poco cada vez al tiempo que se mantiene la rodilla extendida. Una vez que el paciente pueda mantener la rodilla extendida mientras baja la pierna en toda su amplitud articular, podrán iniciarse las EPE.

d. E*jercicios isométricos de diversos grados de amplitud*

(1) Posición del paciente: en decúbito supino o sentado con las piernas extendidas. Las elevaciones con las piernas dobladas y la rodilla en diversos grados de flexión fortalecen isométricamente los músculos extensores de la rodilla.

(2) Posición del paciente: sentado en el borde de una mesa de tratamiento. Cuando se tolere, se aplica resistencia en el tobillo, manual o mecánicamente, para fortalecer isométricamente el cuádriceps en distintos grados de flexión de la rodilla. Puede activarse una cocontracción eficaz de los isquiotibiales (excepto en los últimos 10 a 15 grados de extensión de la rodilla) haciendo que el paciente empuje el muslo hacia abajo en la mesa mientras trata de extender la rodilla ante una resistencia máxima.[37]

e. E*xtensión en los últimos grados* (fig. 12.8) (0 a -20°, -30°)

NOTA: Aunque en el pasado se creía que el músculo VM es responsable de la fase final de la extensión de la rodilla, está ahora bien documentado que todos los componentes del músculo cuádriceps se activan durante la extensión activa de la rodilla.[93]

Posición del paciente: decúbito supino o sentado con las piernas extendidas. Se coloca una toalla enrollada o un cojín bajo la rodilla para apoyarla durante la flexión. El paciente también puede adoptar una posición sedente en el borde de la mesa con el asiento de una silla o un escabel bajo el talón para detener la flexión de la rodilla en el ángulo deseado.

(1) Se empieza con la rodilla flexionada unos pocos grados. Se avanza aumentando los grados de flexión según lo tolere el paciente o dicte la afección.

(2) Inicialmente, el paciente extiende la rodilla sólo ante la resistencia de la gravedad. Pueden añadirse con posterioridad tobilleras lastradas en el tobillo para aumentar la resistencia si el paciente no experimenta dolor o crepitación.

Precaución: Cuando se añada resistencia sobre el extremo distal de la pierna, el grado de fuerza rotatoria generada por el cuádriceps aumenta significativamente durante los grados finales de la amplitud de la extensión de la rodilla. En esta porción de la amplitud, el cuádriceps presenta poca ventaja mecánica y escasa longitud

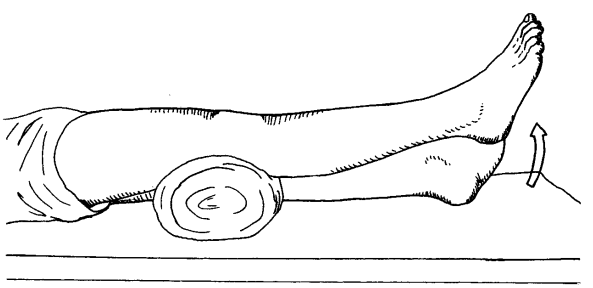


Figura 12.8. Ejercicio de extensión de los últimos grados para fortalecer el músculo cuádriceps. Cuando se tolere, se añade resistencia proximal al tobillo.

fisiológica al tiempo que se contrae ante una fuerza externa de resistencia que tiene un brazo de palanca largo. El grado de fuerza muscular generada causa una fuerza de deslizamiento anterior sobre la tibia, la cual restringe el LCA. Este ejercicio no es apropiado para una persona con inestabilidad en la rodilla después de una lesión en el LCA o durante la rehabilitación postoperatoria antes de que el ligamento haya curado.

(3) La extensión del recorrido externo puede combinarse con una sustentación isométrica y/o EPE con la rodilla totalmente extendida.

(4) Para prevenir las fuerzas laterales de cizallamiento en la rodilla, el paciente puede invertir el pie mientras extiende la rodilla.[2,36]

f. E*xtensión en todo el recorrido*

Posición del paciente: posición sedente o en decúbito supino.

(1) Puede aplicarse resistencia durante el arco de 90 grados de flexión hasta la extensión completa. La resistencia entre 90 y 60 grados causa menor traslación anterior de la tibia que agacharse durante la misma amplitud en cadena cinética cerrada. Pero la resistencia aplicada durante la extensión en cadena cinética abierta entre 20 y 0 grados aumenta más la traslación anterior que realizar minisentadillas en la misma amplitud.[108] La resistencia podría aplicarse sólo en amplitudes toleradas por el paciente durante las fases de protección subaguda y moderada del tratamiento durante el arco completo de movimiento, y debe hacerse sólo durante los estadios posteriores de la rehabilitación (estadio crónico de la curación) si la rodilla es asintomática e indolora. Si se aprecia dolor, debe aplicarse resistencia sólo en el arco articular sin síntomas.

(2) Las distintas formas de equipo de resistencia mecánica expuestas en el capítulo 3 pueden emplearse para fortalecer los músculos extensores de la rodilla en una cadena cinética abierta.

(a) Se hace hincapié en la preparación de baja resistencia y muchas repeticiones con equipamiento de carga directa, y en la preparación a velocidad de media a alta con equipamiento isocinético para reducir al mínimo las fuerzas compresivas y de cizallamiento en las estructuras de la articulación de la rodilla durante el ejercicio. La almohadilla de la tibia contra la cual ejerce presión el paciente al extender la rodilla ante una resistencia también puede colocarse más proximal que distal en la pierna para reducir al mínimo las tensiones excesivas para sustentar las estructuras de la rodilla.

(b) Si se lastra la tibia con una tobillera para ejercer resistencia, también causará tracción en la articulación y tensión sobre los ligamentos cuando el paciente se siente o tumbe boca arriba con la rodilla flexionada 90 grados y la tibia sobre el borde la mesa de tratamiento. Para evitar esta tensión sobre los ligamentos, se coloca un escabel bajo el pie para que pueda apoyarse cuando la pierna esté en la posición dependiente.[11]

2. Aislamiento, reeducación y fortalecimiento de los músculos flexores de la rodilla (sobre todo los isquiotibiales)

a. E*jercicios estáticos con los isquiotibiales* (*series de isquiotibiales*)

Posición del paciente: decúbito supino o sentado con las piernas extendidas y la rodilla extendida o en ligera flexión sobre una toalla enrollada. El paciente contrae isométricamente los músculos flexores de la rodilla lo suficiente para sentir la tensión que se desarrolla en el grupo de músculos empujando suavemente el talón en la mesa de tratamiento y manteniendo la contracción. El paciente relaja y luego repite el ejercicio estático.

b. E*jercicios isométricos en diversos grados de amplitud*

Posición del paciente: decúbito supino o sentado con las piernas extendidas.

(1) Se aplica resistencia manual o mecánica sobre una contracción estática de los isquiotibiales con la rodilla flexionada en varias posiciones de la amplitud articular.

(2) Hacer que la tibia adopte rotación interna o externa antes de oponer resistencia a la flexión de la rodilla hará que trabajen específicamente los músculos isquiotibiales mediales o laterales, respectivamente.

(3) El paciente puede aprender a aplicar autorresistencia en diferentes grados de la amplitud poniendo el pie de la otra pierna detrás del tobillo de la pierna a cuyo movimiento se opone resistencia.

c. F*lexiones de los isquiotibiales* (*flexión de la rodilla en cadena cinética abierta*)

(1) Posición del paciente: de pie, apoyándose en un objeto sólido para mantener el equilibrio. El paciente se coge el pie y flexiona la rodilla (fig. 12.9). La resistencia máxima generada por la gravedad se produce cuando la rodilla se flexiona 90 grados. Se añade resistencia con tobilleras lastradas o una bota lastrada. Si el paciente flexiona la cadera, se estabiliza haciendo que el paciente apoye la porción anterior del muslo contra una pared u objeto sólido.

(2) Posición del paciente: decúbito prono. Se coloca una pequeña toalla enrollada o goma espuma bajo el fémur justo proximal a la rótula para evitar la compresión de la rótula entre la mesa de tratamiento y el fémur. Llevando una tobillera lastrada, el paciente flexiona la rodilla hasta sólo 90 grados; la resistencia máxima generada por la gravedad se produce cuando la rodilla

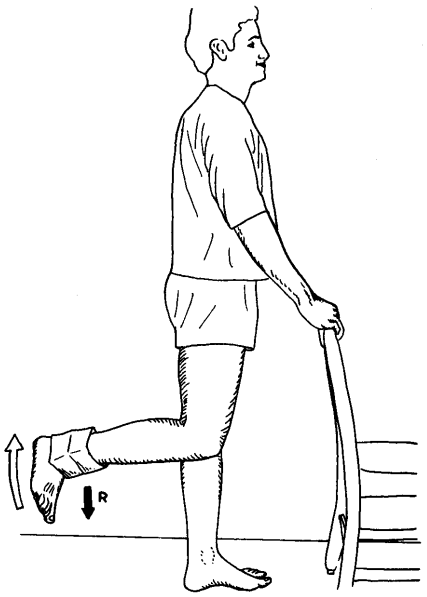


Figura 12.9. Flexiones de isquiotibiales: ejercicios de resistencia para los músculos flexores de la rodilla con el paciente de pie. La resistencia máxima se produce con la rodilla flexionada 90 grados.

empieza a flexionarse a 0 grados. Para fortalecer excéntricamente los isquiotibiales, el paciente hace bajar la tobillera y extiende por completo la rodilla. Si las flexiones de isquiotibiales se realizan en decúbito prono empleando resistencia manual, puede aplicarse un sistema de poleas lastradas o equipamiento isocinético para los flexores de la rodilla en toda la amplitud de la flexión de la rodilla.

(3) ***Precaución***: Las flexiones de isquiotibiales en cadena cinética abierta realizadas con resistencia impuesta sobre el extremo distal de la tibia causa traslación posterior de la tibia. Los pacientes con una lesión o reconstrucción del LCP deberían evitar este ejercicio durante los primeros estadios de la rehabilitación.

C. Técnicas para desarrollar fuerza, estabilidad, y control con el peso en carga

Los ejercicios progresivos en cadena cinética cerrada son beneficiosos para activar y preparar la musculatura de la extremidad inferior con el fin de responder en patrones funcionales específicos. A medida que el cuádriceps se contrae excéntricamente para controlar la flexión de la rodilla, o se contrae concéntricamente para extender la rodilla, los isquiotibiales y sóleo funcionan estabilizando la tibia ante la fuerza de traslación hacia delante del cuádriceps en la articulación de la rodilla así como ayudar a controlar el momento de la flexión de la rodilla generado por la gravedad. Esta sinergia proporciona apoyo a los ligamentos cruzados.[77] Además, como la cadera se extiende y el tobillo se mueve en flexión plantar mientras se extiende la rodilla (y viceversa) durante actividades en cadena cinética cerrada, los isquiotibiales y gemelos biarticulares y el sóleo monoarticular mantienen relaciones favorables de longitud-tensión durante la acción de la cadera y el tobillo, respectivamente.

En un programa de rehabilitación, los ejercicios en cadena cinética cerrada pueden incorporarse dentro de un régimen de ejercicio tan pronto como el peso en carga parcial o total sea seguro. Los ejercicios de fortalecimiento en cadena cinética cerrada generan menos fuerzas de cizallamiento sobre los ligamentos de la rodilla, en particular los de traslación anterior de la tibia, que las actividades de fortalecimiento del cuádriceps en cadena cinética abierta.[26] Por tanto, puede añadirse resistencia a las actividades en cadena cinética cerrada con mayor rapidez después de una lesión u operación que los ejercicios en cadena cinética abierta mientras se siguen protegiendo estructuras como el LCA. Clínicamente, los ejercicios en cadena cinética cerrada permiten al paciente desarrollar fuerza, resistencia y estabilidad de la extremidad inferior en patrones funcionales bastante antes después de una lesión u operación de rodilla que los ejercicios en cadena cinética abierta. La progresión de los ejercicios en cadena cinética cerrada descritos en el capítulo 11 también se usa adecuadamente en los programas de rehabilitación de la rodilla.

Si el paciente no tolera la carga total, se inician ejercicios en las barras paralelas o en una piscina para descargar parcialmente el peso del cuerpo. Durante la fase de curación después de procedimientos quirúrgicos o ante problemas álgicos en la porción anterior de la rodilla, hay que inmovilizar, vendar o proteger la rodilla con una ortesis mientras se haga ejercicio. Los ejercicios se inician dentro del nivel de tolerancia del paciente cuando hay control completo y no se exacerban los síntomas.

1. Ejercicios isométricos en cadena cinética cerrada

a. E*jercicios estáticos* (para facilitar la cocontracción del cuádriceps y los isquiotibiales).

Posición del paciente: sentado en una silla con la rodilla extendida o ligeramente flexionada y el talón apoyado en el suelo.

(1) El paciente ejerce presión con el talón contra el suelo y con el muslo contra el asiento de la silla y se concentra en contraer simultáneamente el cuádriceps y los isquiotibiales para facilitar la cocontracción en torno a la articulación de la rodilla. Se mantiene la contracción muscular, se relaja y se repite la operación.

(2) La cocontracción puede aprenderse con mayor facilidad o mejorar con *biofeedback*.

b. E*stabilización rítmica*.

(1) Posición del paciente: de pie en carga bilateral. Se aplica resistencia manual sobre la pelvis en varias direcciones mientras el paciente mantiene la posición. Esto facilita la contracción isométrica de los músculos de los tobillos, rodillas, caderas y tronco.

(2) Se avanza en la dificultad de la actividad de estabilización rítmica haciendo que el paciente cargue el peso sólo sobre la extremidad inferior implicada mientras se aplica resistencia.

c. E*jercicios isométricos en cadena cinética cerrada con resistencia elástica*.

Posición del paciente: de pie sobre la extremidad afectada con resistencia elástica ejercida en torno al muslo de la extremidad contraria y asegurada a un objeto estable. Ver figs. 11.13A y B.

(1) El paciente flexiona y extiende la cadera de la extremidad inferior sin carga para facilitar la contracción de los músculos y la estabilidad de la pierna en carga.

(2) Este ejercicio en cadena cinética cerrada también facilita el aferente propioceptivo y el equilibrio sobre la extremidad inferior (afectada) en carga.

2. Ejercicios dinámicos en cadena cinética cerrada

a. E*xtensión final y unilateral de la rodilla en cadena cinética cerrada*

Posición del paciente: de pie con resistencia elástica ejercida en torno al extremo distal del muslo y asegurado a una estructura estática (fig. 12.10). El paciente practica activamente la extensión final de la rodilla con la extremidad implicada en carga parcial o completa.

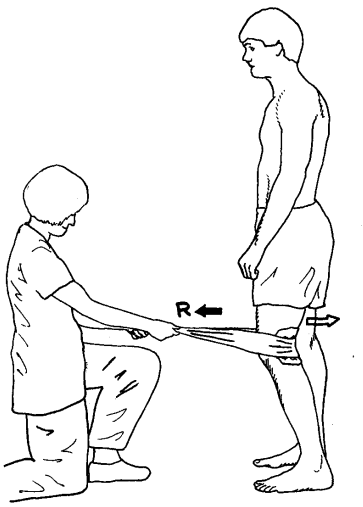


Figura 12.10. Extensión unilateral en cadena cinética cerrada.

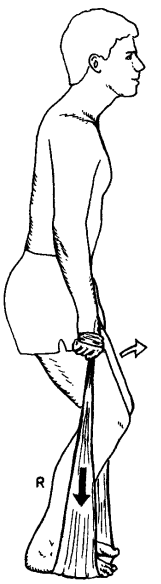


Figura 12.11. Minisentadillas resistidas; preparación al recorrido externo y cadena cerrada. La resistencia elástica para la extensión de la rodilla la aporta el movimiento en el recorrido externo. Es más importante usar el músculo cuádriceps que sustituirlo por los isquiotibiales para su correcto fortalecimiento.

b. M*inisentadillas; preparación al recorrido externo*

(1) Se empieza haciendo que el paciente permanezca de pie y doble ambas rodillas hasta 30-45 grados, para luego extenderlas. Se avanza usando resistencia elástica asegurada debajo de los pies (fig. 12.11) o aguantando pesas en las manos. El paciente debe mantener el tronco erguido y concentrarse en la sensación de la contracción del cuádriceps, no ejerciendo tracción hacia atrás sobre el fémur con los músculos extensores de la cadera.

(2) Se aumenta la dificultad de las sentadillas con mayores amplitudes de la flexión de la rodilla durante la fase de rehabilitación si fuera necesario para la función del paciente.

NOTA: Agacharse puede realizarse de una o dos formas, cada una con efectos positivos y negativos. Hacer que las rodillas se muevan en sentido anterior a los dedos del pie mientras las caderas descienden aumenta las fuerzas de cizallamiento sobre la tibia y distiende el LCA. Esto puede ser peligroso si el paciente se agacha mientras lleva considerable peso o después de una operación del LCA. Sin embargo, es un método más normal para agacharse y mantener el equilibrio sobre la base de apoyo. Agacharse, como para sentarse en una silla, donde la tibia permanece relativamente vertical, exige mayor flexión del tronco para mantener el equilibrio y provoca una mayor contracción del cuádriceps para sostener la carga de la pelvis posterior al eje de la rodilla en un ángulo en el que las cargas compresivas sobre la rótula son grandes. No obstante, este método reduce la tensión sobre el LCA. La elección del método debe basarse en los síntomas y la afección del paciente.

(3) Se aumenta la dificultad del ejercicio realizando mini-sentadillas unilaterales resistidas.

(4) NOTA: Se ha sugerido, aunque no se ha documentado en las investigaciones, que si se realizan sentadillas parciales con las piernas en ligera rotación externa, el músculo VM está en una línea óptima de tracción y tal vez se active más rápidamente.[5]

c. S*ubir y bajar escalones lateralmente, hacia delante y hacia atrás*

(1) Se empieza con un peldaño bajo y se aumenta la altura cuando el paciente sea capaz. Hay que asegurarse de que el paciente mantenga el tronco erguido.

(2) Se hace hincapié en el control del peso corporal durante la actividad concéntrica (subir escalones) y excéntrica (bajar escalones) del cuádriceps. Para potenciar el cuádriceps y reducir al mínimo la fase de despegue del pie con los flexores plantares de la extremidad, se pide al paciente que el talón sea el último en dejar el suelo y el primero en volver a tocarlo o "mantener los pies hacia arriba".

(3) Si la integridad de los ligamentos es buena, se añade resistencia con un cinturón lastrado, con mancuernas o tobilleras lastradas en torno a la pierna que no soporta el peso del cuerpo.

d. D*e pie, deslizamientos por la pared*

(1) Posición del paciente: de pie con la espalda contra la pared (ver fig. 11.15A). El paciente flexiona las caderas y rodillas, y se desliza hacia abajo y luego hacia arriba por la pared, levantando y bajando el peso del cuerpo.

(2) A medida que mejore el control, el paciente aumentará la flexión de la rodilla hasta un máximo de 60 grados. No se aboga por la flexión de la rodilla por encima de 60 grados con el fin de evitar fuerzas de cizallamiento excesivas sobre las estructuras ligamentarias de la rodilla y las fuerzas compresivas sobre la articulación femororrotuliana.

(3) Puede añadirse un entrenamiento isométrico haciendo que el paciente permanezca en una posición agachada (sentadilla parcial). Si el paciente es capaz, mantiene la sentadilla parcial y extiende alternativamente una pierna y luego la otra.

(4) Los deslizamientos por la pared se realizan con un balón gimnástico detrás de la espalda para reducir la estabilidad y requieren más control (ver fig. 11.15B).

e. T*ijeras parciales y completas*

(1) Posición del paciente: zancada hacia delante con el peso apoyado en el pie adelantado. El paciente bascula el peso del cuerpo hacia delante, dejando que la rodilla se flexione ligeramente, y luego bascula hacia atrás y controla la extensión de la rodilla.

(2) Aumenta la dificultad con tijeras completas (ver fig. 11.14). El paciente comienza con los pies juntos, luego da una zancada amplia hacia delante con la extremidad implicada, empezando con una pequeña zancada y una escasa cantidad de flexión de la rodilla, y vuelve a la posición erguida extendiendo la rodilla y llevando luego el pie hacia atrás junto al otro pie. Se enseña al paciente a mantener la rodilla flexionada alineada con los dedos del pie y no se flexiona más allá de una línea vertical que empieza en los dedos del pie. A medida que el paciente adquiere el control, aumenta la longitud de la zancada y, por tanto, se incrementa la flexión de la rodilla. Pueden añadirse pesas al tronco o llevarlas el paciente en las manos para su fortalecimiento progresivo. La velocidad de la actividad también aumenta a medida que mejora el control.

D. Técnicas para estimular las actividades funcionales, aumentar la resistencia muscular y avanzar en la especificidad del entrenamiento

Las actividades descritas con anterioridad aumentan su dificultad con resistencia para lo cual aumenta el número de repeticiones o el tiempo en cada nivel de resistencia. Una vez desarrollado el control, se hace hincapié en la coordinación, la sincronización y la adquisición de habilidades específicas para la actividad deseada del paciente.

1. Entrenamiento de la fuerza y la resistencia muscular

El equipamiento mecánico como el press de piernas, el tapiz rodante, la bicicleta estática y las unidades de step son útiles para el entrenamiento de la fuerza y la resistencia muscular, y aporta retroalimentación (*feedback*) motivadora al paciente.

2. Actividades de preparación física de bajo impacto

Actividades como nadar y caminar están pensadas para la preparación física general y se gradúan según la tolerancia del paciente.

3. Actividades de equilibrio

Se emplea un entrenamiento sobre una tabla de equilibrio o de deslizamiento para estimular la propiocepción, el equilibrio, la coordinación y la agilidad.

4. Ejercicios pliométricos (fig. 12.12)

Los ejercicios de estiramiento-acortamiento a gran velocidad, pensados para mejorar la potencia, son apropiados para pacientes seleccionados que tratan de volver a practicar actividades funcionales y recreativas de gran exigencia. Saltar desde distintas superficies y alturas y la incorporación de cambios direccionales en los movimientos también son elementos apropiados durante los estadios finales de la rehabilitación de la rodilla.

5. Prácticas

Correr, esprintar, saltar a la comba o sobre una minicama elástica, las prácticas de agilidad y las prácticas de simulación específicas de un deporte se inician y vigilan cuidadosamente para una progresión adecuada y una mecánica correcta.

6. Actividades para endurecer el trabajo

Para que el paciente vuelva a un trabajo de levantamientos repetitivos, es necesario el fortalecimiento de los músculos extensores de la cadera y los extensores de la rodilla para que la mecánica corporal sea buena. La progresión en las tareas de levantar objetos con sentadillas debe incluir también una buena mecánica corporal. Este aspecto se describe con mayor detalle en el capítulo 15.

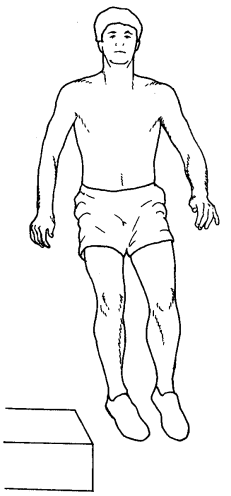


Figura 12.12. Entrenamiento pliométrico que emplea saltos laterales desde un peldaño. Cuando el paciente aterriza en el suelo, las caderas y rodillas se flexionan, para luego extenderse con rapidez y saltar el paciente sobre el peldaño. Esto genera una ligera elongación antes de acortarse el músculo cuádriceps.

IX. Resumen

Se ha pasado revista con brevedad a la anatomía y cinesiología de la estructura y función de la rodilla, como la relación tibiofemoral y femororrotuliana, la función de los músculos y el control muscular de la rodilla durante la marcha.

Se han subrayado las pautas para el tratamiento con ejercicio terapéutico de los problemas musculoesqueléticos frecuentes como lesiones articulares, musculares, de menisco y ligamentarias, así como los procedimientos quirúrgicos normales para la rodilla, y las técnicas para el tratamiento pre- y postoperatorio. También se han descrito los parecidos y las diferencias en el tratamiento de los distintos procedimientos quirúrgicos y las precauciones durante el ejercicio.

En este capítulo se han descrito e ilustrado las técnicas de estiramiento y los procedimientos de fortalecimiento y preparación de los músculos en cadena cinética abierta y cerrada, estáticos y dinámicos para la región de la rodilla.

Bibliografía

1. Amiel, D, Kleiner JB, y Akeson, WH: "The natural history of the anterior cruciate ligament autograft of patellar tendon origin". *Am J Sports Med* 14:449-462, 1986.
2. Antich, TJ, y Brewster, CE: "Modification of quadriceps femoris muscle exercises during knee rehabilitation". *Phys Ther* 66:1246, 1986.
3. Arthritis & Rheumatism Council, British Orthopaedic Association: "Controlled trial of synovectomy of the knee and MCP joints in rheumatoid arthritis". *Ann Rheum Dis* 35:437, 1976.
4. Basso, DM, y Knapp, L: "Comparison of two continuous passive motion protocols for patients with total knee implants". *Phys Ther* 67:360, 1987.
5. Bennett, JG: "Rehabilitation of patellofemoral joint dysfunction". En Greenfield, BH (ed): *Rehabilitation of the Knee: A Problem-Solving Approach*. FA Davis, Filadelfia, 1993.
6. Blackburn, TA, Eiland, WG, y Bandy, WG: "An introduction to the plica". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 3:171, 1982.
7. Boyce, DA, y Hanley, ST: "Functional based rehabilitation of the knee after partial meniscectomy or meniscal repair". *Orthopedic Physical Therapy Clinics of North America* 3:555-574, 1994.
8. Brewster, CE, Moynes, DR, y Jobe, FW: "Rehabilitation for anterior cruciate reconstruction". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 5:121, 1983.
9. Brown, DE, Alexander, AH, y Lichtman, DM: "The Elmslie-Trillat procedure: Evaluation in patellar dislocation and subluxation". *Am J Sports Med* 12:104-109, 1984.
10. Brownstein. BA, Lamb, RL, y Mangine, RE: "Quadriceps, torque, and integrated electromyography". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 6:309, 1985.
11. Cailliet, R: *Knee Pain and Disability*, ed 3. FA Davis, Filadelfia, 1992.
12. Campbell, D, y Glenn, W: "Rehabilitation of knee flexor and knee extensor muscle strength in patients with meniscectomies, ligamentous repairs and chondromalacia". *Phys Ther* 62:10, 1982.
13. Clancy, WG, Shelbourne, KD, y Zoellner, GB: "Treatment of knee joint stability secondary to rupture of the posterior cruciate ligament. Report of a new procedure". *J Bone Joint Surg Am* 65:310, 1983.
14. Convery, RF: "Total knee arthroplasty. Indications, evaluation and post-operative management". *Clin Orthop* 94:42, 1973.
15. Costill, DL, Fink, WJ, y Habansky, AJ: "Muscle rehabilitation after knee surgery". *The Physician and Sportsmedicine* 5:71, 1977.
16. Coutts, RD, y otros: "The effect of muscle stimulation in the rehabilitation of patients following total knee replacement". En Rand, JA, y Dorr, LD (eds): *Total Arthroplasty of the Knee: Proceedings of the Knee Society*, 1985-1986. Aspen Publishers, Rockville, MD, 1987.
17. Coventry, MB, y otros: "A new geometric knee for total knee arthroplasty". *Clin Orthop* 83:157, 1972.
18. Cyriax, J: *Textbook of Orthopaedic Medicine*, Vol 1. "Diagnosis of Soft Tissue Lesions", ed 8. Bailliere Tindall, Londres, 1982.
19. Davies, G, Malone, T, y Bassett, F: "Knee examination". *Phys Ther* 60:1565, 1980.
20. DeHaven, KE: "Rationale for meniscus repair or excision". *Clin Sports Med* 4:267-273, 1985.
21. Depalma, BF, y Zelko, RR: "Rehabilitation following anterior cruciate ligament surgery". *Athletic Train* 21:200, 1986.
22. Dietrichson, J, y Souryal, TO: "Preoperative and postoperative rehabilitation of anterior cruciate ligament tears". *Orthopedic Physical Therapy Clinics of North America* 3:539-554, 1994.
23. Doucette, SA, y Goble, EM: "The effect of exercise on patellar tracking in lateral patellar compression syndrome". *American Journal of Sports Medicine* 20:434, 1992.
24. Drez, D, y otros: "In vivo measurement of anterior tibial translation using continuous passive motion devices". *American Journal of Sports Medicine* 19:381, 1991.
25. Ecker, ML, y Lotke, PA: "Postoperative care of the total knee patient". *Orthopedic Physical Therapy Clinics of North America* 20:55, 1989.
26. Einhorn, AR, Sawyer, M, y Tovin B: "Rehabilitation of intra-articular reconstructions". En Greenfield, BH (ed): *Rehabilitation of the Knee: A Problem-Solving Approach*. FA Davis, Filadelfia, 1993.
27. Eng, JJ, y Peirrynowsk, MR: "Evaluation of soft foot orthotics in the treatment of patellofemoral pain syndrome". *Phys Ther* 73:840, 1993.
28. Engle, RP, Meade, TD, y Canner, GC: "Rehabilitation of posterior cruciate ligament injuries". En Green-

field, BH (ed): *Rehabilitation of the Knee. A Problem-Solving Approach*, FA Davis, Filadelfia, 1993.

29. Fisher, NM, y otros: "Quantitative effects of physical therapy on muscular and functional performance in subjects with osteoarthritis of the knees". *Arch Phys Med Rehabil* 74:840, 1993.
30. Fortune, WP: "Lower limb joint replacement". En Nickel, VL (ed): *Orthopedic Rehabilitation*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1982.
31. Freeman, MAR: *Arthritis of the Knee: Clinical Features and Surgical Managment*. Springer-Verlag, Nueva York, 1980.
32. Goll, SR, Lotke, PA, y Ecker, ML: "Failure of CPM as prophylaxis against deep venous thrombosis after total knee arthroplasty". En Rand, JA, y Dorr, LD (eds): *Total Arthroplasty of the Knee*. Aspen Publishers, Rockville, MD, 1987.
33. Goodfellow, J, Hungerford, D, y Woods, C: "Patellofemoral joint mechanics and pathology of chondromalacia patellae". *J Bone Joint Surg Br* 58:291, 1976.
34. Gose, JC: "CPM in the postoperative treatment of patients with total knee replacements". *Phys Ther* 67:39, 1987.
35. Greene, B: "Rehabilitation after total knee replacement". En Greenfield, BH (ed): *Rehabilitation of the Knee: A Problem-Solving Approach*. FA Davis, Filadelfia, 1993.
36. Grood, ES, y otros: "Biomechanics of the knee: Extension exercise". *J Bone Joint Surg Am* 66:725, 1984.
37. Gryzlo, SM, y otros: "Electromyographic analysis of knee rehabilitation exercises". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 20:36, 1994.
38. Gunston, FH: "Complications of polycentric knee arthroplasty". *Clin Orthop* 120:11, 1976.
39. Gunston, FH: "Polycentric knee arthroplasty: Prosthetic stimulation of normal knee movement". *J Bone Joint Surg Br* 53:272, 1971.
40. Harrelson, GL: "Knee rehabilitation". En Andrews, JR, y Harrelson, GL (eds): *Physical Rehabilitation of the Injured Athlete*. WB Saunders, Filadelfia, 1991.
41. Helfet, AJ: *Disorders of the Knee*. JB Lippincott, Filadelfia, 1982.
42. Hoppenfeld, S: *Physical Examination of the Spine and Extremities*. Appleton-Century-Crofts, Nueva York, 1976.
43. Hungerford, DS, Krackhow, KA, y Kenna, RV: "Two to five years experience with cementless, porous-coated total knee prosthesis". En Rand, JA, y Dorr, LD (eds): *Total Arthroplasty of the Knee*. Aspen Publishers, Rockville, MD, 1987.
44. Hungerford, DS, Kenna, RY, y Krackhow, KA: "The porous-coated anatomic total knee". *Orthopedic Physical Therapy Clinics of North America* 13:103, 1982.
45. Hyde, SA: *Physiotherapy in Rheumatology*. Blackwell Scientific, Oxford, 1980.
46. Insall, JN: *Surgery of the Knee*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1984.
47. Jaramillo, J, Worrell, TW, y Ingersoll, CD: "Hip isometric strength following knee surgery". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 20:160-165, 1993.
48. Johnson, DP: "The effect of continuous passive motion on wound healing and joint mobility after knee arthroplasty". *J Bone Joint Surg Am* 72:421, 1990.
49. Kapandji, IA: *The Physiology of the Joints*, Vol II. Churchill-Livingstone, Edimburgo, 1970.
50. Karst, GM, y Jewert, PD: "Electromyographic analysis of exercises proposed for differential activation of medial and lateral quadriceps femoris muscle components". *Phys Ther* 73:286-295, 1993.
51. Kluge, L: "The Walldius prosthesis: A total treatment program". *Phys Ther* 52:26, 1972.
52. Kegerreis, S, Malone, T, y Ohnson, F: "The diagonal medical plica: An underestimated clinical entity". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 9:305, 1988.
53. King, S, y Butterwick, D: "The anterior cruciate ligament: A review of recent concepts". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 8:110, 1986.
54. Kuland, DN: *The Injured Athlete*, 2 ed. JB Lippincott, Filadelfia, 1988.
55. Lemkuhl, LD, y Smith, LK: *Brunnstrom's Clinical Kinesiology*, 4 ed. FA Davis, Filadelfia, 1983.
56. Lennington, KR, y Yanchuleff, TT: "The use of isokinetics in the treatment of chondromalacia patellae: A case report". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 4:176, 1983.
57. Lynch, PA, y otros: "Deep venous thrombosis and continued passive motion after total knee arthroplasty". *J Bone Joint Surg Am* 70:11, 1988.
58. MacIntosh, DL, y Hunter, GA: "The use of the hemiarthroplasty prosthesis for advanced osteoarthritis and rheumatoid arthritis of the knee". *J Bone Joint Surg Br* 54:244, 1972.
59. MacIntosh, DL: "Hemiarthroplasty of the knee using a space-occupying prosthesis for painful varus and valgus deformities". *J Bone Joint Surg Am* 40:1431, 1958.
60. Malone, TR, y Garrett, WE: "Commentary and historical perspective of anterior cruciate ligament reha-

bilitation". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 15:265-269, 1992.

61. Manske, PR, y Gleason, P: "Rehabilitation program following polycentric total knee arthroplasty". *Phys Ther* 57:915, 1977.
62. McCarthy, MR, y otros: "The effects of immediate continuous passive motion on pain during the inflammatory phase of soft tissue healing following anterior cruciate ligament reconstruction". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 17:96-101, 1993.
63. McConnell, J: "The management of chondromalacia patellae: A long term solution". *Australian Journal of Physiotherapy* 32:215, 1986.
64. McConnell, J: *McConnell Institute Workshop on Management of Patella femoral pain*. Columbus, OH, 1994.
65. McInnes, J, y Larson, M: "A controlled evaluation of continuous passive motion in patients undergoing total knee arthroplasty". JAMA 268:1423-1428, 1992.
66. McKeaver, DC: "Tibial plateau prosthesis". *Clin Orthop* 18:86, 1960.
67. Melvin, J: *Rheumatic Disease: Occupational Therapy and Rehabilitation*, 2 ed. FA Davis, Filadelfia, 1982.
68. Merriweather, R: "Total knee replacement: The Walldius arthroplasty". *Orthopedic and Physical Therapy Clinics of North America* 4:585, 1973.
69. Metcalf, RW: "An arthroscopic method for lateral release of the subluxating or dislocating patella". *Clin Orthop* 167:9, 1982.
70. Miller, J: "Fixation in total knee arthroplasty". En Insall, JN (ed): *Surgery of the Knee*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1984.
71. Morrey, RD, y Kavanagh, BF: "Cementless joint replacement: Current status and future". *Bull Rheum Dis* 37:1, 1987.
72. Newman, AP: "Synovectomy". En Sledge, CB, y otros (eds): *Arthritis Surgery*. WB Saunders, Filadelfia, 1994.
73. Norkin, C, y Levangie, P: "Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis". FA Davis, Filadelfia, 1983.
74. *Normal and Pathological Gait Syllabus*. Physical Therapy Department, Rancho Los Amigos Hospital, Downey, CA, 1977.
75. Noyes, FR, y Mangine, RE: "Early knee motion after open and arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction". *Am J Sports Med* 15:149, 1987.
76. Outerbridge, RE, y Dunlop, J: "The problem of chondromalacia patellae". *Clin Orthop Rel Res* 110:177, 1975.
77. Palmitier, RA, y otros: "Kinetic chain exercises in knee rehabilitation". *Sports Med* 11:402, 1991.
78. Paradis, D, y Hamlin, C: "Geometric and polycentric knee prosthesis". *Phys Ther* 53:762, 1973.
79. Paulos, L, y otros: "Knee rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction and repair". *American Journal of Sports Medicine* 9:140, 1981.
80. Paulos, L, y otros: "Patellar malalignnent: A treatment rationale". *Phys Ther* 60:1624, 1980.
81. Rand, JA, Bryan, RS, y Chao, EYS: "A comparison of cemented versus cementless porous-coated anatomic total knee arthroplasty". En Rand, JA, y Dort, LD (eds): *Total Arthroplasty of the Knee*. Aspen, Rockville, MD, 1987.
82. Rand, JA, y Dorr, LD (eds): *Total Arthroplasty of the Knee: Proceedings of the Knee Society*, 1985-1986. Aspen, Rockville, MD, 1987.
83. Riegler, HF: "Recurrent dislocations and subluxations of the patella". *Clin Orthop* 227:201-209, 1988.
84. Sandor, SM, Hart, JAL, y Oakes, BW: "Case study: Rehabilitation of a surgically repaired medial collateral knee ligament using a limited motion cast and isokinetic exercise". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 7:154, 1986.
85. Scaepanski, TL, y otros: "Effect of contraction type, angular velocity, and arc of motion on VMO:VL EMG ratio". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 14:256, 1991.
86. Seto, JL, y Brewster CE: "Rehabilitation of meniscal injuries". En Greenfield, BH: *Rehabilitation of the Knee: A Problem-Solving Approach*. FA Davis, Filadelfia, 1993.
87. Seto, JL, Brewster, CE, Lomardo, SJ, y Tibone, JE: "Rehabilitation of the knee after anterior cruciate ligament reconstruction". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 11:8-18, 1989.
88. Shelbourne, KD, y Nitz, P: "Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 15:256-264, 1992.
89. Shelton, CL, y Thigpen LK: "Rehabilitation of patellofemoral dysfunction". A *review of literature*. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 14:143, 1991.
90. Shoji, H, y Solomonov, M: "Factors affecting postoperative flexion in total knee arthroplasty". *Clin Orthop* 13:643-649, 1990.
91. Skolnick, MD, Coventry, MB, y Ilstrop, CM: "Geometric total knee arthroplasty". *J Bone Joint Surg Am* 58:749, 1976.

92. Smidt, GL, Albright, JP, y Deusinger, RH: "Pre- and post-operative functional changes in total knee patients". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 6:25, 1984.

93. Sodeberg, GL, y Cook, TM: "An electromyographic analysis of quadriceps femoris muscle setting and straight leg raising". *Phys Ther* 63:1434-1438, 1983.

94. Sonstegard, D, y otros: "The surgical replacement of the human knee joint". *Scientific American* 238:1, 1978.

95. Spencer, JD, Hayes, KC, y Alexander, IJ: "Knee joint effusion and quadriceps reflex inhibition in man". *Arch Phys Med Rehabil* 65:171, 1984.

96. Sprague, R: "Factors related to extension lag at the knee joint". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 3:178, 1982.

97. Steindler, A: *Kinesiology of the Human Body Under Normal and Pathological Conditions*. Charles C Thomas, Springfield, IL, 1955.

98. Stone, RC, Frewin, PR, y Gonzales, S: "Long term assessment of arthroscopic meniscus repair. A two to Six year follow-up study". *Arthroscopy* 6:73, 1990.

99. Stratford, P: "Electromyography of the quadriceps femoris muscles in subjects with normal and acutely effused knees". *Phys Ther* 62:279, 1982.

100. Tamburello, y otros: *Patella hypomobility as a cause of extensor lag*. Research presentation, Overland Park, KS, mayo 1985.

101. Timm, RE, y Patch, DG: "Case study: Use of Cybex II velocity spectrum in the rehabilitation of postsurgical knees". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 6:347, 1985.

102. Tovin, BJ, y otros: "Comparison of the effects of exercise in water and on land on the rehabilitation of patients with intraarticular anterior cruciate ligament reconstructions". *Phys Ther* 74:710-719, 1994.

103. Voight, ML, y Wieder, DL: "Comparative reflex response times of vastus medialis obliques and vastus lateralis in normal subjects and subjects with extensor mechanism dysfunction". *American Journal of Sports Medicine* 19:131, 1991.

104. Walldius, B: "Arthroplasty of the knee using an endoprosthesis". *Acta Orthop Scand* 30:137, 1960.

105. Waters, EA: "Physical therapy management of patients with total knee replacement". *Phys Ther* 54:936, 1974.

106. Waugh, T: "Arthroplasty rehabilitation". En Goodgold J (ed): *Rehabilitation Medicine*. CV Mosby, St Louis, 1988.

107. Wigren, A, y otros: "Isokinetic muscle strength and endurance after knee arthroplasty with the modular knee in patients with osteoarthritis and rheumatoid arthritis". *Scand J Rheumatol* 12:145, 1983.

108. Wilk, KE, y Andrews, JR: "Current concepts in the treatment of anterior cruciate ligament disruption". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 35:279, 1992.

109. Wilk, KE, y Andrews, JR: "The effects of pad placement and angular velocity on tibial displacemnent during isokinetic exercise". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 17:24, 1993.

110. Windsor, RE, y Insall, JN: "Surgery of the knee". En Sledge, CB, y otros (eds): *Arthritis Surgery*. WE Saunders, Filadelfia, 1994.

111. Woodall, W, y Welsh, J: "A biomechanical basis for rehabilitation programs involving the patellofemoral joint". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 11:535, 1990.

112. Woolf, CJ: "Generation of pain: Central mechanisms", *Br Med Bull* 47(3):523-533, 1991.

113. Zarins, B: "Arthroscopy and arthroscopic surgery". *Bull Rheum Dis* 34:1, 1984.

Capítulo

13

El tobillo y el pie

Las articulaciones y los músculos del tobillo y el pie están concebidos para aportar estabilidad así como movilidad a las estructuras terminales de la extremidad inferior. El pie debe soportar el peso del cuerpo en bipedestación, con un gasto mínimo de energía muscular. El pie también ha de adaptarse para absorber fuerzas y acomodarse a las superficies irregulares, y entonces debe ser capaz de convertirse en una palanca estructural rígida para impulsar el cuerpo hacia delante al caminar o al correr.

La anatomía y cinesiología del tobillo y el pie son complejas, pero es importante conocerlas bien para tratar con eficacia los problemas de esta área. La primera sección de este capítulo pasa revista a los puntos principales de estas áreas que el lector debe conocer y saber. Para mayor profundidad en las explicaciones, remitimos el lector a varios textos y artículos para el estudio del material.[2,17,19,21,28,34,36] El capítulo 7 presenta información sobre los principios del tratamiento; el lector debe estar familiarizado con el material antes de pasar adelante con el establecimiento de un programa de ejercicio terapéutico para el tobillo y el pie.

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, el lector podrá:

1. Identificar los aspectos importantes de la estructura y función del tobillo y el pie.

2. Establecer un programa de ejercicio terapéutico para tratar las lesiones articulares y de tejidos blandos de la región del tobillo y el pie relacionadas con los estadios de recuperación después de una lesión inflamatoria en los tejidos, reconociendo las circunstancias únicas de su tratamiento.

3. Establecer un programa de ejercicio terapéutico para tratar a los pacientes después de procedimientos quirúrgicos corrientes.

I. Revisión de la estructura y función del tobillo y el pie

A. Partes óseas (ver figs. 6.49 y 6.58)

1. La pierna

Tibia y peroné.

2. Retropié (segmento posterior)

Astrágalo y calcáneo.

3. Mesopié (segmento medio)

Navicular (escafoides), cuboides y las tres cuñas.

4. Antepié (segmento anterior)

Cinco metatarsianos y 14 falanges, que forman los 5 de-

dos del pie (3 falanges por cada dedo del pie, excepto en el caso del dedo gordo, que cuenta con dos falanges).

B. Movimientos del pie y el tobillo

1. Movimientos en planos primarios

a. El movimiento en el plano sagital es *dorsiflexión* (en dirección dorsal) y *flexión plantar* (en dirección plantar).

b. El movimiento en el plano frontal es *inversión* (giro hacia dentro) y *eversión* (giro hacia fuera).

c. El movimiento en el plano transverso es *abducción* (alejándose de la línea media) y *aducción* (hacia la línea media).

2. Movimientos en tres planos y en torno a ejes oblicuos

a. La *pronación* es una combinación de dorsiflexión, eversión y abducción.

b. La *supinación* es una combinación de flexión plantar, inversión y aducción.

NOTA: Los términos inversión y supinación, así como la eversión y pronación, son a menudo intercambiables.[36] Este manual emplea los términos definidos arriba.

C. Articulaciones y sus características[34]

1. Las articulaciones tibioperoneas

Anatómicamente, las articulaciones tibioperoneas superior e inferior están separadas del tobillo, pero aportan movimientos accesorios que permiten mayor movimiento al tobillo; la fusión o inmovilidad de estas articulaciones deteriora la función del tobillo.

a. *Articulación tibioperonea superior*

Articulación sinovial plana compuesta por la cabeza del peroné y una carilla en la cara posterolateral del borde del cóndilo de la tibia; la carilla se orienta en sentido posterior, inferior y lateral.

b. *Articulación tibioperonea inferior*

Sindesmosis con tejido fibroadiposo entre las dos superficies óseas; se sostiene el ligamento interóseo tibioperoneo crural y los ligamentos tibioperoneos anterior y posterior.

c. Con dorsiflexión y flexión plantar del tobillo, hay ligeros movimientos accesorios del peroné.[17]

(1) A medida que se produce la flexión plantar del tobillo, el maléolo lateral (peroné) gira medialmente y se ejerce tracción sobre él en sentido inferior, y los dos maléolos se aproximan. En la articulación superior, el peroné se desliza en sentido inferior. Lo contrario ocurre durante la dorsiflexión.

(2) A medida que el pie se mueve en supinación, la cabeza del peroné se desliza en sentido distal y posterior (rotación externa); en el caso de la pronación, la cabeza del peroné se desliza en sentido proximal y anterior (rotación interna).

2. Articulación del tobillo (tibioastragalina o talocrural)

Es una trocleartrosis apoyada por una mortaja estructuralmente fuerte y por los ligamentos colaterales medial (deltoideo) y lateral (ligamentos peroneoastragalinos anterior y posterior y ligamento calcaneoperoneo).

a. La superficie articular cóncava es la mortaja, compuesta por la porción distal de la tibia y los maléolos de la tibia y el peroné. El maléolo del peroné se extiende más distalmente que el maléolo de la tibia. Las superficies combinadas son congruentes con el cuerpo del astrágalo. La integridad de la mortaja depende de las articulaciones tibioperoneas y sus ligamentos asociados.

b. La superficie articular convexa es la cara superior del astrágalo. La superficie tiene forma de cuña, siendo más ancha en sentido anterior, y tiene también forma de cono, con el vértice orientado medialmente. Como resultado, cuando el pie se mueve en dorsiflexión, el astrágalo también se mueve en abducción y ligera eversión; y cuando el pie se mueve el flexión plantar, el astrágalo también se mueve en aducción y ligera inversión sobre un eje oblicuo.

c. Con los movimientos fisiológicos del pie, el astrágalo se desliza en dirección contraria.

Movimiento fisiológico	***Dirección del deslizamiento del astrágalo***
Dorsiflexión	Posterior
Flexión plantar	Anterior

3. Articulación subastragalina (astragalocalcánea)

Es ésta una articulación uniaxial con un eje oblicuo de movimiento que se sitúa aproximadamente a 42 grados del plano transverso, y a 16 grados del plano sagital, que permite al calcáneo mover en pronación y supinación en un movimiento de tres planos sobre el astrágalo. La inversión del plano frontal (giro del talón hacia dentro) y la eversión (giro del pie hacia fuera) puede aislarse sólo con movimiento pasivo. La articulación subastragalina

se sostiene con los ligamentos colaterales medial y lateral, que apoyan la articulación tibioastragalina; el ligamento astragalocalcáneo interóseo en el túnel del tarso, y los ligamentos astragalocalcáneos posterior y lateral. En las actividades en cadena cinética cerrada, la articulación atenúa las fuerzas rotatorias entre la pierna y el pie de modo que, normalmente, no se produce un giro excesivo hacia dentro y afuera.

a. Hay tres articulaciones entre el astrágalo y el calcáneo; la posterior está separada de la anterior y la media por el seno del tarso. El seno divide la articulación subastragalina en dos cavidades articulares.

b. La articulación posterior cuenta con su propia cápsula; la carilla de la porción inferior del astrágalo es cóncava, mientras que la carilla opuesta sobre el calcáneo es convexa.

c. Las articulaciones anteriores están encerradas en la misma cápsula que la articulación astragalonavicular formando la articulación *astragalocalcaneonavicular*. Funcionalmente, estas articulaciones operan juntas. Las carillas de las articulaciones anterior y media sobre el astrágalo son convexas, mientras que las carillas opuestas sobre el calcáneo son cóncavas.

d. Durante los movimientos fisiológicos de la articulación subastragalina, la porción posterior convexa del calcáneo se desliza en dirección contraria al movimiento; las carillas anterior y media cóncavas sobre el calcáneo se deslizan en la misma dirección.

Movimiento fisiológico	***Dirección del deslizamiento de la articulación posterior***
Supinación con inversión	Lateral
Pronación con eversión	Medial

4. Articulación astragalonavicular

Anatómica y funcionalmente parte de la articulación astragalocalcaneonavicular, esta articulación se sostiene con los ligamentos calcaneonavicular, deltoideo, bifurcado y astragalonavicular dorsal. Los movimientos en tres planos del navicular sobre el astrágalo funcionan con la articulación subastragalina, lo cual genera pronación y supinación. En el caso de la pronación, los movimientos accesorios del navicular son deslizamiento dorsal con abducción y eversión. En el caso del pie en carga esto se produce mientras la cabeza del astrágalo desciende en sentido plantar y medial, lo cual genera un pie flexible y reduce el arco longitudinal medial. Los movimientos accesorios opuestos se producen durante la supinación, lo cual dota al pie de rigidez y aumenta el arco longitudinal medial.

a. La cabeza del astrágalo es convexa; la superficie articular proximal del navicular es cóncava.

b. Durante los movimientos fisiológicos del pie, el navicular se desliza en la misma dirección que el movimiento del antepié.

c. En el caso del pie en carga (cadena cinética cerrada), los movimientos del astrágalo y el navicular se dan en direcciones opuestas, por lo que si la cabeza del astrágalo desciende en sentido plantar y gira medialmente, el navicular se desliza dorsalmente y gira lateralmente.

Movimiento fisiológico del pie	***Dirección del deslizamiento del navicular sobre la cabeza del astrágalo***
Supinación	Plantar (y medial)
Pronación	Dorsal (y lateral)

5. Articulación transversa del tarso

Es una articulación funcionalmente compuesta que contiene a nivel anatómico las articulaciones distinguibles astragalonavicular y calcaneocuboidea.

a. A*rticulación astragalonavicular* (ver 4 antes).

b. La *articulación calcaneocuboidea* es una articulación sellar. La superficie articular del calcáneo es convexa en dirección dorsal a plantar, y cóncava en dirección medial a lateral; la superficie articular del cuboides es recíprocamente cóncava y convexa.

c. La articulación transversa del tarso participa en las actividades de pronación-supinación en tres planos del pie y genera movimientos compensatorios para acomodarse a las variaciones del terreno. Son movimientos accesorios pasivos abducción-aducción, inversión-eversión y deslizamiento dorsoplantar.

6. Las restantes articulaciones intertarsianas y tarsometatarsianas

Son articulaciones artrodiales cuyas funciones refuerzan las del retropié (ver sección D).

7. Las articulaciones metatarsofalángicas (MTF) e interfalángicas (IF) de los dedos del pie

Estas articulaciones son las mismas que las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas de la mano excepto en que, en los dedos del pie, la amplitud de extensión es más importante que la de flexión (lo contrario sucede en la mano). La extensión de las articulaciones MTF es necesaria para caminar normalmente. Además,

el dedo gordo no funciona por separado como ocurre con el pulgar.

D. Relaciones funcionales del tobillo y el pie[34]

1. Normalmente, existe torsión externa en la tibia, por lo que la mortaja del tobillo se orienta aproximadamente 15 grados hacia fuera.[13] Durante la dorsiflexión, el pie asciende un poco lateralmente; durante la flexión plantar, el pie desciende medialmente. La dorsiflexión es la posición estable y bloqueada de la articulación tibioastragalina. La flexión plantar es la posición de flexión. Esta articulación es más vulnerable a las lesiones cuando se camina sobre tacones altos por la posición menos estable de flexión plantar.

2. En el caso de un pie en carga y en movimiento en cadena cinética cerrada, la supinación de las articulaciones subastragalina y transversa del tarso con un giro de pronación del antepié (flexión plantar del I metatarsiano y dorsiflexión del V) aumenta el arco del pie y es la posición estable o del bloqueo de las articulaciones del pie. Ésta es la posición que adopta el pie cuando se necesita una palanca rígida para impulsar el cuerpo hacia delante durante la fase de despegue del pie en la deambulación.

3. Durante la fase en carga, la pronación de las articulaciones subastragalina y transversa del tarso hace que disminuya el arco del pie, y se aprecia supinación relativa del antepié con dorsiflexión del I metatarsiano y flexión plantar del V. Ésta es la posición móvil o de flexión del pie, y se adopta cuando el pie absorbe el impacto del peso en carga y las fuerzas rotatorias del resto de la extremidad inferior y cuando el pie se adapta a la forma del terreno.

4. En el caso del pie en carga, el movimiento subastragalino y la rotación de la tibia son interdependientes. La supinación de la articulación subastragalina genera o está causada por la rotación lateral de la tibia y, por el contrario, la pronación de la articulación subastragalina provoca o está causada por la rotación medial de la tibia.

5. Los arcos del pie se visualizan como una lámina osteoligamentaria torcida, siendo las cabezas de los metatarsianos el borde anterior y orientado horizontalmente de la lámina, y siendo el calcáneo el borde posterior de orientación vertical. La torsión crea los arcos longitudinal y transverso. Cuando el pie está en carga, la lámina tiende a enderezarse y los arcos se aplanan ligeramente.

a. El sostén primario de los arcos procede del ligamento calcaneonavicular, con apoyo adicional del ligamento plantar largo, la aponeurosis plantar y el ligamento calcaneocuboideo plantar. Durante la fase de despegue de la marcha, cuando el pie adopta flexión plantar y supinación, y las articulaciones metatarsofalángicas se extienden, el aumento de la tensión cae sobre la aponeurosis plantar, lo que ayuda a aumentar el arco (efecto de torno).

b. En el pie estático normal, los músculos hacen poco por sustentar los arcos. Contribuyen a mantenerlos durante la deambulación.

6. Una persona con deformidad en varo del calcáneo (observado sin carga) tal vez se compense permaneciendo de pie en una postura de pronación (o eversión) del calcáneo. P*ie plano o pie en pronación* son términos a menudo intercambiables para designar la postura de pronación del retropié y la reducción del arco longitudinal medial. P*ie cavo* y *pie en supinación* describen un pie de arco elevado.[36]

E. Función de los músculos del tobillo y el pie

1. La flexión plantar está causada principalmente por el músculo gastrocnemio biarticular y por el músculo monoarticular sóleo; se insertan en el calcáneo mediante el tendón de Aquiles.

2. Otros músculos que pasan en sentido posterior al eje de movimiento de la flexión plantar contribuyen poco a ese movimiento, si bien tienen otras funciones.

a. El músculo tibial posterior es un poderoso supinador e inversor que ayuda a controlar e invertir la pronación durante la marcha.

b. Los músculos flexores largo del dedo gordo y largo de los dedos flexionan los dedos del pie y ayudan a sustentar el arco longitudinal medial. Para prevenir los dedos en garra (extensión MTF con flexión IF), los músculos intrínsecos también deben funcionar en las articulaciones MTF.

c. Los músculos peroneos largo y corto mueven el pie en eversión, y el peroneo largo sustenta los arcos transverso del tarso y longitudinal lateral.

3. La dorsiflexión del tobillo depende del músculo tibial anterior (que también mueve el tobillo en inversión), el extensor del dedo gordo y el extensor largo de los dedos (que también extienden los dedos) y el peroneo tercero.

4. Los músculos intrínsecos del pie se parecen a los de la mano en el funcionamiento de los dedos del pie (excepto en que no hay una función similar a la del pulgar en el pie), y también brindan su apoyo a los arcos plantares durante la marcha.

5. En bipedestación normal, la línea de gravedad cae anterior al eje de la articulación del tobillo, creando un momento de dorsiflexión. El músculo sóleo se contrae para contrarrestar el momento gravitacional mediante

su tracción sobre la tibia. Otros músculos extrínsecos del pie ayudan a estabilizarlo durante el balanceo ortostático.

6. El tobillo y el pie durante la marcha.[34,35]

a. Durante el ciclo normal de la marcha, el tobillo describe una amplitud de movimiento de 35 grados; se producen 15 grados de dorsiflexión al final del punto medio del ortostatismo y 20 grados de flexión plantar al final de la fase ortostática.

b. Funciones de amortiguamiento de choques, adaptación al terreno y propulsión del tobillo y el pie.

(1) Desde la fase de apoyo del talón hasta la fase plana del pie (respuesta a la carga), el músculo tibial anterior se contrae para controlar el pie cuando se posa en el suelo, y también para enderezar el antepié en su posición de flexión.[21] Toda la extremidad inferior gira hacia dentro, lo cual refuerza la posición flexora del pie. Con las articulaciones en una posición laxa, pueden adaptarse a las variaciones del contorno del terreno mientras el pie se aplana y absorbe parte de las fuerzas de impacto.

(2) Una vez el pie fijo en el suelo, se inicia la dorsiflexión mientras la tibia asciende sobre el pie; la tibia sigue girando internamente, lo cual refuerza la pronación de la articulación subastragalina y la posición flexora del pie.

(3) Durante el punto medio del ortostatismo, la tibia comienza a girar externamente, lo cual inicia la supinación del retropié y el bloqueo de la articulación transversa del tarso. Esto hace que el pie adopte su posición de bloqueo, reforzado mientras la aponeurosis plantar adquiere rigidez por el efecto de torno con la extensión de los dedos. Esta posición estable convierte el pie en una palanca rígida, lista para impulsar el cuerpo hacia delante mientras el tobillo adopta flexión plantar por la tracción de los músculos gemelos.

c. Control muscular del tobillo durante la marcha.

(1) Los dorsiflexores del tobillo funcionan durante el contacto inicial del pie y la respuesta a la carga (fase de golpeo del talón hasta la disposición plana del pie en el suelo) contrarrestando la fuerza rotatoria de la flexión plantar y controlando el descenso del pie sobre el suelo. También funcionan durante la fase de balanceo de la pierna evitando que el pie adopte flexión plantar y se arrastre por el suelo. Con la pérdida de los dorsiflexores, el roce del pie se produce durante el contacto inicial, y la cadera y la rodilla se flexionan en exceso durante la fase de balanceo de la pierna (o los dedos del pie arrastran también por el suelo).

(2) Los flexores plantares del tobillo empiezan a actuar hacia el final del punto medio y durante el punto final del ortostatismo y en la fase de prebalanceo de la pierna (despegue del talón a despegue de los dedos del pie) para controlar el ritmo de movimiento hacia delante de la tibia y también para mover en flexión plantar el tobillo para la fase de despegue. La pérdida funcional causa un ligero retraso de la extremidad inferior durante el punto final de la fase ortostática sin despegue del pie.

F. Nervios principales sometidos a presión y traumatismos[23]

El pie es el lugar donde terminan varios nervios principales. La lesión o el atrapamiento de los nervios pueden darse en cualquier punto de su curso, desde la columna lumbosacra hasta cerca de su terminación. Para que el tratamiento sea eficaz, debe encaminarse hacia la fuente del problema. Por tanto, se obtiene una historia exhaustiva y se practica una exploración selectiva cuando el paciente refiere patrones de dolor referido o cambios sensoriales.[3,13,21]

1. Nervio peroneo común

Después de bifurcarse del nervio ciático, discurre entre el tendón del bíceps femoral y la cabeza lateral de los gemelos, y a continuación avanza lateralmente rodeando el cuello del peroné y atraviesa un orificio en el músculo peroneo largo. La presión o fuerza contra el nervio en esta región puede causar una neuropatía. Los cambios sensoriales se producen en la superficie lateral distal de la pierna y en el dorso del pie (excepto el dedo pequeño); posibles músculos afectados son los dorsiflexores del tobillo y los eversores del pie (peroneos largo y corto, tibial anterior, extensores largo y corto de los dedos, extensor del dedo gordo y peroneo tercero).

2. Nervio tibial posterior

Este nervio ocupa un surco detrás del maléolo medial junto con los tendones de los músculos tibial posterior, flexor del dedo gordo y flexor largo de los dedos; el surco está recubierto por un ligamento, que forma un conducto. El atrapamiento normalmente por una lesión que ocupa el espacio recibe el nombre de síndrome del canal del tarso. La inervación sensorial comprende la superficie plantar del pie y los dedos, y el dorso de las falanges distales. Los músculos afectados son los músculos intrínsecos del pie (abductor del dedo gordo, flexor corto del dedo gordo, los lumbricales, los interóseos y el cuadrado plantar); tal vez también se aprecie debilidad y cambios posturales en el pie (pie cavo y dedos en garra).

3. Nervio plantar y ramo calcáneo

Estos ramos del nervio tibial posterior pueden quedar atrapados cuando giran debajo de la cara medial del pie

y atraviesan orificios en el músculo abductor del dedo gordo. La pronación excesiva ejerce presión sobre los nervios contra estos orificios. La irritación de los nervios manifiesta síntomas parecidos a los de un esguince agudo del pie (ramo calcáneo inflamado) y dolor en un pie cavo. El grado de debilidad muscular dependerá de qué ramos estén afectados.

4. Causas corrientes de referencia sensorial segmentaria del pie

a. Columna lumbosacra

(1) Las articulaciones vertebrales entre L_4 y L_5 o entre L_5 y S_1.

(2) Las raíces nerviosas de L_4, L_5 y S_1.

b. El dermatoma del tejido derivado de los mismos segmentos vertebrales que L_4, L_5 y S_1

II. Problemas articulares: tratamiento conservador

A. Diagnósticos relacionados

El capítulo 7 aborda una exposición general sobre las afecciones artríticas y la etiología de los síntomas. A continuación exponemos puntos específicos de las afecciones articulares del tobillo y el pie:

1. Artritis reumatoide (AR). Esta patología suele afectar a las articulaciones subastragalina, tibioastragalina y MTF del pie, lo cual provoca inestabilidades y deformidades dolorosas que aumentan con la tensión continua que genera la carga.

2. Artropatía degenerativa (APD) y traumatismos articulares. Se producen síntomas degenerativos en las articulaciones que sufren repetidos traumatismos, y a menudo se aprecian síntomas articulares agudos junto con esguinces de tobillo.

3. Rigidez después de inmovilización. La tirantez de los tejidos capsulares que derivan en hipomovilidad articular, así como la rigidez de los tejidos periarticulares, se producen siempre que la articulación esté inmovilizada después de una fractura u operación quirúrgica.

4. Gota. Los síntomas suelen afectar a la articulación metatarsofalángica del dedo gordo, generando dolor durante el punto final de la fase ortostática, por lo que esta fase es más corta, y la fase de despegue del pie no es armoniosa.

B. Deficiencias/problemas corrientes[3,6]

1. Movimiento restringido. Cuando los síntomas son agudos, hay edema y el movimiento es doloroso y restringido; cuando los síntomas son crónicos, el movimiento se ve restringido, se reduce el juego articular y se aprecia una percepción final firme en la cápsula de la articulación afectada.

a. A*rticulación tibioastragalina*. La flexión plantar pasiva está más limitada que la dorsiflexión (a menos que los gemelos también estén tirantes, en cuyo caso la dorsiflexión también estará limitada).

b. A*rticulaciones subastragalina y transversa del tarso*. Se aprecia limitación progresiva de la supinación hasta que finalmente la articulación queda fija en pronación con aplanamiento del arco longitudinal medial. La posición de bloqueo de los huesos del tarso (supinación) se vuelve más difícil de adoptar durante el punto terminal de la fase ortostática (fase de despegue) de la marcha.

c. A*rticulación metatarsofalángica* (MTF) *del dedo gordo*. Limitación macroscópica de la extensión y cierta limitación de la flexión; el resto de las articulaciones MTF son variables. La falta de extensión restringe el punto terminal de la fase ortostática de la marcha por incapacidad para bascular sobre las cabezas de los metatarsianos.

2. Hallux valgus. Esta deformidad se desarrolla cuando la falange proximal del dedo gordo se desvía lateralmente hacia el segundo dedo. Finalmente, los músculos flexores y extensores del dedo gordo se desplazan lateralmente y acentúan aún más la deformidad. La bolsa situada encima de la cara medial de la cabeza del metatarsiano puede inflamarse, derivando en un juanete doloroso.

3. Luxación dorsal de las falanges proximales sobre las cabezas de los metatarsianos. Si esto ocurre, la bolsa de grasa, que está normalmente debajo de las cabezas de los metatarsianos, migra dorsalmente con las falanges, y la almohadilla protectora se pierde durante la fase de la carga, lo cual genera dolor, formación de callosidades y ulceración potencial.

4. Dedo en garra (hiperextensión MTF y flexión IF) y dedo en martillo (hiperextensión MTF, flexión IFP e hiperextensión IFD). Son producto de desequilibrios musculares entre los músculos intrínsecos y extrínsecos de los dedos del pie. La fricción del calzado puede formar callosidades en los lugares donde se rozan los dedos.

5. Reducción de la movilidad de las articulaciones tibioperoneas proximal y distal. La restricción del movimiento accesorio de estas articulaciones suele producirse con períodos de inmovilidad y limita el movimiento del tobillo y la articulación subastragalina.[24]

6. Debilidad muscular y poca resistencia física.

7. Equilibrio y control ortostático patológicos.

8. Desviaciones de la marcha. La marcha antálgica se suele producir con una fase ortostática corta por dolor e incapacidad para mover el tobillo en flexión plantar y para mover el pie en supinación con el fin de conseguir un despegue eficaz durante el punto final de la fase ortostática.

C. Limitaciones funcionales/discapacidades corrientes

1. Cuando los síntomas sean agudos, toda actividad en carga resultará dolorosa, impidiendo una deambulación independiente y causando dificultad para levantarse de una silla, y subir y bajar escaleras.

2. Cuando los síntomas son subagudos o crónicos con restricciones y debilidad articulares, la deambulación se reduce. En el mejor de los casos, se aprecian limitaciones en la distancia recorrida y la persona necesitará algún instrumento de ayuda durante la deambulación; en el peor de los casos, esa persona no podrá andar y, por tanto, se verá confinada en una silla de ruedas para poder desplazarse.

D. Tratamiento de problemas y restricciones articulares agudos y subagudos iniciales

El tratamiento dependerá de los signos y síntomas presentes. Se seguirán las pautas generales ofrecidas en el capítulo 7 para problemas articulares agudos, subagudos y crónicos. La protección de las fuerzas en carga deformantes y de traumatismos adicionales impuestos por un calzado mal ajustado constituye parte integral del tratamiento de la artritis en los tobillos y pies. El uso de aparatos ortopédicos y buen calzado puede ser necesario para ayudar a proteger las articulaciones realineando las fuerzas o aportando apoyo ante cualquier postura anormal.[29,30]

1. Tratamiento del dolor y mantenimiento de la movilidad

a. Técnicas de tracción y oscilación articulares de grados I o II.

b. Suave masaje transverso de los ligamentos asociados.

c. Amplitud del movimiento activa-asistida (o activa, si los síntomas agudos se tratan con intervención médica); no se usará ninguna fuerza de estiramiento o resistencia cuando los síntomas sean agudos.

2. Mantenimiento de la integridad muscular y la circulación

Ejercicios estáticos para los músculos asociados.

3. Reducción de la tensión mecánica

Se emplean aparatos de ayuda para caminar.

E. Tratamiento de las lesiones articulares subagudas tardías y crónicas

Se evalúan los signos de acortamiento muscular, restricciones articulares o debilidad muscular, y se inician ejercicios y técnicas de movilización a un nivel adecuado para la afección del paciente.

1. Aumento de la movilidad de la articulación tibioastragalina

a. Movilidad general: tracción articular (ver fig. 6.59).

b. Aumento de la flexión plantar: deslizamiento anterior del astrágalo (ver fig. 6.61).

c. Aumento de la dorsiflexión: deslizamiento posterior del astrágalo (ver fig. 6.60).

d. Aumento de los movimientos accesorios del peroné: deslizamiento anterior de la cabeza del peroné (ver fig. 6.56) y deslizamiento del maléolo del peroné (ver fig. 6.57).

2. Aumento de la movilidad de la articulación subastragalina

a. Movilidad general: tracción articular (ver fig. 6.62).

b. Aumento de la inversión: deslizamiento lateral del calcáneo (ver fig. 6.63B).

c. Aumento de la eversión: deslizamiento medial del calcáneo (ver fig. 6.63A).

3. Aumento de la movilidad de las articulaciones intertarsianas y tarsometatarsianas

a. Para el movimiento accesorio de la flexión plantar, necesario para la supinación y aumento de los arcos longitudinales: Deslizamiento plantar del hueso articular distal sobre el hueso proximal estabilizado en la articulación restringida (ver fig. 6.64).

b. Para el movimiento accesorio de la dorsiflexión, necesario para la pronación y reducción de los arcos longitudinales: deslizamiento dorsal del hueso articular distal

sobre el hueso proximal estabilizado en la articulación restringida (ver fig. 6.65).

NOTA: Como las fuerzas del peso en carga total y los cambios articulares con la artritis refuerzan la pronación, por lo general la movilización para aumentar la pronación no debería realizarse en un pie artrítico. Se practicarán estas técnicas sólo en el pie rígido después de inmovilización cuando el pie no se mueva con eficacia en pronación durante el apoyo del peso en la marcha.

4. Aumento de la movilidad de las articulaciones MTF e IF de los dedos del pie

Se desliza el hueso articular distal sobre el hueso proximal estabilizado en la dirección de la restricción, como se hace con las articulaciones de los dedos de la mano (ver figs. 6.42, 6.43 y 6.44)

5. Aumento de la movilidad de los tejidos blandos y músculos

Se practican técnicas de estiramiento pasivo y de inhibición activa según se describen en el capítulo 5. Las técnicas de autoestiramiento se exponen más adelante en este capítulo.

6. Recuperación de un equilibrio de la fuerza muscular

Se inician los ejercicios resistidos al nivel adecuado para los músculos debilitados. Se empieza con posiciones indoloras y resistencia isométrica y se pasa a ejercicios isotónicos en amplitudes indoloras empleando ejercicios en cadena cinética abierta y cerrada. Más adelante en este capítulo se describen ejercicios resistidos adicionales. Los ejercicios en carga pueden realizarse en una piscina o tanque.

7. Proteger la articulación de fuerzas deformantes

En las afecciones degenerativas o artríticas generales, hay que fabricar aparatos ortopédicos adecuados para soportar el pie del paciente, y hay que subrayar la importancia de un ajuste correcto del calzado.[1] Tal vez se necesite el uso continuado de aparatos de ayuda.

8. Estimulación del equilibrio y la propiocepción

Se inician ejercicios de equilibrio en cadena cinética cerrada y protegidos como se describen en la sección VI.

9. Educación del paciente

Se enseña a los pacientes a ser conscientes de los signos de cansancio general (sobre todo en los casos de AR), fatiga muscular local y tensión articular para que puedan hacer ejercicio y seguir activos dentro de unos niveles seguros. Se subraya la importancia de la amplitud diaria del movimiento y las actividades de resistencia y la protección articular, incluido evitar posturas anormales del pie y el tobillo.

III. Cirugía articular y tratamiento postoperatorio

La artritis crónica del tobillo y el pie puede derivar en dolor grave, limitación del movimiento, inestabilidad o deformidad macroscópicas y pérdida significativa del empleo funcional de las extremidades inferiores. Son posibles tratamientos quirúrgicos *sinovectomía*, *artrodesis*, *sustitución total de la articulación* o *artroplastia por escisión*. La elección depende del grado de daño articular, de la gravedad de la deformidad o inestabilidad articulares y de los objetivos funcionales postoperatorios del paciente. La artrodesis del tobillo, como una *triple artrodesis* o una *artrodesis subastragalina*, permite la carga indolora y confiere estabilidad al tobillo para personas con grandes exigencias funcionales, si bien sacrifica la movilidad de una o más articulaciones del tobillo. Los movimientos compensatorios indoloros deben estar en otras articulaciones del tobillo o del pie para absorber las fuerzas del peso en carga durante la deambulación. La artroplastia del tobillo, que se emplea con menor frecuencia que la artrodesis, es una alternativa para pacientes con una enfermedad bilateral grave, pero requiere pocas exigencias funcionales en donde las fusiones bilaterales serían impracticables y restringirían mucho la movilidad funcional en acciones como subir y bajar escaleras y levantarse de una silla.

Los objetivos de la cirugía articular y el programa de rehabilitación postoperatoria son: (1) alivio del dolor en carga y durante el movimiento articular, (2) estabilidad de las articulaciones del tobillo y el pie para las actividades funcionales y la marcha, (3) mejora del movimiento y la fuerza articulares y (4) corrección de la deformidad. El programa de rehabilitación consiste en ejercicio postoperatorio, entrenamiento de la marcha con aparatos de ayuda, educación del paciente sobre el ajuste y selección del calzado, así como la elección adecuada de actividades recreativas y de la vida diaria.

A. Sustitución total de la articulación del tobillo

1. Indicaciones para la cirugía[8,41,44,48,52,54]

a. Deterioro grave de la articulación tibioastragalina y dolor secundarios a una artritis reumatoide o una artropatía degenerativa.

b. Limitación acusada y bilateral del movimiento de la articulación del tobillo.

c. Necrosis avascular de la articulación del tobillo, secundaria a una lesión repetida de tobillo.

d. Una alternativa a la artrodesis para pacientes con exigencias funcionales de poca intensidad pero buena estabilidad ligamentaria en el tobillo (los componentes de una artroplastia total de tobillo no mejoran la estabilidad del tobillo).

NOTA: Los pacientes con un tobillo muy inestable, deficiencia vascular, densidad ósea inadecuada o desequilibrios musculares en el tobillo no son buenos candidatos para este procedimiento.

2. Procedimiento[41,42,44,55]

a. Se practica una incisión anterior en la línea media o, a veces, una incisión posterior.

b. Se practica una exéresis mínima de hueso en la articulación tibioastragalina.

c. Se implanta una prótesis de plástico que sustituye la tibia (prótesis Mayo de un solo eje) o una prótesis tibial de vástago de metal y se mantiene en su sitio con fijación biológica (osteobiointegración) o cemento.

d. Se adosa un componente astragalino de metal al astrágalo con cemento o fijación sin cemento.

e. Hoy en día se prefieren las fijaciones biológicas, aunque requieran un período más largo de restricción de la carga y de rehabilitación, porque reducen la incidencia de laxitud de los componentes al cabo del tiempo.

3. Tratamiento postoperatorio[41,46,52]

a. I*nmovilización*

(1) Si se emplea fijación biológica, el tobillo se inmoviliza en un yeso o férula manteniendo una posición neutra durante 6 semanas.

(2) Si se emplea fijación con cemento, el tobillo se inmoviliza con un vendaje abultado o en una férula manteniendo una posición neutra durante 3 a 5 días.

(3) El pie se eleva en todo momento durante el período postoperatorio inicial cuando el paciente está encamado. La elevación previene o reduce al mínimo el edema, que puede causar una mala curación de la herida.

(4) Durante el período postoperatorio inicial, el paciente no debe apoyar el peso del cuerpo durante transferencias, y es necesario que ande con muletas mientras lleve el vendaje voluminoso o el yeso sural.

b. E*jercicio*

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA

(1) Mientras el tobillo está inmovilizado, se inician ejercicios estáticos isométricos con los músculos del tobillo y los glúteos y el cuádriceps. También pueden realizarse ejercicios activos resistidos suaves de cadera y rodilla como preparación para caminar.

(2) Para fortalecer la extremidad inferior sana y las extremidades superiores, se inician ejercicios resistidos como preparación para la deambulación con ayuda.

(3) Para recuperar la amplitud del movimiento cuando concluye la inmovilización y si la herida está lo bastante recuperada, se inician la dorsiflexión y flexión plantar activas y en cadena cinética abierta. El paciente necesitará unos 10 grados de dorsiflexión y 25 grados de flexión plantar para caminar normalmente, y unos 50 a 60 grados de movimiento del tobillo para subir y bajar escaleras.[41] Si el diseño del aparato ortopédico lo permite, se puede iniciar también la inversión, eversión y circunducción activas en cadena cinética abierta.

FASES DE PROTECCIÓN MODERADA Y MÍNIMA

(1) Para fortalecer la musculatura del tobillo en cadena cinética abierta, se añaden ejercicios resistidos dinámicos con una goma elástica.

(2) Para fortalecer la musculatura del tobillo en cadena cinética cerrada, se inician ejercicios activos y resistidos de tobillo en una tabla oscilante BAPS en posición *sedente* mientras se restringe la carga total (ver fig. 13.2). Los ejercicios en cadena cinética cerrada de dorsiflexión, inversión y flexión plantar y eversión pueden progresar aplicando estabilización rítmica sobre la pelvis o las extremidades inferiores mientras el paciente permanece de pie, o haciendo que el paciente esté de pie sobre una tabla de equilibrio cuando sea permisible la carga parcial o total del peso del cuerpo.

(3) Para estirar los flexores plantares, si la dorsiflexión está restringida, se añaden estiramientos con toalla en posición sedente con las piernas extendidas, o haremos que el paciente permanezca de pie sobre una cuña durante un período largo de tiempo (ver fig. 13.1).

4. Resultados a largo plazo[41,52,54]

El éxito a largo plazo de la artroplastia total de tobillo sigue siendo limitado. La complicación postoperatoria

más corriente es la laxitud de los componentes de la prótesis. También hay un alto grado de problemas con la curación de la herida. Aunque los pacientes quedan aliviados del dolor, la recuperación del movimiento es a menudo escasa y se limita a 5-10 grados de movimiento del tobillo.

B. Artrodesis del tobillo y el pie

1. Indicaciones para la cirugía[16,37,41,50]

a. Daño o dolor articulares graves con el peso del cuerpo en carga en cierto número de articulaciones del tobillo o pie secundarios a una artritis reumatoide, degenerativa o traumática.

b. Inestabilidad de una articulación en carga.

c. Deformidad de los dedos del pie, el pie o el tobillo.

d. Apropiado para pacientes con exigencias funcionales altas y movimientos compensatorios indoloros en articulaciones adyacentes.

2. Procedimientos[16,37,41,50]

a. Los procedimientos, todos los cuales dan lugar a anquilosis ósea, variarán dependiendo de las articulaciones afectadas.

b. Son procedimientos corrientes:

(1) Triple artrodesis del tobillo.

(a) Fusión de las articulaciones astragalocalcánea, calcaneocuboidea y astragalonavicular.

(b) Proporciona estabilidad mediolateral permanente y alivio del dolor en la articulación subastragalina.

(c) Se pierde la eversión e inversión del tobillo.

(2) Artrodesis de la articulación tibioastragalina.

(a) La fusión de la tibia y el astrágalo en aproximadamente 5 grados de flexión plantar aporta alivio del dolor y estabilidad de la articulación tibioastragalina.

(b) Se pierden la dorsiflexión y la flexión plantar, lo cual afecta significativamente a la biomecánica de la marcha.

(c) El antepié debe ser estable e indoloro para compensar la pérdida de movimiento en el tobillo.

(d) NOTA: Una artrodesis tibioastragalina bilateral no suele ser apropiada ya que dificulta el levantarse de las sillas y el subir y bajar escaleras.

(3) Artrodesis del dedo gordo.

(a) Fusión de la primera articulación metatarsofalángica (MTF) para los casos de hallux rigidus y hallux valgus.

(b) Aporta alivio del dolor durante la deambulación en la articulación MTF del dedo gordo.

(4) Artrodesis de las articulaciones interfalángicas (IF) de los dedos del pie.

(a) Fusión de las articulaciones IF de los dedos para los dedos en martillo; suele darse en los dedos 2 y 3.

(b) Alivia el dolor durante la deambulación y corrige deformidades de los dedos del pie.

3. Tratamiento postoperatorio[1,16,41]

a. Las articulaciones fusionadas se inmovilizan con yeso o con clavos óseos durante aproximadamente 6 a 12 semanas.

b. Durante este período, el paciente no debe apoyar el peso del cuerpo o lo hará en carga parcial. Es necesario el entrenamiento de la marcha con ayuda.

c. Hay que realizar ejercicios de amplitud del movimiento activo para mantener la movilidad del resto de articulaciones afectadas por artritis.

d. Hay que avisar al paciente de que seleccione el calzado y ajuste adecuados cuando termine la inmovilización.

C. Artroplastia por escisión para metatarsalgia

1. Indicaciones para la cirugía[16,32,37,40,50]

a. La metatarsalgia implica un dolor intenso en la región metatarsofalángica (MTF) del pie con la carga y durante la deambulación.

(1) La sinovitis crónica de las articulaciones MTF secundaria a una artritis reumatoide causa erosión y deterioro de las superficies articulares.

(2) La metatarsalgia se asocia con subluxación plantar de las cabezas de los metatarsianos por la destrucción de la cápsula articular y el estiramiento de los ligamentos intertarsianos plantares.

b. Los dedos en martillo se desarrollan por el acortamiento de los músculos extensores largos de los dedos del pie y por la tracción sobre los músculos flexores largos de los dedos.

c. El hallux valgus del dedo gordo también es una deformidad asociada del pie vista con metatarsalgia.

d. La cirugía está indicada cuando el tratamiento conservador, como la modificación del calzado y las ortesis para el pie, ya no alivia el dolor MTF durante la deambulación.

2. Procedimientos[16,32,37,40,41,50]

a. Se practica la resección de las cabezas afectadas de los metatarsianos y la porción proximal de las falanges proximales (procedimiento de Fowler).

b. Si se ve afectado sobre todo el dedo gordo, se extirpa la exostosis de la cara medial del primer metatarsiano, y se practica la resección del tercio proximal a la mitad de la primera falange proximal (procedimiento de Keller).

3. Tratamiento postoperatorio

a. La carga total se restringe parcialmente durante varias semanas. Es necesario el entrenamiento de la marcha con aparatos de ayuda.

b. Se inicia el ejercicio activo de los músculos intrínsecos del pie al cabo de aproximadamente 1 mes.[16,41]

c. El paciente puede llevar ajustada una almohadilla metatarsiana de espuma de polietileno en el interior del calzado. El empleo de la almohadilla iguala las fuerzas de presión sobre la cara plantar del pie y se transfiere el peso proximal a las cabezas de los metatarsianos durante la fase de carga.[1,12,43]

IV. Síndromes por uso excesivo/síndromes por traumatismos repetitivos[11]

A. Diagnósticos relacionados y etiología de los síntomas

Un síndrome por uso excesivo es una respuesta inflamatoria local a las tensiones por microtraumatismos repetitivos, lo cual puede ser por problemas de alineamiento erróneo en la extremidad inferior, desequilibrios musculares o fatiga, cambios en el ejercicio o actividades funcionales, errores en el entrenamiento, calzado inadecuado para el terreno o las demandas funcionales que soportan los pies, o una combinación de varios de estos factores. El síndrome se produce por la exigencia continua a que se somete el tejido antes de haberse curado adecuadamente, por lo que el dolor y la inflamación continúan. Una causa corriente que predispone al pie a los síndromes por uso excesivo es la pronación anormal de la articulación subastragalina. La pronación anormal podría relacionarse con variedad de causas que incluyen movilidad articular excesiva, dismetría en la longitud de las piernas, anteversión femoral, torsión externa de la tibia, rodilla valga, o desequilibrios de la fuerza y flexibilidad de los músculos.

1. Tendinitis o tenosinovitis

Cualquiera de los tendones de los músculos extrínsecos del pie puede resultar irritado en su aproximación y cruce del tobillo o donde se inserta en el pie. El dolor se produce durante o después de una actividad repetitiva. Cuando se somete a prueba el pie y el tobillo, el dolor se experimenta en el lugar de la lesión cuando se aplica resistencia a la acción muscular y también cuando el tendón implicado se somete a estiramiento o se palpa.[3] Un lugar corriente para los síntomas es proximal al calcáneo en el tendón de Aquiles o su vaina (tendinitis o peritendinitis del Aquiles). Los síntomas pueden desarrollarse cuando una persona pasa de llevar calzado de tacones altos a tacones bajos, y luego camina mucho.[25] Los síntomas también se asocian con actividades deportivas como correr, jugar al tenis y al baloncesto.[27,39] Normalmente, hay tirantez de los gemelos y pronación anormal del pie.

2. Fascitis plantar

El dolor suele experimentarse a lo largo de la cara plantar del talón donde la fascia plantar se inserta en el tubérculo medial del calcáneo. El lugar de la lesión es muy sensible a la palpación. La pronación excesiva de la articulación subastragalina, que puede reforzarse por los músculos gemelos tensos, predispone el pie a sufrir fuerzas anormales e irritación de la fascia plantar. Por el contrario, las fuerzas tensionales sobre la fascia también pueden producirse con un arco excesivamente alto (pie cavo). La presión sobre el lugar irritado durante el peso en carga o las fuerzas de estiramiento sobre la fascia, como cuando se extienden los dedos del pie durante la fase de despegue, generan dolor.

3. Síndrome del compartimiento tibial

Este término se emplea para describir el dolor en la pierna inducido por la actividad a lo largo de las caras posteromedial o anterolateral de los dos tercios proximales de la tibia. Incluye distintas afecciones como musculotendinitis, fracturas por sobrecarga de la tibia, periostitis, aumento de la presión en un compartimiento muscular o irritación de la membrana interósea.

a. Síndromes del compartimiento tibial anterior. El más corriente es el uso excesivo del músculo tibial anterior. La tirantez de los gemelos y la debilidad del músculo tibial anterior, así como la pronación del pie, se asocian con síndromes del compartimiento tibial anterior. El dolor aumenta con la dorsiflexión activa del tobillo y cuando el músculo se estira adoptando flexión plantar.

b. Síndromes del compartimiento tibial posterior. La tirantez de los gemelos y la debilidad del músculo tibial posterior, junto con la pronación del pie, se asocian con los síndromes del compartimiento tibial posterior. Se experimenta dolor cuando el pie se mueve pasivamente en dorsiflexión con eversión y con supinación activa. La

fatiga muscular con el ejercicio vigoroso, como correr o el aeróbic, puede precipitar el problema.

B. Deficiencias/problemas corrientes

1. Dolor durante una actividad repetitiva, durante la palpación del lugar implicado, cuando la unidad musculotendinosa implicada se estira, y con resistencia sobre el músculo afectado.

2. Dolor durante la marcha.

3. Desequilibrios de la longitud y fuerza de los músculos, sobre todo tirantez del grupo de los gemelos.

4. Postura anormal del pie (tal vez por llevar un mal calzado).

C. Limitaciones funcionales/discapacidades corrientes

1. Reducción de la distancia o velocidad de la deambulación.

2. Restricción de las actividades deportivas o recreativas.

3. Limita el uso de calzado que brinda poco apoyo al pie.

D. Tratamiento de los síntomas agudos de síndromes por uso excesivo/traumatismos repetitivos

Mientras exista inflamación, el problema del pie o la pierna debe tratarse como una afección aguda con reposo y modalidades adecuadas[5] (ver capítulo 7). Para aliviar la tensión se recurre a inmovilización con un yeso o férula con el pie en ligera flexión plantar, o bien una cuña para el talón dentro del calzado.[27,31,39]

1. Se aplican fricciones transversas en el lugar de la lesión.

2. Se inician contracciones suaves en ejercicios estáticos o estimulación eléctrica para el músculo afectado en posiciones indoloras.

3. Se enseña al paciente la amplitud del movimiento activa dentro de amplitudes indoloras.

4. Se enseña al paciente a evitar la actividad que provoca el dolor.

E. Tratamiento durante las fases subaguda y crónica del tratamiento

Cuando los síntomas se hacen subagudos, toda la extremidad inferior así como el pie deben evaluarse por si el alineamiento es anormal o hay desequilibrios de la fuerza y flexibilidad de los músculos.

1. Se corrige el alineamiento anormal del pie con aparatos ortopédicos adecuados si fuera necesario.[7,27,29,39]

2. Se estiran las estructuras acortadas como el complejo de los músculos gemelos (ver las sugerencias de la sección VI).

3. Fortalecimiento de los músculos implicados, empezando con ejercicios de resistencia isométrica y avanzando a resistencia isotónica e isocinética en actividades de cadena cinética abierta y cerrada. Esto suele implicar el fortalecimiento de los dorsiflexores, aunque también debe incluir los inversores (sobre todo el músculo tibial posterior) y los eversores para conseguir un apoyo medial y lateral adecuado.

4. A medida que el paciente consiga un equilibrio entre flexibilidad y fuerza, habrá que hacer hincapié en la resistencia física y en la preparación de los músculos afectados para que respondan a la carga excéntrica.

5. Cuando se vuelva a la actividad previa que generaba la tensión, el paciente debe aprender a prevenir, lo cual comprende estiramientos, calentamiento repetitivo y ligero y el uso del calzado adecuado. La importancia de dejar tiempo para la recuperación del cansancio y los microtraumatismos después de entrenamientos de gran intensidad también debe ser una de las preocupaciones.

V. Lesiones traumáticas de los tejidos blandos

A. Esguinces y desgarros menores de ligamentos

1. Mecanismos y lugares de las lesiones

Después de un traumatismo, los ligamentos del tobillo pueden estar dañados o desgarrados. El tipo de esguince de tobillo más corriente está causado por una tensión de inversión y puede generar una rotura parcial o completa del ligamento peroneoastragalino anterior;[14,20] el ligamento peroneoastragalino posterior sólo resulta roto con tensiones enormes de inversión. Si los ligamentos tibioperoneos inferiores son desgarrados después de someter el tobillo a tensión, la mortaja se vuelve inestable. Pocas veces resultan dañados los componentes del ligamento deltoideo; hay muchas más posibilidades de una avulsión o una fractura del maléolo medial con una tensión de eversión. Dependiendo de la gravedad, la cápsula articular también será dañada, lo cual producirá síntomas de artritis aguda (traumática).

2. Deficiencias/problemas corrientes

a. Dolor cuando el tejido lesionado se somete a tensión en las lesiones leves a moderadas.

b. Movimiento o inestabilidad excesivos de la articulación relacionada con roturas completas.

c. Déficit propioceptivo manifestado como una reducción de la capacidad para percibir el movimiento pasivo y el desarrollo de problemas de equilibrio[9].

d. Síntomas articulares relacionados e inhibición muscular refleja.

3. Limitaciones funcionales/discapacidades corrientes

a. Cuando los síntomas sean agudos, tal vez no se pueda cargar el peso del cuerpo, siendo necesario el empleo de ayudas para caminar.

b. Recidivas de lesiones con inestabilidad; puede haber un aumento de la incidencia de caídas y problemas de seguridad.

4. Tratamiento conservador: fase aguda del tratamiento

En el capítulo 7 aparecen los principios del tratamiento durante las fases de inflamación y reparación.

a. Si fuera posible, se evalúa y trata el problema antes de que empiece la hinchazón y el edema en la articulación. Para reducir la hinchazón al mínimo, se emplea compresión, elevación y frío.

b. Los esguinces de primero y segundo grados (leve y moderado) no crean inestabilidad macroscópica del tobillo y su tratamiento es conservador. El tobillo suele inmovilizarse en posiciones neutras de ligera dorsiflexión y eversión.

c. Mientras los síntomas sean agudos, se reduce la tensión del peso en carga con muletas para andar.[38,53]

d. Se emplean ejercicios estáticos para mantener la integridad muscular y favorecer la circulación.

5. Fase subaguda del tratamiento

a. A medida que remitan los síntomas agudos, se sigue brindando protección al ligamento afectado con una férula durante la marcha. Fabricar un estribo con material termoplástico y llevarlo en el tobillo con una cinta elástica o cinchas de velcro proporciona estabilidad a las estructuras articulares al tiempo que permite que se produzca el estímulo del peso en carga para la retroalimentación propioceptivos y una correcta curación.[38] Las férulas a la venta como las férulas neumáticas también confieren estabilidad mediolateral y permiten movimientos de dorsiflexión y flexión plantar.[22]

b. Se inician los masajes transversos en los ligamentos según tolerancia.

c. Se emplean técnicas de movilización articular de grado II para mantener la movilidad de la articulación.

d. Durante la fase subaguda, se quita la férula y se practican ejercicios de movilidad varias veces al día dentro del nivel de tolerancia de los tejidos. También se inician estiramientos pasivos suaves con el ligamento en curación, para lo cual el paciente mueve activamente el tobillo en dirección contraria a la línea de tracción del ligamento y dentro de la amplitud indolora del movimiento. En el caso del ligamento peroneoastragalino anterior, el movimiento es flexión plantar e inversión. El estiramiento de los gemelos es importante para obtener una dorsiflexión adecuada. Aumenta el estiramiento con estiramientos en carga según lo indique la recuperación del paciente.

6. Fase crónica del tratamiento

a. Aumentar la fuerza de los músculos de soporte. Los ejercicios resistidos para los músculos peroneos son importantes para el sostén lateral del tobillo.[19] Todos los músculos débiles en la prueba de fuerza también deben fortalecerse.

b. La preparación para mejorar la retroalimentación propioceptiva de la estabilidad del tobillo, la coordinación y la respuesta refleja se inicia con el empleo de un balancín o tabla de equilibrio y se avanza pasando a otras actividades de equilibrio.[10] Según los objetivos finales de la rehabilitación, se prepara el tobillo con actividades en carga como caminar, trotar y correr, y con actividades de agilidad como giros y cambios de sentido controlados y desplazamiento lateral del peso del cuerpo (los ejercicios se describen en la sección VI).

c. Cuando el paciente participa en actividades deportivas, el tobillo se protege con una férula, vendaje de esparadrapo o una gasa de poliuretano para proteger la piel de los vendajes de esparadrapo, y se lleva calzado adecuado para proteger el ligamento de nuevas lesiones.[19]

B. Roturas completas de ligamento: Reparación quirúrgica y tratamiento postoperatorio

Un esguince de tercer grado del tobillo, que suele ser producto de una lesión grave por inversión, a menudo causa roturas completas de los ligamentos peroneoastragalino anterior (PAA) y calcaneoperoneo (CP). Una

fractura transversa del maléolo lateral o una fractura por arrancamiento de la base del V metatarsiano también pueden darse con lesiones graves por inversión.[33] Una rotura completa de uno o más ligamentos del tobillo causa inestabilidad acusada del tobillo y deficiencias significativas en las actividades funcionales.[18,22,25]

La reconstrucción lateral del tobillo suele estar indicada en pacientes con lesiones ligamentarias agudas de tercer grado o en pacientes con inestabilidad lateral crónica del tobillo que no se ha corregido con tratamiento conservador y que desean volver a la práctica de deportes o actividades recreativas vigorosas.[45,47] El objetivo de la cirugía y el tratamiento postoperatorio es restablecer la estabilidad articular pero mantener la movilidad funcional.[20,25,47]

1. Indicaciones para la cirugía[18,20,25,45,47]

a. Esguince lateral de tobillo de tercer grado.

b. Rotura completa del ligamento PAA y/o CP.

c. Inestabilidad macroscópica del tobillo.

2. Procedimiento[18,25,45,47]

a. Se practica una incisión lateral posterior e inferior en el maléolo lateral.

b. La reparación directa comprende suturar el ligamento roto.

c. El/los ligamento(s) roto(s) pueden reemplazarse con una porción del tendón del músculo peroneo corto (injerto peroneo).

3. Tratamiento postoperatorio[14,15,25,30,31,33]

a. I*nmovilización*

(1) El tobillo se inmoviliza en un yeso corto (botina) con 0 grados de dorsiflexión y ligera eversión durante 6 a 8 semanas. Mientras se mantiene la inmovilización, el paciente no debe apoyar el peso del cuerpo sobre la extremidad inferior operada durante las primeras 2 a 3 semanas después de la operación. De 2 a 6 semanas después de la operación, es permisible la carga parcial llevando un yeso para caminar.

(2) Durante los primeros días después de la operación el pie debe estar elevado cuando el paciente esté sentado o en decúbito supino para reducir al mínimo el edema periférico.

b. E*jercicio*

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA

(1) Mientras el tobillo está inmovilizado, se realizan ejercicios activos o resistidos suaves con la cadera y la rodilla del lado afectado para mantener la fuerza de la extremidad inferior.

(2) También es apropiado cuando el tobillo está inmovilizado practicar ejercicios estáticos indoloros y suaves con la musculatura del tobillo.

FASES DE PROTECCIÓN MODERADA Y MÍNIMA

(1) Cuando termine la inmovilización al cabo de 6 a 8 semanas, se realizan ejercicios para:

(a) Restablecer la amplitud del movimiento del tobillo con movilizaciones articulares de grado III, pero evitando el estiramiento y movilización de la articulación subastragalina en dirección lateral. Se añaden procedimientos de contracción-relajación y actividades de estiramiento manual suave o autoestiramientos para restablecer la flexibilidad muscular. Inicialmente, lo aconsejable son estiramientos en cadena cinética abierta o estiramientos en cadena cinética cerrada durante los estadios iniciales de la rehabilitación cuando la carga está restringida. Los estiramientos en cadena cinética cerrada con el paciente de pie imponen fuerzas de reacción significativas con el suelo sobre los ligamentos reparados. Se hace hincapié en el restablecimiento de la dorsiflexión y la flexión plantar antes que de la inversión y eversión.

(b) Aumento de la fuerza en posiciones de cadena cinética abierta y cerrada. Después de la reparación quirúrgica de los ligamentos laterales, la fuerza de los eversores es especialmente importante para aumentar el apoyo del tobillo. El fortalecimiento isométrico de los eversores se consigue haciendo que el paciente cruce los tobillos y ejerza presión sobre los bordes laterales de los pies juntos. El fortalecimiento dinámico de los eversores frente a una resistencia elástica también es apropiado (ver fig. 13.4).

(c) Se reeduca el equilibrio y el control ortostático con ejercicios propioceptivos sobre una tabla de equilibrio. Se empieza con actividades bipodales de pie y se avanza a monopodales sobre una tabla de equilibrio.

(2) La progresión de los ejercicios es parecida a la de los ejercicios asociados con el tratamiento conservador de esguinces de tobillo. Se incorporan ejercicios isotónicos e isocinéticos así como actividades funcionales de cadena cinética cerrada.

(3) La mayoría de los pacientes vuelve a la actividad completa al cabo de 4 a 6 meses después de la operación, y cuando la fuerza de la musculatura del tobillo alcanza el 80 al 90 por ciento en comparación con el tobillo normal.

4. Resultados a largo plazo[47]

Una buena recuperación postoperatoria comprende la

estabilidad lateral de la articulación del tobillo, pero puede haber una ligera pérdida (10 grados) de inversión.

C. Rotura completa del tendón de Aquiles: Reparación quirúrgica y tratamiento postoperatorio

La rotura del tendón de Aquiles suele ser el resultado de una contracción excéntrica forzada de los músculos gastrocnemio y sóleo (tríceps sural), con mayor frecuencia en adultos mayores con compromiso del riego sanguíneo del tendón. En las personas activas y jóvenes, puede producirse una rotura durante actividades en carga de gran intensidad como saltos o movimientos que requieran una rápida desaceleración. La rotura completa provoca dolor, hinchazón y debilidad significativa de los flexores plantares, y se asocia con una prueba de Thompson positiva[51] (ausencia de flexión plantar refleja cuando el paciente descansa en decúbito prono y se aprieta la pantorrilla). Aunque la rotura del tendón de Aquiles no puede recibir tratamiento conservador, la cirugía está indicada cuando los fragmentos rotos no pueden reoponerse con recolocaciones e inmovilización.[25,45,49]

1. Indicaciones para la cirugía[25,31,49]

Rotura completa del tendón de Aquiles cuando no se consigue una aposición extremo con extremo por medios conservadores.

2. Procedimiento[24,45,49]

a. Se practica una incisión longitudinal medial en el tobillo.

b. Los fragmentos del tendón se suturan juntos.

c. Tal vez se emplee un injerto del tendón del músculo plantar delgado para reconstruir el tendón.

3. Tratamiento postoperatorio[15,25,31,33,49]

a. I*nmovilización*

Se inmoviliza el talón en un yeso sural corto de 3 a 4 semanas con el tobillo en flexión plantar pero con cierta tensión en el tendón recién suturado. Luego se aplica una nueva férula o yeso con el tobillo en una posición de mayor dorsiflexión con un poco más de tensión sobre el tendón y durante 2 a 4 semanas. Durante el período postoperatorio inicial, el paciente no debe cargar el peso del cuerpo sobre el lado operado y debe andar con muletas. El pie y la pierna se elevan cuando el paciente esté sentado o tumbado.

b. E*jercicio*

FASE DE PROTECCIÓN MÁXIMA

(1) Mientras se lleva el medio de inmovilización, se inician ejercicios estáticos submáximos con la musculatura del tobillo en cuanto sea cómodo para el paciente. A medida que progrese la curación, aumenta la intensidad de los ejercicios isométricos.

(2) Se mantiene la fuerza de la cadera y rodilla del lado operado.

FASES DE PROTECCIÓN MODERADA Y MÍNIMA

(1) Cuando pueda quitarse la inmovilización para hacer ejercicio, pero se siga restringiendo la carga, se inician ejercicios para:

(a) Aumentar la movilidad del tobillo. Movilización articular de las articulaciones del tobillo o el pie con restricciones y fortalecimiento de los músculos con ejercicios de baja intensidad y cadena cinética abierta, sobre todo los músculos gastrocnemio y sóleo.

(b) Aumentar la fuerza de la musculatura del tobillo con ejercicios isométricos en diversos grados y ejercicios isotónicos resistidos con gomas elásticas (ver figs. 13.3, 13.4 y 13.5) o manguitos lastrados en el antepié, o ejercicios isocinéticos. Se empieza con ejercicios en el recorrido interno dentro de una amplitud protegida y se avanza a ejercicios de amplitud completa.

(c) Aumentar la resistencia de la musculatura con actividades en bicicleta o caminando por una piscina.

(2) Cuando se pueda apoyar el peso del cuerpo, se añaden ejercicios para:

(a) Mejorar el equilibrio, la estabilidad y el control de la extremidad inferior en cadena cinética cerrada, para lo cual se practican ejercicios de estabilización rítmica y de pie (ver fig. 13.6) o haciendo que el paciente permanezca de pie sobre una tabla de equilibrio (ver fig. 13.7).

(b) Mejorar la fuerza excéntrica en cadena cinética cerrada de los flexores plantares con actividades de sentadillas parciales, acuclillarse sobre los talones, etc.

(c) Aumentar la flexibilidad muscular, sobre todo del gastrocnemio y el sóleo, mediante autoestiramientos sobre una cuña o contra una pared.

(3) En los estadios iniciales de la carga después de quitar el yeso el paciente debe llevar una cuña de media o una pulgada para reducir la tensión sobre el talón de Aquiles y las fuerzas de reacción contra el suelo durante la deambulación.

(4) A medida que el paciente se prepare para volver a la actividad completa, se añaden ejercicios funcionales como caminar de puntillas, trotar, dar saltos con los pies juntos, ejercicios pliométricos y preparación específica para el deporte. La mayoría de los pacientes puede volver a la actividad completa de 6 a 9 meses después de la operación.

VI. Ejercicios para los desequilibrios de la fuerza y la flexibilidad de los músculos

NOTA: Las causas de los desequilibrios de la fuerza y flexibilidad del tobillo y el pie son desuso, inmovilización, lesiones nerviosas y degeneración progresiva de las articulaciones. Además, se producen desequilibrios por las tensiones en carga que soportan los pies. Los desequilibrios pueden ser la causa o el efecto de fallos en la mecánica de las extremidades inferiores. Como las extremidades inferiores soportan el peso del cuerpo, el realineamiento mediante ejercicios de fortalecimiento puede tener sólo un valor limitado. Los ejercicios de fortalecimiento realizados junto con la corrección consciente, estiramientos apropiados, reeducación del equilibrio y otras medidas necesarias (como usar aparatos ortopédicos o adaptaciones y plantillas en el calzado, ortesis, férulas o cirugía) mejoran el realineamiento, por lo que es posible y estructuralmente seguro apoyar en carga total. Además, la observación del tipo de calzado y superficies que emplea la persona para caminar o para las actividades deportivas puede dar con el origen del fallo mecánico, en cuyo caso podrá ajustarse (las técnicas para las adaptaciones ortopédicas de calzado, ortesis y férulas quedan fuera del alcance de este manual). Cuando se trate de mejorar el equilibrio entre fuerza y flexibilidad de los músculos, emplear el apoyo progresivo del peso del cuerpo es importante para reproducir las actividades funcionales.[9,26] En todos los ejercicios hay que seguir precauciones apropiadas según se subrayan en los capítulos 3 a 7. Estos capítulos también describen estiramientos manuales y técnicas resistidas que tal vez sean apropiadas al comienzo del programa de rehabilitación.

NOTA: Las posturas alteradas como la *desviación hacia dentro de los dedos del pie* o *dedos de paloma* tal vez se deban a rotación interna de las caderas (anteversión), torsión interna de la tibia, o aducción excesiva del antepié (metatarso varo). La *desviación hacia fuera de los dedos del pie* puede asociarse con la rotación externa de las caderas (retroversión), torsión externa de la tibia, o pies planos. Los problemas son congénitos o adquiridos y son o no corregibles con estiramientos y ejercicios de preparación.

A. Técnicas para el autoestiramiento de los músculos acortados

1. Autoestiramientos de los flexores plantares tensos del tobillo

Precaución: Cuando el paciente recurra a ejercicios en carga para estirar los músculos flexores plantares, debe llevar calzado con sostén de los arcos plantares o puede ponerse un paño plegado debajo del borde medial del pie[31] para reducir al mínimo la tensión sobre los arcos del pie. Para aislar la fuerza de estiramiento del sóleo, se flexiona la rodilla. Los gemelos se estiran con la rodilla en extensión mientras se mueve el tobillo en dorsiflexión.

a. Posición del paciente: sentado con las rodillas extendidas. El paciente adopta una dorsiflexión acusada de los pies, tratando de mantener los dedos del pie relajados.

b. Posición del paciente: sentado con las rodillas extendidas. El paciente coloca una toalla o un cinturón debajo del antepié y ejerce tracción dorsal sobre él.

c. Posición del paciente: sentado con los pies planos sobre el suelo. El paciente desliza el pie hacia atrás, manteniendo el talón sobre el suelo (ver fig. 12.7).

d. Posición del paciente: de pie. El paciente da una zancada hacia delante con un pie, manteniendo el talón del pie plano retrasado sobre el suelo. Para aportar estabilidad al pie, el paciente gira parcialmente la pierna retrasada hacia dentro para que el pie adopte una posición en supinación y bloquea las articulaciones. A continuación, desplaza el peso del cuerpo hacia delante sobre el pie adelantado (parecido a la fig. 11.1). Para estirar los gemelos, el paciente mantiene extendida la rodilla de la pierna retrasada; para estirar el sóleo, flexiona la rodilla de la pierna retrasada.

e. Posición del paciente: de pie, mirando a una pared, con las manos apoyadas sobre la pared a nivel del hombro. El paciente se inclina sobre la pared, manteniendo los talones sobre el suelo. Para aumentar la

Figura 13.1. Autoestiramiento de los músculos flexores plantares del tobillo.

fuerza del estiramiento, aumenta la distancia que separa los pies de la pared. Se estiran los gemelos o el sóleo manteniendo las rodillas extendidas o flexionadas, respectivamente.

f. Posición del paciente: de pie sobre una tabla inclinada con los pies orientados hacia fuera y los talones hacia abajo (fig. 13.1). Se producirá un mayor estiramiento si el paciente se apoya hacia delante. Como el peso del cuerpo se apoya sobre los talones, el estiramiento es escaso sobre los arcos longitudinales de los pies. Se requiere poco esfuerzo para mantener esta posición durante períodos largos.

g. Posición del paciente: de pie, con el antepié sobre el borde de un peldaño o escabel y el talón sobre el borde. El paciente baja lentamente el talón sobre el borde del peldaño (caída del talón).

Precaución: Este estiramiento puede provocar dolor muscular a la palpación porque requiere que el paciente controle una contracción excéntrica de los flexores plantares.

2. Autoestiramiento de los músculos eversores del tobillo y el pie

a. Posición del paciente: sentado, con el pie que se va a estirar sobre la rodilla opuesta. El paciente usa la mano contraria y levanta el pie en inversión. Se subraya al paciente que el talón debe girar hacia dentro y no torcer sólo el antepié (parecido a la posición en la fig. 2.34).

b. Posición del paciente: sentado o de pie, con los pies orientados hacia fuera. El paciente gira el peso sobre el borde lateral de los pies. Si es posible, el paciente camina una distancia corta sobre los bordes laterales.

c. Posición del paciente: de pie o caminando, con el pie afectado sobre una tabla inclinada, colocando la cara lateral del pie que se va a estirar sobre el lado inferior y el lado medial del pie sobre el lado superior de la tabla. El estiramiento bilateral puede conseguirse si se colocan tablones articulados en una posición de V invertida y el paciente permanece de pie o camina sobre ellos.

3. Autoestiramiento de los músculos extrínsecos de los dedos del pie

a. Posición del paciente: sentado, con el pie cruzado sobre la rodilla opuesta. El paciente estabiliza el pie debajo de las articulaciones metatarsofalángicas (MTF) con los pulgares y flexiona pasivamente las articulaciones MTF aplicando presión sobre las falanges proximales. O intenta la flexión activa de las articulaciones MTF, ayudando al movimiento si fuera necesario.

b. Posición del paciente: de pie, con los dedos del pie sobre el borde de un escabel o libro. Las articulaciones MTF se encuentran en el borde. El paciente trata de flexionar las articulaciones MTF, manteniendo las articulaciones IF de los dedos extendidos.

B. Técnicas para reeducar y fortalecer los músculos necesarios para el control ortostático del tobillo y el pie

La mayoría de las exigencias funcionales del tobillo y el pie se producen en posturas en carga. El aferente cinestésico de los receptores cutáneos, articulares y musculares y las respuestas resultantes de músculos y articulaciones son distintos en actividades de cadena cinética abierta y cerrada; por tanto, siempre que sea posible, los ejercicios para la extremidad inferior deben pasar a posiciones en cadena cinética cerrada. Además de los ejercicios en cadena cinética cerrada descritos en esta sección, remitimos al lector al capítulo 11 donde aparecen ejercicios funcionales totales para las extremidades inferiores.

1. Actividades de preparación del control muscular

a. Posición del paciente: sentado con las rodillas extendidas. El paciente primero mueve en dorsiflexión e inversión los pies para ejercitar el músculo tibial anterior; a continuación, mueve en flexión plantar e invierte los pies para ejercitar el músculo tibial posterior.

b. Posición del paciente: sentado, con los pies en el suelo. El paciente flexiona los dedos del pie ante la resistencia del suelo. Se coloca una toalla debajo de los pies, y el paciente trata de arrugarla manteniendo el talón sobre el suelo y flexionando los dedos. Esto también puede hacerse con el paciente de pie.

c. Posición del paciente: sentado con los pies en el suelo. El paciente trata de elevar el arco longitudinal medial de los pies al tiempo que mantiene el antepié y el retropié apoyados en el suelo (tal vez haya rotación lateral de la tibia, pero nunca abducción de las caderas). Se repite la actividad hasta que el paciente tenga un buen control, para luego avanzar y realizar el movimiento de pie.

d. Posición del paciente: sentado, con ambos pies o sólo el pie afectado sobre un balancín o tabla de equilibrio. El paciente realiza movimientos controlados de tobillo y pie (con o sin la ayuda del pie normal) en dorsiflexión y flexión plantar, e inversión y eversión (fig. 13.2). Si se emplea un plano circular, el paciente también puede practicar la circunducción en todas direcciones. Esta actividad avanza pasando a una posición de pie con el fin de aumentar el control y desarrollar el equilibrio.

e. El paciente prueba a caminar concentrándose en la colocación de los pies y el desplazamiento del peso del cuerpo en cada paso. El paciente comienza apoyando el peso del cuerpo sobre el talón y luego lo desplaza a lo largo del borde lateral del pie hasta la cabeza del V metatarsiano y sobre la cabeza del I metatarsiano y del dedo gordo para la fase de despegue del pie.

2. Actividades de fortalecimiento en cadena cinética abierta

a. Posición del paciente: sentado, con una pelota de tenis colocada entre las plantas de los pies.

b. Posición del paciente: sentado. Se coloca cierto número de objetos pequeños, como caninas o dados, en un lado del pie del paciente. El paciente coge un objeto a la vez flexionando los dedos del pie en torno al objeto para colocarlo en un recipiente en el otro lado del pie. Esto ejercita los músculos plantares y la inversión y eversión.

c. Posición del paciente: sentado, y más tarde, de pie. Se emplea arena, goma espuma u otro material que se distienda dentro de una caja para ofrecer resistencia a los distintos movimientos del pie cuando el paciente se balancea adelante y atrás, y de lado a lado, o flexiona los dedos del pie.

d. Posición del paciente: sentado con las rodillas extendidas, manteniendo un material elástico debajo del antepié. El paciente mueve el pie en flexión plantar contra la resistencia (fig. 13.3).

e. Posición del paciente: sentado con las rodillas extendidas o flexionadas, y con los tobillos cruzados. El paciente ejerce presión con los bordes laterales de los pies juntos entre sí, y contrae isométricamente los músculos eversores.

f. Posición del paciente: sentado con las rodillas extendidas o en decúbito supino, con un aro de material elástico rodeando los pies. El paciente mueve los pies en eversión contra la resistencia (fig. 13.4).

g. Posición del paciente: sentado con las rodillas extendidas o en decúbito supino. Se ata un material elástico a los pies de la cama (o a otro objeto) y se coloca sobre el dorso del pie del paciente. El paciente mueve a continuación el pie en dorsiflexión contra la resistencia (fig. 13.5).

3. Actividades en cadena cinética cerrada de fortalecimiento y estabilización

Posición del paciente: de pie. Si el paciente no tolera inicialmente la carga total sin que se reproduzcan los síntomas, se inicia de pie en las barras paralelas o en una pis-

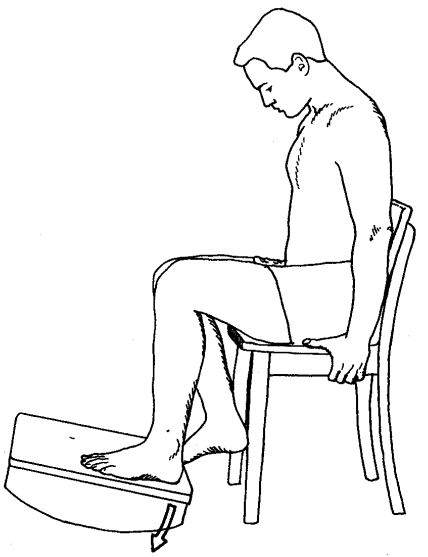


Figura 13.2. Empleo de un balancín o plano inestable para desarrollar el control de los movimientos del tobillo con el paciente sentado. Cuando los pies están sobre la tabla, el pie normal ayuda al lado afectado. Cuando sólo el pie afectado está sobre la tabla, la actividad es más difícil.

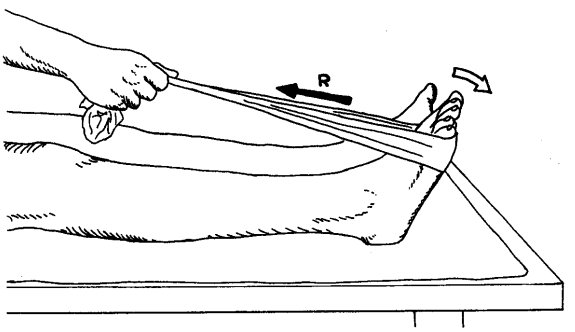


Figura 13.3. Ejerciendo resistencia sobre los músculos flexores plantares con material elástico.

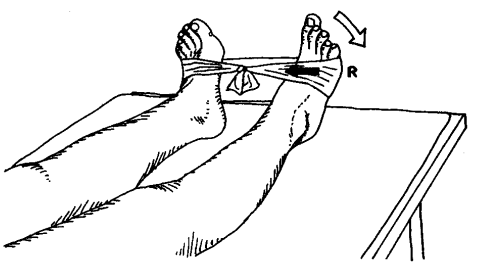


Figura 13.4. Ejerciendo resistencia sobre los músculos eversores del pie con material elástico.

cina para reducir las fuerzas generadas por el peso del cuerpo en carga.

a. Se inicia desarrollando la fuerza isométrica y el control para mejorar la estabilidad. A medida que el paciente puede permanecer de pie, se aplica resistencia sobre la pelvis del paciente mientras éste trata de mantener el control (estabilización rítmica). La resistencia se aplica en distintas direcciones, primero con avisos verbales, y luego sin ellos.

b. El paciente y el terapeuta se apoyan en un bastón de madera con ambas manos. El terapeuta ejerce resistencia a través del bastón en distintas direcciones mientras el paciente trata de mantener la estabilidad (fig. 13.6). El paciente pasa a estar de pie sólo sobre el pie afectado.

c. Para el entrenamiento dinámico de la fuerza, el paciente realiza elevaciones bilaterales sobre los dedos del pie, elevaciones de talón y balanceo hacia fuera sobre los bordes laterales de los pies; a continuación, pasa a elevaciones unilaterales de los dedos del pie, del talón y de pie sobre el borde lateral del pie. Cuando lo tolere, se añade resistencia con un cinturón lastrado o con mancuernas en las manos.

d. El entrenamiento avanza y se empieza a caminar sobre los talones, de puntillas, y luego sobre los bordes laterales de los pies, aumentando de modo progresivo la distancia. Para el fortalecimiento, el terapeuta aplica resistencia sobre la pelvis del paciente.

4. Actividades de equilibrio

Se emplea un balancín o una tabla de equilibrio y el paciente desplaza el peso de lado a lado y de adelante a atrás, mientras trata de controlar el tobillo y mantener el equilibrio. Existe en el mercado variedad de tablas de ejercicio con distintos tamaños de balancín o semiesfera, así como adaptaciones para generar resistencia. Las graduaciones de la dificultad pueden adaptarse según la capacidad del paciente.

a. Posición del paciente: sentado. El paciente comienza sentado y aprende a controlar la dirección del movimiento de la tabla (ver fig. 13.2).

b. Posición del paciente: de pie. Si es necesario, el paciente se apoya con ambas manos en las barras paralelas o en un objeto sólido. El paciente comienza con ambos pies sobre la tabla, y luego pasa a actividades sobre una sola pierna (fig. 13.7). Se logra una progresión adicional cambiando el grado de movimiento permitido por la tabla usando una esfera o balancín mayores, y luego manteniendo el equilibrio sin apoyar las manos.

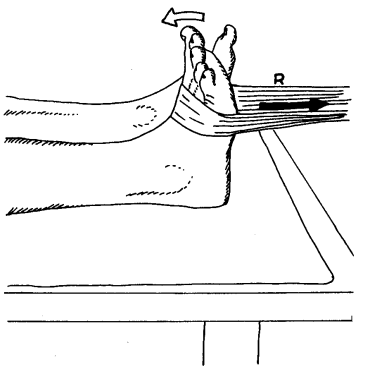


Figura 13.5. Ejerciendo resistencia sobre los músculos dorsiflexores con material elástico.

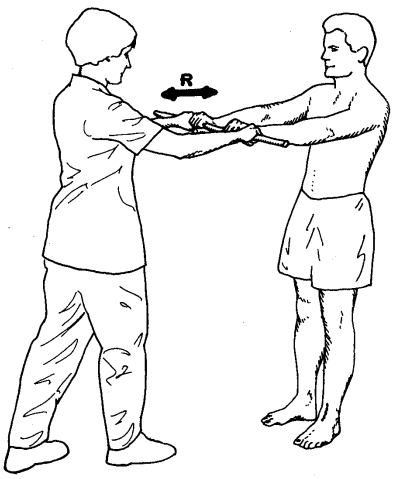


Figura 13.6. Ejercicios de estabilización rítmica con el paciente de pie y manteniendo el equilibrio ante las fuerzas alternantes de resistencia generadas por el terapeuta. El terapeuta aplica fuerza a través del bastón en direcciones adelante/atrás, de lado a lado y rotación.

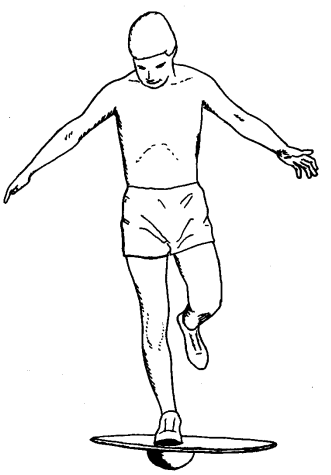


Figura 13.7. Entrenamiento avanzado del equilibrio y la coordinación sobre una tabla de equilibrio que exige al paciente no apoyarse en nada mientras mantiene el equilibrio sobre una sola pierna.

5. Estimulación y práctica de actividades funcionales

a. Se pasa a actividades en carga y a caminar sobre superficies irregulares, desplazamiento lateral del peso del cuerpo, caminar sobre una barra de equilibrio, maniobras ante obstáculos, y ejercicios de agilidad.

b. Se desarrolla la resistencia aumentando el tiempo pasado realizando los distintos ejercicios.

c. Se desarrolla potencia con ejercicios pliométricos como saltar y saltar con los pies juntos desde diversos niveles aumentando la velocidad del movimiento.

d. Empleando el principio de la especificidad del entrenamiento, se reproduce la actividad funcional que requiere cada persona, primero con patrones de movimiento controlado, para luego aumentar la velocidad y reducir el control.

VII. Resumen

En la primera sección de este capítulo se ha pasado brevemente revista a la anatomía, las características articulares y las relaciones funcionales de las articulaciones y músculos del tobillo y el pie para aportar información de base. Se ha presentado el tratamiento con ejercicio terapéutico de los problemas musculoesqueléticos corrientes, entre los que se incluyen problemas articulares, esguinces, desgarros menores, desequilibrios en la fuerza y flexibilidad de los músculos, y síndromes por uso excesivo de los músculos. También se han expuesto técnicas de ejercicio para el tobillo y el pie que no se enseñaron con anterioridad. También hemos ofrecido en este capítulo una exposición de la cirugía de sustitución total de la articulación del tobillo y la reparación de los tejidos blandos.

Bibliografía

1. Bistevins, R: "Footwear and footwear modifications". En Kottke FJ Stillwell, GK, y Lehmann, JF (eds): *Krusen S Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation*. ed 3 WB Saunders, Filadelfia, 1982.
2. Cailliet R: *Foot and Ankle Pain*, 2 ed. FA Davis, Filadelfia 1983.
3. Cyriax, J: *Textbook of Orthopaedic Medicine*, Vol 1. "Diagnosis or Soft Tissue Lesions", 8 ed. Bailliere Tindall, Londres, 1982.
4. DeLacerda, F: "A study of anatomical factors involved in shinsplints". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2:55, 1980.
5. DeLacerda, F: "Iontophoresis for treatment of shinsplints". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 3:183, 1982.
6. Dimonte, P, y Light, H: "Pathomechanics, gait deviations and treatment of the rheumatoid foot". *Phys Ther* 62:1148, 1982.
7. Donatelli, R, y otros: "Biomechanical foot orthotics: A retrospective study". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 10:205, 1988.
8. Fortune, WP: "Lower limb joint replacement". En Nickel, VL (ed): *Orthopedic Rehabilitation*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1982.
9. Garn, SN, y Newton, RA: "Kinesthetic awareness in subjects with multiple ankle sprains". *Phys Ther* 68:1669, 1988.
10. Gauffin, H, Trupp, H, y Odenieck, P: "Effect of ankle disk training on postural control in patients with functional instability of the ankle joint". *International Journal of Sports Medicine* 9:141, 1988.
11. Greenfield, B: "Evaluation of overuse syndromes in the lower extremities". En Donatelli, R (ed): *Mechanics of the Foot and Ankle*. FA Davis, Filadelfia, 1990.
12. Haslock, DI, y Wright, V: "Footwear for arthritic patients". *Arch Phys Med* 10:236, 1970.
13. Hoppenfeld, S: *Physical Examination of the Spine and Extremities*. Appleton-Century-Crofts, Nueva York, 1976.
14. Howell, DW: "Therapeutic exercise and mobilization". En Hunt, GC (ed): *Physical Therapy of the Foot and Ankle*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1988.
15. Hunter, SL: "Rehabilitation of ankle injuries". En Prentice, WE (ed): *Rehabilitation Techniques in Sports Medicine*. Times Mirror/Mosby, St Louis, 1990.
16. Hyde, SA: *Physiotherapy in Rheumatology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1980.
17. Kapandji, IA: *The Physiology of the Joints*, Vol 11, 5 ed. Churchill-Livingstone, Edimburgo, 1987.
18. Kaplan, EG, y otros: "A triligamentous reconstruction for lateral ankle instability". *J Foot Surg* 23:24, 1984.
19. Kaumeyer, C, y Malone, T: "Ankle injuries: Anatomical and biomechanical considerations necessary for the development of an injury prevention program". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 1:171, 1980.

20. Kay, DB: The sprained ankle: "Current therapy". *Foot Ankle* 6:22, 1985.
21. Kessler, R, y Hertling, D: *Management of Common Musculoskeletal Disorders*. Harper & Row, Filadelfia, 1983.
22. Kirnura, IF, y otros: "Effect of the air Stirrup in controlling ankle inversion Stress". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 9:190, 1987.
23. Kopell, H, y Thompson, W: *Peripheral Entrapment Neuropathies*, ed 2. Robert F Krieger, Huntington, NY, 1976.
24. Kramer, P: "Restoration of dorsiflexion after injuries to the distal leg and ankle". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 1:159, 1980.
25. Kuland DN: *The Injured Athlete*. JB Lippincott, Filidelfia 1988.
26. Lattanza, L, Gray, GW, y Kantner, R: "Closed vs open kinematic chain measurements of subtalar joint eversion: Implications for clinical practice". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 9:310, 1988.
27. Leach, RE, James, S, y Wasliewski, S: "Achilles tendinitis". *Am J Sports Med* 9:93, 1981.
28. Lehmkuhl LD, y Smith, LK: *Brunnstrom's Clinical Kinesiology*, ed 4, FA Davis, Filadelfia, 1983.
29. Lockard, MA: "Foot orthoses". *Phys Ther* 68:1866, 1988.
30. McPoil. TG: "Footwear". *Phys Ther* 68:1857, 1988.
31. McPoil TG, y McGarvey, TC: "The foot in athletics". En Hunt, GC (ed): *Physical Therapy of the Foot and Ankle*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1988.
32. Moncur, C, y Shields, M: *Clinical managenent of metarsalgia in patients with arthritis*. Clinical Management 3:7, 1983.
33. Mulligan E: "Lower leg, ankle and foot rehabilitation". En Andres JR, y Harrekon, FL (eds): *Physical Rehabilitation of the Injured Athlete*. WB Saunders, Philadelphia 1991.
34. Notkin, C, y Levangie, P: "Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis", ed 2. FA Davis, Filadelfia 1992.
35. *Normal and Pathological Gait Syllabus*. Physical Therapy Department, Rancho Los Amigos Hospital, Downey CA, 1977.
36. Oatis, CA: "Biomechanics of the foot and ankle under static conditions". *Phys Ther* 68:1815, 1988.
37. Opitz, JL: "Reconstructive surgery of the extremities". En Kottke, FJ, Stillwell, GK, y Lehmann, JF (eds): *Krusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation*, ed 3. WB Saunders, Filadelfia, 1982.
38. Quillen, W: "An alternative management protocol for lateral ankle sprains". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2:187, 1981.
39. Reynolds, NL, y Worrell, TN: "Chronic Achilles peritendinitis: etiology, pathophysiology, and treatment". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 13:717, 1991.
40. Salter, RB: *Textbook of Disorders and Injuries of the Musculoskeletal System*, 2 ed. Williams & Wilkins, Baltimore, 1983.
41. Saltzman, CL, y Johnson, KA: "Surgery of the foot and ankle". En Sledge, CB, y otros (eds): *Arthritis Surgery*. WB Saunders, Filadelfia, 1994.
42. Samuelson, K, Tuke, M, y Freeman, MAR: "A replacement arthroplasty for the three articular surfaces of the ankle, utilizing a posterior approach". *J Bone Joint Surg Br* 59:376, 1977.
43. Schnell, MD, Bowker, JH, y Bunch, WH: "The orthotist". En Nickel, VL (ed): *Orthopedic Rehabilitation*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1982.
44. Scholz, KC: "Total ankle arthroplasty using biological fixation components compared to ankle arthrodesis". *Orthopedics* 10:125, 1987.
45. Schon, LC, y Ouzounian, TJ: "The ankle". En James, MH (ed): *Disorders of the Foot and Ankle. Medical and Surgical Management*, 2 ed. WB Saunders, Filadelfia, 1991.
46. Smith, CL: "Physical therapy management of patients with total ankle replacement". *Phys Ther* 60:303, 1980.
47. Snook, GA: "Lateral ankle reconstruction for chronic instability". En Torg, JS, Welsh, RP, y Shephard, RJ (eds): *Current Therapy in Sports Medicine*, ed 2. BC Decker, Toronto, 1990.
48. Stauffer, RN: "Total ankle joint replacement". *Arch Surg* 112:105, 1977.
49. Sullivan, JM: "Rupture of the Achilles tendon". En Torg, JS, Welsh, RP, y Shephard, RJ (eds): *Current Therapy in Sports Medicine*, 2 ed. BC Decker, Toronto, 1990.
50. Thomas, WH: "Surgery of the foot in rheumatoid arthritis". *Orthop Clin North Am* 6:831, 1975.
51. Thompson, TC, y Doherty, JH: "Spontaneous rupture of tendon of Achilles: A new clinical diagnostic test". *J Trauma* 2:126-129, 1962.
52. Unger, AS, Inglis, AE, y Mow, CS: "Total ankle arthroplasty in rheumatoid arthritis: A long-term follow-up study". *Foot Ankle* 8:173, 1988.
53. Wallace, L, Knortz, K, y Esterson, P: "Immediate care of ankle injuries". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 1:46, 1979.

54. Waugh, T: "Arthroplasty rehabilitation". En Goodgold, J (ed): *Rehabilitation Medicine*. CV Mosby, St Louis, 1988.

55. Waugh, TR, y Evanski, PM: "Irvine ankle arthroplasty: Prosthetic design and surgical technique". *Clin Orthop* 114:180, 1976.

Capítulo

14

La columna vertebral: problemas agudos

En teoría, el tratamiento de las afecciones musculoesqueléticas de la columna vertebral y el tronco es el mismo que el tratamiento de las afecciones musculoesqueléticas de las extremidades. Las complejas relaciones funcionales de las carillas articulares, las articulaciones intervertebrales, los músculos y el sistema nervioso del esqueleto axial son un desafío para el terapeuta durante la evaluación inicial, la valoración de los problemas y el desarrollo de un programa de ejercicio terapéutico que solucione esos problemas. A menudo, los síntomas y los procedimientos para las pruebas no descubren la estructura anatómica con problemas o bien los síntomas son inconsistentes con las pruebas físicas aparentes, lo cual provoca un dilema de elección del mejor tratamiento. En la actualidad sigue el debate en la literatura médica sobre los sistemas de clasificación de los problemas de columna, sobre si se debe clasificar a los pacientes en categorías basadas en la patología de las estructuras anatómicas[5,68] o basadas en categorías como los síntomas[14] o la discapacidad laboral.[33,71] Dadas las dificultades para establecer criterios con los que lograr una clasificación sólida de los pacientes, se han llevado a cabo pocos estudios de investigación bien controlados para dar con métodos de tratamiento válidos y fiables.[56]

No obstante, la investigación ha comprobado el proceso de curación de los tejidos después de una lesión. Estos principios básicos aparecen descritos en el capítulo 7 y se emplean para el diseño de programas para el tratamiento de cualquier lesión musculoesquelética. El único factor de complicación en la columna vertebral es la proximidad de las estructuras clave de la médula espinal y las raíces nerviosas. Se sabe que después de una lesión traumática o de microtraumatismos repetitivos, los tejidos reaccionan con inflamación e hinchazón. El dolor constante debido a productos químicos irritantes, la distensión de los tejidos, el movimiento limitado del tejido tumefacto y la rigidez refleja del músculo son iguales que en las extremidades. Por lo tanto, cuando haya signos de inflamación, el método de tratamiento inicial consiste en reducir los efectos de la inflamación, aliviar la tensión sobre los tejidos inflamados y conseguir un ambiente saludable para que los tejidos inicien el proceso de curación. Las ideas actuales ponen en entredicho la práctica histórica del reposo total en cama durante largos períodos de tiempo porque esto causa debilidad y pérdida de la integridad de los tejidos.[49, 57,59,67,71] Los movimientos tempranos no destructivos comportan una vuelta más rápida a la función y reducen la intensidad del dolor.

Las limitaciones funcionales y discapacidades se desconocen en el momento de la lesión. Por lo general, el 80 al 90 por ciento de las lesiones agudas se resuelven al cabo de 1 mes.[33] Las discapacidades dependerán de la extensión de la lesión. Si afectan a la médula espinal, puede haber niveles de parálisis completa. Si afectan a las raíces nerviosas (también la cola de caballo), se apreciarán distintos grados de debilidad muscular en miotomas específicos, lo cual puede interferir o no con las actividades personales y laborales diarias de la persona. Las raíces nerviosas del tren superior afectarán a la función de los brazos y manos; las raíces nerviosas del tren inferior

afectarán a la función de las extremidades inferiores, sobre todo en las actividades en carga. Los estudios sobre síndromes crónicos como resultado de lesiones de espalda parecen llegar a la conclusión de que el grado de discapacidad está relacionado más con factores psicológicos, económicos y sociológicos y con la incidencia previa de la lesión que con los tejidos realmente afectados.[21,33] Un estudio hecho en Noruega ha documentado que la afectación de las raíces nerviosas y la provocación de dolor con movimientos activos en varias direcciones eran más corrientes en pacientes que desarrollaron dolor crónico.[21] La exposición del tratamiento de las lesiones medulares y los síndromes crónicos queda fuera del alcance de este libro.

En la primera sección de este capítulo se pasa revista a los elementos principales de la anatomía y función de la columna. El propósito del resto del capítulo es definir las destrezas básicas de la intervención con ejercicios que debe tener el terapeuta que trate a pacientes con problemas agudos de columna (distintos de lesiones medulares). Todos los terapeutas deben tener conocimientos básicos para evaluar e identificar problemas asociados con la espalda; este capítulo se basa en el principio de que esas destrezas ya se han adquirido. El capítulo 15 describe los principios y técnicas para tratar fallos posturales y disfunciones como escoliosis, y el tratamiento de afecciones vertebrales durante las fases de curación subaguda y rehabilitación crónica de la recuperación. En el capítulo 16 se exponen los principios y técnicas para aplicar tracción vertebral.

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, el lector podrá:

1. Identificar los componentes principales de la estructura y función de la columna.

2. Describir las posiciones funcionales de la columna y su relación con el control de los síntomas.

3. Describir la función de los discos intervertebrales y los factores mecánicos que influyen en ella.

4. Establecer un programa de tratamiento para curar lesiones discales basándose en la respuesta del paciente a las pruebas.

5. Identificar contraindicaciones al movimiento durante una lesión aguda de disco.

6. Describir la relación biomecánica entre el disco intervertebral y las carillas articulares.

7. Establecer programas de tratamiento para tratar problemas agudos articulares, musculares y de tejidos blandos en la región de la columna basándose en los problemas identificados.

8. Establecer programas de tratamiento para curar tortícolis, cefaleas por tensión y disfunción de la articulación temporomandibular.

9. Identificar técnicas seguras para lograr los objetivos del tratamiento durante el estadio agudo.

I. Revisión de la estructura y función de la columna vertebral

A. Unidades funcionales de la columna vertebral[12,25]

1. El pilar anterior, compuesto por los cuerpos de las vértebras y los discos intervertebrales, constituye la porción hidráulica y amortiguadora que soporta el peso del cuerpo.

2. Los pilares posteriores, compuestos por las apófisis y carillas articulares, conforman el mecanismo deslizante que hace posible el movimiento. También forman parte de la unidad posterior los dos arcos vertebrales, dos apófisis transversas y una apófisis espinosa posterior. Los músculos se insertan en las apófisis, en las que generan y controlan el movimiento.

B. Estructura y función de los discos intervertebrales[7,12,24,40,41]

1. El disco intervertebral, que se compone del anillo fibroso y del núcleo pulposo, es un componente de un complejo triartrodial entre dos vértebras adyacentes.

2. El *anillo fibroso* está formado por capas densas de fibras de colágeno y fibrocartílago. Las fibras de colágeno de cualquiera de las capas son paralelas y anguladas 60 a 65 grados respecto al eje de la columna, alterando la inclinación en capas sucesivas.[22,29] Dada la orientación de las fibras, la resistencia a la tracción corresponde al anillo cuando la columna resulta comprimida, se tuerce o dobla, lo cual ayuda a restringir los distintos movimientos de la columna. El anillo fibroso se inserta con firmeza en las vértebras adyacentes, y las capas se unen con firmeza entre sí. Las fibras de las capas más íntimas se mezclan con la matriz del núcleo pulposo. El anillo fibroso se apoya en los ligamentos longitudinales anterior y posterior.

3. El *núcleo pulposo* es una masa gelatinosa que normalmente se halla dentro del anillo fibroso, pero cuyas fibras alineadas laxas emergen con la capa interna de

aquél. Se localiza en el centro del disco, si bien en la columna lumbar se sitúa más cerca del borde posterior que del borde anterior del anillo fibroso. Los agregados de proteoglicanos, normalmente en elevada concentración en los núcleos sanos, tienen gran afinidad por el agua. La mecánica líquida resultante del núcleo confinado sirve para distribuir regularmente la presión por el disco y de un cuerpo vertebral al siguiente en condiciones de carga. Dada la afinidad por el agua, el núcleo absorbe agua cuando se reduce la presión sobre el disco y expulsa agua cuando soporta cargas compresivas. Esta dinámica líquida permite el transporte de nutrientes y ayuda a mantener la salud del tejido del disco.

4. Las *placas terminales cartilaginosas* recubren el núcleo pulposo en sentido superior e inferior, y se hallan entre el núcleo y los cuerpos vertebrales. Cada una está encerrada por el anillo apofisario del cuerpo vertebral respectivo. Las fibras de colágeno del anillo fibroso interno se insertan en la placa vertebral y se angulan centralmente, de modo que encapsulan el núcleo pulposo. La nutrición se difunde de la médula de los cuerpos vertebrales al disco a través de las placas terminales.[50]

5. Durante la flexión (inclinación hacia delante) de un segmento vertebral, la porción anterior del disco queda comprimida y la porción posterior es traccionada. El núcleo pulposo, por lo general, no se mueve en el caso de discos sanos, pero puede sufrir una ligera distorsión durante la flexión, lo cual potencialmente redistribuye la carga por el disco.[32] La carga asimétrica durante la flexión provoca distorsiones del núcleo hacia la esquina contralateral posterolateral, donde las fibras del anillo fibroso soportan un mayor estiramiento.[2]

C. Curvas fisiológicas: Descripción y función

1. Las curvas anteriores se hallan en las regiones cervical y lumbar. **Lordosis** es un término también empleado para denotar curva anterior, aunque algunos autores reservan el término lordosis para referirse a afecciones como las que se observan en la hiperlordosis.[15]

2. Las curvas posteriores se hallan en las regiones dorsal y sacra. **Cifosis** es un término empleado para describir una curva posterior. La postura cifótica se refiere a una curva posterior excesiva de la columna dorsal.[15]

3. La línea de la gravedad corta las curvas vertebrales, que se equilibran anterior y posteriormente. La desviación de una porción de la columna vertebral provoca un desplazamiento de otra porción para compensar y mantener el equilibrio.

4. La flexibilidad de las curvas confiere a la columna vertebral una resistencia a las fuerzas de compresión axial 10 veces superior a la de una columna recta.[25,72] La flexibilidad y el equilibrio de la columna vertebral son necesarios para soportar los efectos de la gravedad y otras fuerzas externas.

D. Estructuras inertes que influyen en el movimiento y estabilidad de la columna vertebral[12,25]

Cuando una estructura limita el movimiento en una dirección específica, aporta estabilidad en esa dirección.

1. La inclinación y dirección de las carillas articulares

a. En la región cervical, las carillas suelen hallarse en el plano frontal, con cierta angulación oblicua hacia el plano transverso, lo cual permite una inclinación hacia delante (flexión) y atrás (extensión) relativamente libres. De la II vértebra cervical a la III vértebra dorsal, la inclinación lateral y la rotación de las vértebras siempre se producen al unísono y hacia el mismo lado en la posición erguida o en la posición de inclinación hacia delante.

b. En la región dorsal superior, las carillas se encuentran en el plano frontal con ligera angulación hacia el plano sagital. En la región dorsal inferior, se hallan más en el plano sagital. La rotación, la inclinación lateral y hacia delante son posibles en distinto grado por las carillas, aunque a su acción se oponen las costillas. Las carillas restringen mucho la inclinación hacia atrás junto con las apófisis espinosas. Las tres o cuatro vértebras dorsales superiores funcionan con la columna cervical durante la inclinación lateral y la rotación. El resto de las vértebras dorsales funcionan de forma parecida a las vértebras lumbares, por lo que durante la posición erguida la inclinación lateral de las vértebras genera rotación vertebral en dirección contraria a las vértebras por debajo del nivel de la III vértebra dorsal.

c. En la región lumbar, las carillas se hallan típicamente en el plano sagital con cierta curvatura en el plano frontal, aunque haya variaciones en la forma y orientación,[8,65] lo cual permite cierta inclinación hacia delante, atrás y a los lados, aunque limita la rotación excepto en los segmentos lumbares inferiores. Al final de la amplitud de la inclinación hacia delante, las superficies de las carillas en el plano frontal se aproximan y aportan estabilidad ante la continuación del movimiento.[69] En posición erguida, la inclinación lateral se produce con rotación en direcciones contrarias, Cuando se produce la inclinación hacia delante, se producen en la misma dirección inclinación lateral y rotación de las vértebras.

2. Los ligamentos[51]

a. Los ligamentos posteriores al eje de movimiento limitan la inclinación hacia delante (flexión) de los segmentos vertebrales. Los ligamentos sometidos a mayor tensión durante la inclinación hacia delante son los interespinosos y supraespinosos. Los ligamentos capsulares, el ligamento amarillo y el ligamento longitudinal posterior también se tensan y estabilizan la columna al final de la amplitud de la flexión.

b. El ligamento longitudinal anterior limita la inclinación hacia atrás.

c. Los ligamentos intertransversos contralaterales, así como el ligamento amarillo y los ligamentos capsulares, limitan la inclinación lateral.

d. Los ligamentos capsulares limitan la rotación.

3. La fascia toracolumbar (lumbodorsal)

a. La fascia toracolumbar refuerza el sistema ligamentario posterior mediante la orientación de sus fibras e inserciones en la columna lumbar y la región pélvica.

b. La tensión pasiva de la hoja posterior de la fascia se produce durante la inclinación hacia delante de la columna lumbar sobre la pelvis o durante la inclinación posterior de la pelvis. El aumento de la tensión sostiene las vértebras lumbares inferiores estabilizándolas contra la inercia de la flexión.[8]

c. La fascia toracolumbar también proporciona estabilidad dinámica al tronco junto con sus inserciones musculares según se describen en E.

4. La forma e inclinación de las apófisis espinosas limitan la extensión

5. El tamaño relativo de los discos intervertebrales y los cuerpos

Cuanto mayor sea la relación entre el espesor del disco y la altura del cuerpo vertebral, mayor será la movilidad. La relación de la columna cervical es 2:5 y es la más móvil; la relación de la columna dorsal es 1:5 y es la menos móvil; la relación de la columna lumbar es 1:3.[25]

6. El anillo fibroso del disco intervertebral

Los anillos concéntricos organizados del anillo fibroso le proporcionan resistencia a la tracción del disco. El movimiento está permitido, si bien algunas fibras estarán tensas sea cual fuere la dirección en la que se doble, tuerza o cizalle la columna vertebral, y, por tanto, se comportan de forma parecida a los ligamentos.[8]

7. Las costillas de la región torácica (dorsal)

a. Las costillas limitan todos los movimientos del tórax.

b. Durante la inclinación lateral, el tórax se eleva y aumenta de tamaño sobre el lado contralateral (lado de la convexidad) y queda comprimido sobre el lado ipsolateral.

c. Durante la rotación, las costillas sobresalen en sentido posterior sobre el lado en el que gira el cuerpo vertebral y se aplanan sobre el lado contralateral.

8. Músculos

Los músculos dotados de elasticidad normal no causan limitaciones del movimiento de la columna. Cuando están tensos, restringen el movimiento en dirección contraria a la contracción. Los músculos aportan estabilidad dinámica y control de la columna tal y como se describe a continuación.

E. Función de los músculos: estabilización dinámica de la columna vertebral

1. Control excéntrico

Los músculos del cuello y el tronco actúan sobre todo como estabilizadores (cables de anclaje) de la columna vertebral en la postura erguida. Son el control dinámico contra la fuerza de la gravedad cuando el peso de distintos segmentos se desplaza de la base del sostén.[36]

a. Cuando la línea de gravedad se desplaza hacia delante, el control corresponde a los músculos extensores. Son el grupo del erector de la columna y los músculos cervicales posteriores, entre otros la porción superior del trapecio.

b. Cuando la línea de gravedad se desplaza hacia detrás, el control corresponde a los músculos flexores, que son los abdominales y los intercostales, así como el psoas mayor, el largo del cuello, el largo de la cabeza, el recto de la cabeza, los escalenos anteriores y el esternocleidomastoideo.

c. Cuando la línea de la gravedad se desplaza lateralmente, los músculos contralaterales aportan control, como el psoas mayor, el cuadrado lumbar, los escalenos, el esternocleidomastoideo, el erector de la columna, los oblicuos internos y externos, y los intercostales.

2. Efecto del escaso apoyo postural de los músculos del tronco

Se requiere poca actividad muscular para mantener la postura erguida, si bien con la relajación total de los músculos, las curvas vertebrales se vuelven exageradas y

el apoyo estructural pasivo ejerce la función de mantener la postura.

a. Cuando hay una carga continuada al final de la amplitud, se produce una distensión con crepitación y redistribución del líquido en los tejidos sustentantes, lo cual los vuelve vulnerables a las lesiones.[67]

b. La exageración continuada de las curvas lleva a posturas alteradas y desequilibrios de la fuerza y flexibilidad de los músculos, así como tirantez o hipermovilidad de otros tejidos blandos.

c. Los músculos que habitualmente se mantienen en una posición de estiramiento más allá de la posición fisiológica de reposo tienden a debilitarse; esto se conoce como **debilidad por estiramiento.**[27]

d. Los músculos que se mantienen habitualmente en una posición acortada tienden a perder su elasticidad. Estos músculos se muestran fuertes sólo en la posición acortada, pero débiles cuando se elongan.[17] Se conoce como **debilidad por acortamiento.**[23]

3. Efecto de los músculos de las extremidades sobre la estabilidad vertebral

a. Sin la adecuada estabilización de la columna, la contracción de la musculatura de la cintura escapular transmitirá las fuerzas proximalmente y causará movimientos de la columna que ejercerán tensión excesiva sobre las estructuras vertebrales y los tejidos blandos sustentantes. Por ejemplo, la estabilización de la pelvis y la columna lumbar por los músculos abdominales ante la tracción del músculo iliopsoas es necesaria cuando se flexiona la cadera para evitar el aumento de la lordosis lumbar y el cizallamiento anterior de las vértebras. La estabilización de las costillas por los abdominales e intercostales es necesaria para generar una fuerza de empuje eficaz de los músculos pectoral mayor y serrato anterior.

b. El cansancio localizado en la musculatura vertebral estabilizadora se observa en las personas desentrenadas cuando se realiza una actividad larga y repetitiva o un esfuerzo pesado con las extremidades. Hay mayores posibilidades de que se lesionen las estructuras sustentantes de la columna cuando los músculos estabilizadores se fatigan.

c. Los desequilibrios de la flexibilidad y la fuerza de los músculos de la cadera, el hombro y el cuello causarán fuerzas asimétricas en la columna.

4. Soporte dinámico para la columna lumbar y los discos intervertebrales[7,8,18-20,54,64,65,69]

a. La fascia toracolumbar (dorsolumbar) consta de tres capas de fascia y de las aponeurosis de varios músculos: el dorsal ancho, el serrato posteroinferior, los oblicuos internos y el transverso del abdomen (fig. 14.1).

(1) La capa posterior de la fascia se inserta en las apófisis espinosas en un patrón triangular y recubre los músculos de la espalda (fig. 14.2A y B). Se mezcla con las otras capas de fascia en la *unión lateral*, a lo largo del borde lateral del músculo iliocostal lumbar.

(2) La capa media se encuentra posterior al músculo cuadrado lumbar y se inserta en las puntas de las apófisis transversas y los ligamentos intersegmentarios. Lateralmente, se mezcla con la unión lateral y se continúa con el músculo transverso del abdomen. Ésta, junto con la capa posterior, envuelve el músculo erector de la columna.

(3) La capa anterior es una túnica fina anterior al músculo cuadrado lumbar y se inserta en la cara anterior de las apófisis transversas y los ligamentos intertransversos.

b. Las inserciones de los músculos están pensadas para que converjan fuerzas a través de la fascia en el sistema ligamentario para aportar estabilidad y soporte cuando intervienen en la dinámica de la columna lumbar. El aumento de la tensión o la participación de cualquiera de los músculos insertos o rodeados por la fascia incrementa el apoyo e iguala las fuerzas en la columna lumbar.

(1) La tensión en la capa posterior de la fascia se transmite hacia arriba y abajo a través de las fibras anguladas, lo cual genera vectores opuestos que oponen resistencia a la separación de las apófisis espinosas lumbares, con lo cual se opone a cualquier inercia de flexión (fig. 14.2C y D).

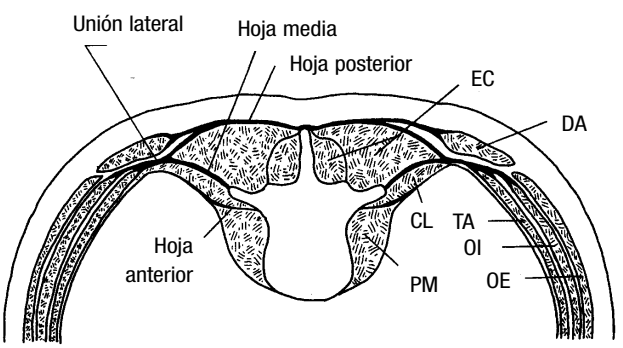


Figura 14.1. Sección transversa de la región lumbar donde aparecen las relaciones de las tres hojas de la fascia toracolumbar con los músculos de la región y sus inserciones en la columna. Músculos EC = erector de la columna; TA = transverso del abdomen; OI = oblicuos internos; OE = oblicuos externos; DA = dorsal ancho; PM = psoas mayor; CL = cuadrado lumbar.

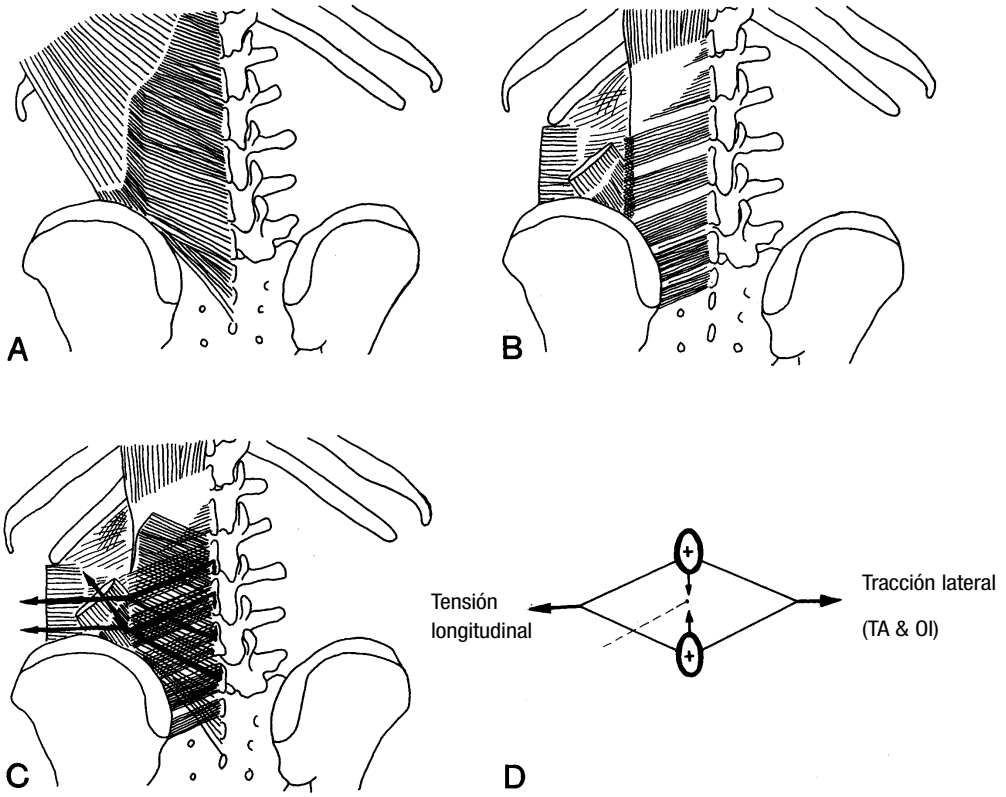


Figura 14.2. Orientación e inserciones de la capa posterior de la fascia toracolumbar. Desde la unión lateral, (A) las fibras de la hoja superficial se angulan en sentido inferior y medial y (B) las fibras de la hoja profunda se angulan en sentido superior y medial. (C) La tensión de las fibras anguladas de la capa posterior de la fascia se transmite a las apófisis espinosas en direcciones opuestas, oponiendo resistencia a la separación de las apófisis espinosas. (D) Representación esquemática de la tracción lateral sobre la unión lateral, lo cual crea tensión entre las apófisis espinosas lumbares que se oponen a la separación, de modo que se genera una inercia antiflexión (A, B y C adaptados de Bogduck y MacIntosh, [7] págs. 166-167, 169; D adaptado de Gracovetsky, Farfan, y Helleur, [18] pág. 319).

(2) Como las capas posterior y media de la fascia toracolumbar envuelven el músculo erector de la columna lumbar, cuando estos músculos se contraen, se expanden contra el envoltorio fascial, con lo cual aumenta la tensión de la fascia. Esto crea un mecanismo hidráulico amplificador (parecido al llenado de un tubo flexible con líquido, lo cual aumenta la estabilidad del tubo)[18] Este aumento de la tensión de la fascia refuerza los músculos extensores de la espalda a la hora de contrarrestar la inercia de flexión sobre la columna durante la inclinación hacia delante y la extensión contra la fuerza de la gravedad.

(3) La contracción de los músculos transverso del abdomen y oblicuo interno aumenta la presión intraabdominal. El aumento de la presión intraabdominal ejerce una fuerza hacia fuera sobre estos músculos, lo cual aumenta la tensión y la tracción sobre la unión lateral, que se transmite a las fibras anguladas de la fascia lumbodorsal (fig. 14.3).[20] Este mecanismo de presión, junto con la tracción de los músculos y el aumento de la tensión en

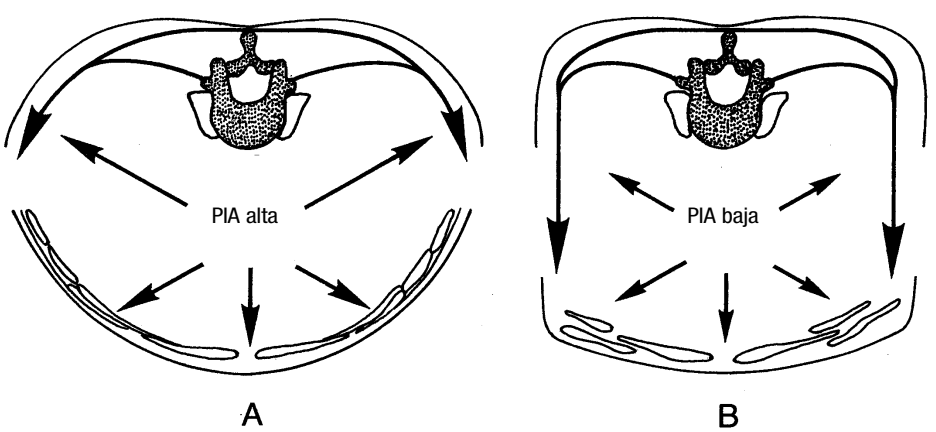


Figura 14.3. (A) El aumento de la presión intraabdominal (PIA) empuja hacia fuera los músculos transverso del abdomen y oblicuos internos, creando una mayor tensión sobre la fascia toracolumbar, lo cual genera inercia antiflexión. (B) La reducción de la presión permite la flexión de la columna (adaptado de Gracovetsky,[20] pág. 114).

la fascia lumbodorsal, ayuda a contrarrestar la inercia de flexión en la columna lumbar con las actividades de levantamiento de objetos (ver también fig. 14.2C y D).

(4) La contracción del músculo dorsal ancho durante actividades de levantamiento hace que la fuerza que se transmite por la fascia toracolumbar refuerce la inercia antiflexión de la fascia, aportando así soporte adicional a la columna lumbar al doblarse y levantarse.

(5) Con la flexión de la columna, la hoja profunda de la capa posterior de la fascia se vuelve tensa y así sostiene los segmentos vertebrales de L_4 y L_5 a través de las inserciones de la fascia de las apófisis espinosas en el ilion. Es una adición al sistema ligamentario que sostiene toda la columna lumbar.

5. Sostén dinámico para la cabeza y la columna cervical 55 (fig. 14.4)

a. El fulcro de la cabeza sobre la columna discurre a través de las articulaciones del occipital/atlas. El centro de gravedad de la cabeza es anterior al eje articular y, por tanto, tiene una inercia de flexión. El peso de la cabeza se contraequilibra con los músculos extensores cervicales.

b. La mandíbula se mantiene en su posición de reposo cuando está parcialmente cerrada por acción de los músculos elevadores de la mandíbula (masetero, temporal, y pterigoideo medial).

c. Los músculos anteriores de la garganta (suprahioideos e infrahioideos) ayudan a la deglución y el equilibrio de la mandíbula frente a los músculos de la masticación. Estos músculos también funcionan para flexionar el cuello cuando se alzan de la posición supina. Con una postura de la cabeza hacia delante, tienden a estirarse y debilitarse, de modo que la persona alza la cabeza con los músculos esternocleidomastoideos.

d. Los músculos escalenos y elevador de la escápula actúan como cables de sustentación para estabilizar las fuerzas de traslación anterior y posterior sobre el cuello.

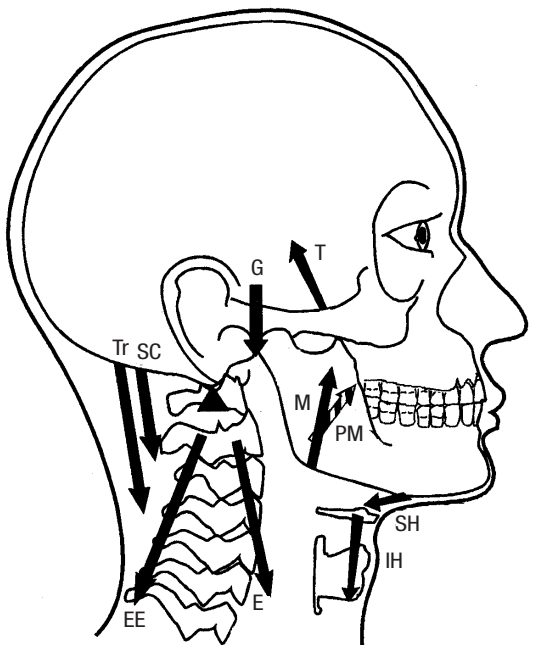


Figura 14.4. Equilibrio de la cabeza sobre la columna cervical. Los músculos cervicales posteriores (trapecio y semiespinoso de la cabeza) contrarrestan el peso de la cabeza. Los músculos elevadores de la mandíbula (masetero, temporal y pterigoideo medial) mantienen la elevación de la mandíbula que se opone a la fuerza depresora de la gravedad y la tensión de los músculos anteriores de la garganta (suprahioideos e infrahioideos). Los músculos escalenos y elevadores estabilizan las fuerzas de traslación posterior y anterior sobre las vértebras cervicales. (Tr = trapecio; SC = semiespinoso de la cabeza; M = masetero; T = temporal; PM = pterigoideo medial; SH = suprahioideos; IH = infrahioideos; E = escaleno; EE = elevador de la escápula; G = centro de gravedad; ▲ = eje de movimiento).

II. Pautas generales para el tratamiento de los síntomas agudos

Cuando se trate un dolor intenso en la columna después de un traumatismo, hay que descartar fracturas e inestabilidad antes de dejar que el paciente se mueva. Si estas afecciones críticas no están presentes, pero hay síntomas de presión contra la médula espinal o una raíz nerviosa, debe identificarse la causa y tratarse. Las causas de los signos neurológicos que ve con frecuencia el fisioterapeuta son entre otras protrusión de discos intervertebrales, estenosis del conducto vertebral o de los agujeros intervertebrales por compresión ósea como resultado de cambios degenerativos o por inflamación del tejido, y atrapamiento de raíces nerviosas. Tanto si el paciente tiene síntomas de dolor como si presenta signos neurológicos positivos, si la colocación o el movimiento reducen la presión sobre los tejidos afectados, se prueba con técnicas mecánicas para tratar el problema. Si una lesión discal es la causa del episodio agudo de dolor de espalda, las técnicas de tratamiento se encaminan primero al tratamiento de esta estructura.

A. Establecimiento de una posición cómoda o de alivio de los síntomas

Si un paciente experimenta una inflamación aguda por una lesión traumática, habrá dolor constante, si bien con frecuencia puede determinarse una posición óptima

de comodidad o de reducción de los síntomas en la que la tensión sobre la región inflamada, irritada o hinchada sea menor. El término **posición funcional** o **amplitud funcional** se emplea para describir esta posición.[47] La amplitud funcional para una persona puede cambiar a medida que los tejidos curen y adquieran movilidad y fuerza en la región. Algunas de las afecciones tienden a causar síntomas en una porción de la amplitud del movimiento y se alivian en otra amplitud.[47] Los términos siguientes se han popularizado a partir de la obra de Morgan[47] y Saal y Saal.[60]

1. Tendencia a la extensión[9]

Los síntomas del paciente se reducen en posiciones de extensión (lordosis). Las posturas sostenidas de flexión o los movimientos repetitivos de flexión cargan la región anterior de los discos y las articulaciones cigapofisarias, causando redistribución del líquido de las áreas comprimidas e hinchazón y crepitación en las áreas distendidas. Éste es con frecuencia el mecanismo de producción de síntomas en el caso de lesiones de los discos intervertebrales posteriores o posterolaterales, o de lesión del ligamento longitudinal posterior. Tanto si la patología es un disco lesionado o tejidos distendidos e hinchados, los movimientos repetidos y las posiciones de extensión alivian los síntomas al masajear los tejidos edematosos y mover el líquido para invertir la estasis (estas técnicas aparecen descritas en la sección III donde se habla de las lesiones discales).

2. Tendencia a la flexión[9]

Los síntomas del paciente se alivian en posiciones de flexión vertebral y son provocados en extensión. Éste es con frecuencia el caso cuando queda comprometido un agujero intervertebral o el conducto vertebral, como en la estenosis vertebral, la espondilosis y la espondilolistesis.

3. Tendencia a no apoyar el peso del cuerpo

Los síntomas del paciente se alivian en posiciones en que no se apoya el peso del cuerpo como en decúbito o en tracción, o cuando se reduce la presión vertebral al apoyarse sobre las extremidades inferiores (usando reposabrazos para aliviar el peso del tronco), cuando se apoya el tronco contra algo, o en una piscina. La afección se considera *sensible a la gravedad*[9] porque los síntomas empeoran en bipedestación, al caminar, correr, toser o en actividades parecidas que aumentan la presión vertebral.

B. Tratamiento inicial

Se aplica una tratamiento inicial con un método de extensión, flexión o eliminación de la carga. Por lo general, el tratamiento empieza con movimientos repetidos de extensión (descritos en la sección III).[59] Emplear modalidades y masajes para reducir el dolor y el edema por síntomas agudos es apropiado durante el estadio agudo. Los movimientos no destructivos en la amplitud indolora son apropiados si no se exacerban los síntomas. Más adelante se describen técnicas específicas para los distintos tejidos o tendencias.

C. Educación del paciente y participación con tratamiento inmediato

1. Se enseña al paciente a identificar y adoptar la posición vertebral más cómoda, y a reducir los síntomas usando la inclinación pélvica para mover la columna lumbar, y movimientos adelante y atrás de la cabeza para mover la columna cervical. Los corsés y collarines cervicales se emplean para conseguir sostén durante el estadio agudo si fuera necesario. El paciente aprende a usar el *posicionamiento pasivo* con el fin de mantener la posición funcional durante el estadio agudo.

a. En decúbito supino y con el cuerpo arqueado se flexiona la columna; las piernas extendidas extienden la columna. Con una almohada bajo la cabeza se flexiona el cuello; un trapo pequeño enrollado bajo el cuello estabiliza una lordosis leve con la cabeza neutra.

b. En decúbito prono, emplear un cojín bajo el abdomen flexiona la columna; sin el cojín, la columna se extiende. Para mantener la columna cervical en un alineamiento neutro, se enrolla una toalla pequeña bajo la frente para que el paciente no gire la cabeza.

c. Sentarse suele causar flexión vertebral, sobre todo si las caderas y rodillas están flexionadas. Para hacer hincapié en la flexión, se alzan los pies sobre una banqueta con el fin de aumentar la flexión de las caderas; para aumentar la extensión, se usa un cojín lumbar o un soporte para la región lumbosacra. Para descargar la columna del peso del cuerpo, se apoyan los brazos en un reposabrazos o se emplea una silla reclinada.

d. En bipedestación suele producirse extensión de la columna; para hacer hincapié en la flexión, se permanece de pie con un escabel debajo de uno de los pies.

2. Si se tolera, el paciente aprende a realizar movimientos sencillos mientras se protege la columna en la posición funcional.

a. Una suave inclinación de la pelvis o hundir el mentón en el pecho en todas las posiciones toleradas por el paciente, como decúbito supino, prono, lateral, sentado y de pie. El paciente aprende el grado de movimiento que puede generar sin aumentar los síntomas.

b. El paciente debe ser consciente del efecto de los movimientos de brazos y piernas sobre la posición de la columna. Siempre que los brazos se mueven por encima de la cabeza o las extremidades inferiores se extienden, la espalda se extiende; siempre que se llevan las extremidades hacia la parte frontal del cuerpo, la espalda se flexiona. Estos movimientos suaves de las extremidades se practican para que el paciente repare en lo que pasa en la columna y pueda aprender a evitar ciertos movimientos (durante el estadio agudo) que exacerban los síntomas. Durante el estadio subagudo, el paciente aprende a controlar la posición de la columna mientras mueve las extremidades.

c. El paciente aprende la técnica del rolado para pasar de decúbito supino a decúbito lateral, decúbito prono y vuelta. El paciente practica el mantenimiento del alineamiento vertebral manteniendo los hombros alineados con la pelvis mientras hacer rodar el tronco como una unidad (tronco) sin torcer la columna vertebral.

d. El paciente aprende a sentarse después de estar tumbado rodando sobre el costado, irguiendo el cuerpo con las manos mientras lleva las piernas hacia delante sobre el lateral de la cama. Al tiempo que se pasa a la posición sedente, se hace hincapié en mantener la lordosis de la espalda si hay una tendencia a la extensión o a la flexión si hay una tendencia a la flexión.

e. El paciente aprende a sentarse y a levantarse ejerciendo control sobre la columna. Primero halla la posición funcional, luego flexiona o extiende las caderas al tiempo que mantiene la posición de la columna. El tronco se mueve en conjunto.

3. Se pasa revista con el paciente a cualquier precaución especial para la afección. En las siguientes secciones se describen las precauciones específicas para cada afección.

III. Discos intervertebrales y lesiones por cargas en flexión

A. Lesión y degeneración del disco[1,2,10,16,22,24,37]

1. Sobrecarga por fatiga y rotura traumática

Puede producirse la rotura del anillo fibroso con sobrecarga por fatiga al cabo del tiempo o con una rotura traumática.[1,2]

a. La rotura por fatiga suele producirse con sobrecargas repetidas de la columna flexionada con la inclinación asimétrica hacia delante y el esfuerzo de torsión.[1,2,16,29]

b. En el caso de esfuerzos de torsión, el anillo se distorsiona, sobre todo en la esquina posterolateral opuesta a la dirección de la rotación. Las capas externas del anillo fibroso pierden cohesión y empiezan a separarse entre sí. Cada capa actúa como una barrera separada del núcleo. Finalmente, se producen desgarros radiales y se establece comunicación de la sustancia del núcleo entre las capas.[16]

c. Con la tensión repetida que se genera al inclinarse y levantarse, las capas del anillo fibroso se distienden; se apelotonan en las esquinas posterolaterales, aparecen fisuras radiales, y la sustancia del núcleo penetra por las fisuras.[1,2] Las capas externas de las fibras anulares pueden contener sustancia del núcleo siempre y cuando sigan siendo una capa continua.[1] Después de la lesión, hay tendencia a que el núcleo se hinche y distorsione el anillo. La distorsión es más grave en la región donde las fibras anulares se estiran.[2,37] Si se rompen las capas externas, la sustancia del núcleo puede salir por las fisuras.

d. Se intenta la curación, pero el disco cuenta con escasa circulación. Tal vez se produzca el sellado autógeno de un defecto con el gel del núcleo[41] o la proliferación de células del anillo quizá cure el defecto.[37] Toda reparación resulta más débil que el tejido normal y lleva más tiempo por el estado avascular relativo del disco.

e. La rotura traumática del anillo puede darse con un solo episodio o sobreponerse sobre un disco cuando hay destrucción gradual de los anillos. Esto suele apreciarse en las lesiones traumáticas por hiperflexión.[2]

2. Sobrecarga axial

La sobrecarga axial sobre el disco suele provocar daños en la placa vertebral o fractura del cuerpo vertebral antes de que se produzcan daños en el anillo fibroso.[40]

3. Edad

Las personas más susceptibles a lesiones discales sintomáticas tienen entre 30 y 45 años. Durante este período, el núcleo sigue siendo capaz de captar agua, si bien el anillo se debilita al cabo del tiempo por sobrecargas por fatiga y, por tanto, tiene menos capacidad para soportar el aumento de la presión cuando se somete a tensiones desproporcionadas. La sustancia del núcleo puede salir por las fisuras, que en su mayoría son posterolaterales y, según aumenta la presión, puede protruir contra las fibras externas del anillo y provocar su distorsión; o bien

la sustancia del núcleo puede salir por el disco a través de fisuras completas en el anillo.[1,16]

4. Cambios degenerativos

Cualquier pérdida de la integridad del disco por infección, enfermedad, hernia o defecto de las placas vertebrales se convierte en un estímulo para que se produzcan cambios degenerativos en el disco.[37]

a. La degeneración se caracteriza por cambios fibrosos progresivos en el núcleo, pérdida de la organización de los anillos, y pérdida de las placas terminales vertebrales cartilaginosas.[37]

b. A medida que el núcleo se torna más fibrótico, pierde capacidad para captar líquidos. Se reduce el contenido de agua y hay una reducción asociada del tamaño del núcleo.[38] Las protrusiones agudas de disco causadas por la salida del núcleo pulposo hacia el anillo o la extrusión del núcleo por un anillo roto son poco habituales en los ancianos.

c. Es posible que haya protrusión del anillo fibroso sin que el núcleo ejerza presión sobre el anillo. Ha quedado demostrada la existencia de degeneración mixomatosa con protrusión del anillo en casos de lesiones discales en ancianos.[73]

5. Efecto sobre la mecánica de la columna

La lesión o degeneración del disco afecta a la mecánica general de la columna.[52] Inicialmente, hay un aumento de la movilidad del segmento con flexión-extensión mayor de lo normal y deslizamiento hacia delante y atrás del cuerpo vertebral.[40] Se altera la distribución de la fuerza por todo el segmento, causando fuerzas anormales en las carillas y estructuras sustentantes[11,16,32] (ver sección IV.B).

B. Diagnósticos relacionados

Las protrusiones discales (alteraciones mecánicas), la estasis de los líquidos hísticos, el dolor discógeno y el edema por inflamación son afecciones que pueden darse al adoptar posturas prolongadas de flexión, por microtraumatismos repetitivos por flexión, o por lesiones traumáticas por flexión. Inicialmente, los síntomas pueden exacerbarse cuando se intenta la extensión de la columna, si bien a veces se reducen cuando se practican movimientos de extensión muy controlados. Varios estudios han documentado que los pacientes con hernia del núcleo pulposo y con reducción de los síntomas al aplicar un método de tratamiento por extensión de la columna responden favorablemente al tratamiento conservador.[3,30]

1. Dolor discógeno[61]

Los síntomas pueden aparecer en los estadios iniciales de la degeneración discal o posiblemente deberse a una fractura por compresión de la placa terminal vertebral del cuerpo de la vértebra. El dolor se produce sin afectación de las raíces nerviosas, aunque tal vez haya dolor referido a las extremidades.

2. Protrusiones de disco (alteraciones mecánicas)[40]

a. Protrusión de disco

Cualquier cambio en la forma del anillo que provoca su salida más allá del perímetro normal.

b. Hernia discal

(1) Prolapso.

Protrusión del núcleo que sigue estando contenido por las capas externas del anillo fibroso y las estructuras ligamentarias sustentantes.

(2) Extrusión.

Protrusión en la que la sustancia del núcleo atraviesa el anillo externo y se sitúa debajo del ligamento longitudinal posterior.

(3) Secuestro.

El núcleo sobresaliente se ha alejado del área prolapsada.

NOTA: Distintos autores emplean estos térmicos de forma distinta. Las descripciones anteriores son de MacNab.[40] Bogduk[8] define **prolapso** como una rotura evidente de la sustancia del núcleo, que penetra en el conducto vertebral, y **hernia** como la expulsión parcial de la sustancia del núcleo en el conducto quedando la mayor parte recogida en un defecto del anillo fibroso.

3. Estasis del líquido hístico

Cuando se mantienen posturas flexionadas con la columna, los discos, las articulaciones cigapofisarias y los ligamentos soportan una carga ininterrumpida. La presión intradiscal aumenta, y se produce una carga compresiva sobre el cartílago de las articulaciones cigapofisarias y una tensión de tracción sobre el ligamento longitudinal posterior y las fibras posteriores del anillo fibroso. Se aprecia crepitación y transferencia de líquido. El movimiento repentino de extensión no permite la redistribución de los líquidos y aumenta la vulnerabilidad del tejido distendido a la lesión y la inflamación.[67] Los síntomas son parecidos a los descritos como lesiones discales porque se aminoran con los movimientos repetidos de extensión y responden al tratamiento expuesto en las secciones siguientes.

C. Signos y síntomas de las lesiones discales

1. Etiología de los síntomas

a. El disco es en su mayor parte aneural; no todas las protrusiones son sintomáticas.

b. Los síntomas álgicos aparecen por la presión que la protrusión ejerce sobre estructuras sensibles al dolor (ligamentos, duramadre y vasos sanguíneos en torno a las raíces nerviosas).

c. Los signos neurológicos aparecen por la presión contra la médula espinal o las raíces nerviosas. Los únicos signos neurológicos verdaderos son debilidad motora específica y cambios sensoriales en dermatomas específicos. (Dolor que irradia siguiendo el patrón de un dermatoma, aumento de la actividad mioeléctrica de los isquiotibiales, menor capacidad para elevar las piernas extendidas, y depresión del reflejo tendinoso profundo también pueden asociarse con estímulos de dolor referido de los músculos espinosos, los ligamentos interespinosos, el disco y las articulaciones cigapofisarias y, por tanto, no son signos verdaderos de presión sobre raíces nerviosas.[13,26,44])

d. Los síntomas son variables dependiendo del grado y dirección de la protrusión, así como del nivel vertebral de la lesión.

(1) Las protrusiones más corrientes son las posteriores o posterolaterales.

(2) Con una pequeña lesión posterior o posterolateral, tal vez haya presión sobre el ligamento longitudinal posterior o sobre la duramadre o sus extensiones en torno a las raíces nerviosas. El paciente puede describir un dolor de espalda intenso en la línea media o un dolor que se extiende por la espalda y las nalgas y muslos.

(3) Si la protrusión posterior es grande puede causar signos medulares como pérdida del control sobre la vejiga urinaria y anestesia sacra baja.

(4) Si la protrusión posterolateral es grande puede causar signos parciales en la médula espinal o las raíces nerviosas.

(5) Una protrusión anterior puede ejercer presión sobre el ligamento longitudinal anterior, lo cual provoca dolor de espalda. Tal vez no haya signos neurológicos.

e. Los síntomas pueden desplazarse si se conserva la integridad de la pared del anillo fibroso, ya que el mecanismo hidrostático sigue intacto.[42]

f. La presencia del contenido del núcleo pulposo en el conducto vertebral puede causar una reacción inflamatoria e irritar el saco dural, las vainas de sus raíces nerviosas, o las mismas raíces nerviosas. En ocasiones los síntomas persisten durante largos períodos y no responden a cambios mecánicos. El dolor de espalda puede ser peor que el dolor crural durante la prueba de elevación de la pierna extendida. La escasa resolución de este estímulo inflamatorio causa reacciones fibróticas y dolor crónico.[39,58,60] Suele ser necesaria una temprana intervención médica con antiinflamatorios.[60]

2. Inicio y comportamiento de los síntomas[28,40,42]

a. El inicio suele darse entre los 20 y 55 años de edad, pero sobre todo durante el período comprendido entre los 30 y los 40 años.

b. Excepto en casos de traumatismo, el comienzo sintomático suele asociarse simplemente con doblar el tronco, doblarlo e incorporarse, o tratar de levantarse después de haber estado mucho tiempo sentados o inclinados hacia delante. La persona puede o no tener la sensación de que algo se rompe.

c. Muchos pacientes presentan una historia de una postura errónea de flexión del tronco (posturas con la espalda plana o la cabeza echada hacia delante; ver capítulo 15).

d. El dolor puede aumentar gradualmente cuando la persona está inactiva; como cuando está sentada o después de una noche de descanso. El paciente a menudo describe el inicio del dolor en acciones como levantarse de la cama por la mañana.

e. En el caso de una protrusión posterior o posterolateral, los síntomas suelen agravarse con las actividades que aumentan la presión intradiscal como sentarse, inclinarse hacia delante, toser, estirarse o tratar de ponerse de pie tras haber adoptado una posición flexionada. Por lo general, los síntomas se alivian al andar.

f. Durante la fase aguda, el dolor casi siempre está presente pero varía en intensidad según la posición o actividad del paciente.

g. Los niveles más corrientes en los que se producen las protrusiones son entre la IV y V vértebras lumbares y entre la V vértebra lumbar y el sacro.

h. Inicialmente, se aprecia malestar en la región lumbosacra o de las nalgas. Algunos pacientes experimentan un dolorimiento que se extiende por el muslo. No se nota entumecimiento o debilidad muscular (signos neurológicos) a menos que la protrusión llegue a un grado en que haya compresión de una raíz nerviosa, la médula espinal o la cola de caballo.

3. Signos clínicos objetivos[28,42]

NOTA: La siguiente información alude a los casos de protrusión posterior o posterolateral contenida del nú-

cleo pulposo en la columna lumbar. Para los casos menos frecuentes de protrusión anterior, véase una breve descripción en H.4.

a. El paciente suele preferir estar de pie y caminar a sentarse.

b. El paciente puede presentar una reducción o pérdida de la lordosis lumbar y mostrar cierto desplazamiento lateral de la columna vertebral.

c. La inclinación hacia delante está limitada. Cuando se repite la prueba de flexión hacia delante, los síntomas aumentan o se vuelven periféricos. P*eriferalización* significa que los síntomas se experimentan sólo en la pierna.

d. La inclinación hacia atrás está limitada; cuando se repite la prueba de inclinarse hacia atrás, el dolor remite o se centraliza. C*entralización* significa que los síntomas retroceden por la pierna o se localizan sólo en la espalda. Son excepciones importantes:[42]

(1) Si hay una desviación lateral de la columna vertebral, la inclinación hacia atrás aumenta el dolor. Si primero se corrige la desviación lateral (ver H.2.b), entonces la inclinación repetida hacia atrás reduce o centraliza el dolor.

(2) Si la protrusión no puede reducirse mecánicamente, la inclinación hacia atrás periferaliza o aumenta los síntomas.

(3) Si hay una protrusión anterior, la inclinación hacia atrás aumenta el dolor, y la inclinación hacia delante alivia el dolor.

e. La prueba de la flexión lumbar pasiva en decúbito supino, y la extensión pasiva en decúbito prono suelen producir signos parecidos a los de las pruebas en bipedestación, si bien los resultados tal vez no sean tan espectaculares porque se elimina la gravedad.

f. La presencia de dolor entre 30 y 60 grados de elevación de la pierna extendida se considera un signo positivo de interferencia de la movilidad dural, pero no patognómico de una protrusión discal.[28,70]

g. Una protrusión contenida del núcleo pulposo puede estar influida por el movimiento debido a que el mecanismo hidrostático sigue intacto. La extrusión o secuestro del núcleo pulposo con rotura completa del anillo fibroso interrumpe el mecanismo hidrostático y, por tanto, no le influye el movimiento.[42]

D. Principios del tratamiento[24,28,48]

1. Efectos de los cambios posturales y las actividades

Los cambios relativos de la postura y las actividades afectan a la presión intradiscal. Cuando se compara en bipedestación, la presión intradiscal es menor en decúbito supino, aumenta en casi un 50 por ciento al sentarse con las caderas y rodillas flexionadas y casi se dobla cuando nos inclinamos hacia delante al sentarnos.[24,48] Sentarse en una silla con respaldo reclinado 120 grados y apoyo lumbar de 5 cm de profundidad genera una carga mínima sobre el disco mientras estamos sentados.[4,28] Por tanto, hay que evitar sentarse con las caderas y rodillas flexionadas o inclinarse hacia delante cuando haya lesiones discales agudas. Si es necesario sentarse, la columna lumbar debe contar con apoyo estando el tronco reclinado 120 grados.

2. Efectos de la estasis y captación de líquidos

Cuando una persona está tumbada, las fuerzas de compresión sobre el disco se reducen y, con el tiempo, el núcleo pulposo puede potencialmente absorber más agua para igualar las presiones. Entonces, al levantarse, el peso del cuerpo comprime el disco con el aumento de líquido, y la presión intradiscal aumenta mucho. El dolor o los síntomas por protrusión se acentúan. Para evitar los síntomas agravantes, hay que evitar el reposo absoluto en cama durante la fase aguda. El reposo en cama durante los primeros 2 días cuando los síntomas son muy irritables es necesario para favorecer una temprana curación, pero debe intercalarse con intervalos cortos de permanencia en pie, caminar y movimientos adecuados y controlados.[71]

3. Efectos de una tracción prolongada

El fenómeno de la inhibición cuando se reduce la presión también se produce durante períodos de tracción prolongada o con posturas de flexión prolongada. Por tanto, una tracción estática de más de 10 minutos no debe usarse durante la fase aguda (ver capítulo 16). De forma parecida, hay que evitar mantener la misma posición en la cama con flexión lumbar a menos que sea la única posición que reduzca los síntomas.

4. Efectos de la flexión y la extensión

El descanso en una posición de ligera flexión hacia delante a menudo reduce el dolor porque deja espacio potencial para el núcleo pulposo. El paciente puede también desviarse lateralmente y reducir la presión sobre una raíz nerviosa. El movimiento en extensión aumenta inicialmente los síntomas. En las lesiones discales agudas en la que hay una desviación lateral protectora y flexión lumbar, se ha descubierto que las técnicas que causan desviación lateral de la columna en dirección contraria a la desviación seguidas por extensión pasiva de la columna comprimen mecánicamente la protrusión y la

desvían anteriormente, con lo cual se alivian los signos y síntomas.[30,42,43]

5. Efectos de las actividades isométricas

Las actividades isométricas (ejercicios resistidos de inclinación pélvica, estiramientos, maniobra de Valsalva) así como los ejercicios de flexión o extensión activa de la espalda aumentan la presión intradiscal por encima de lo normal y, por tanto, *deben evitarse* durante el estadio agudo.

6. Efectos de la rigidez muscular antálgica

La rigidez muscular refleja acompaña a menudo a las lesiones discales agudas y se añade a las fuerzas de compresión. Las modalidades y la tracción intermitente suave sobre la columna ayudan a reducir la rigidez muscular antálgica (ver capítulo 16).

E. Deficiencias/problemas agudos resumidos

1. Dolor por protrusión contra una estructura sensible al dolor y acompañada de espasmos musculares protectores.

2. Signos neurológicos sólo si la protrusión se produce contra una raíz nerviosa o la médula espinal.

3. Postura anormal de la columna y presión intradiscal.

4. Periferalización de síntomas con inclinación hacia delante repetida o flexión sostenida.

5. Tal vez quede limitada la elevación de la pierna extendida (EPE).

F. Limitaciones funcionales/discapacidades

Con una curación adecuada y una progresión segura durante la rehabilitación no debería haber discapacidades crónicas. Son posibles limitaciones funcionales a corto plazo:

1. Incapacidad para mantener posturas de flexión o sentarse durante largos períodos.

2. Incapacidad para inclinarse, ponerse en cuclillas o levantar objetos de más de 5 kg.

3. Si hay afectación neurológica, puede quedar afectada la fuerza de las extremidades inferiores y la deambulación.

G. Objetivos del tratamiento general y plan de asistencia durante la fase aguda

Objetivos	***Plan de asistencia***
1. Aliviar el dolor y favorecer la relajación de los músculos.	1. Descanso con períodos intercalados de movimiento controlado. Modalidades, masaje, tracción.
2. Aliviar el edema y la presión sobre las estructuras sensibles al dolor o neurológicas.	2. Movimientos que reduzcan el tamaño y los efectos del disco afectado o los ligamentos (ensayo de extensión repetida). Evitar posiciones, ejercicios y actividades que aumenten la presión intradiscal (flexión).
3. Educación del paciente.	3. Enseñarle autotratamiento. Control postural. Posiciones y patrones de movimiento seguros.

Precauciones y contraindicaciones

a. Los pacientes con dolor agudo en la región de la columna en los que no influya el cambio de posición o el movimiento deben someterse a un reconocimiento médico por si hubiera signos de una patología importante.

b. Cualquier movimiento que periferalice los síntomas está contraindicado durante el período agudo y subagudo inicial del tratamiento. La periferalización durante los movimientos de extensión es señal de estenosis, una gran protrusión discal lateral o afectación de un elemento posterior.[59]

c. La extensión de la columna está contraindicada[42]:

(1) Cuando ninguna posición o movimiento reduzcan el dolor o centralicen el dolor descrito.

(2) Cuando se aprecie anestesia sacra baja y/o falta de control sobre la vejiga.

(3) Cuando el paciente tenga un dolor tan fuerte que mantenga el cuerpo inmóvil y rígido si se intenta hacer alguna corrección.

d. Debe evitarse la flexión de la columna:

(1) Cuando la extensión de la columna alivie los síntomas.

(2) Cuando los movimientos de flexión aumenten el dolor o periferalicen los síntomas.

e. Cualquier tipo de ejercicio o actividad que aumente la presión intradiscal, como la maniobra de Valsalva, la inclinación activa de la pelvis o los ejercicios de elevación del tronco debe evitarse durante este estadio.

H. Técnicas para reducir mecánicamente la protrusión del núcleo de un disco o los tejidos edematosos de la columna lumbar

NOTA: Estas técnicas sólo se emplean si los movimientos en las pruebas han demostrado que las posturas y movimientos empleados mejoran los síntomas.[28,42] Si ningún movimiento reduce los síntomas, no se optará por el enfoque mecánico del tratamiento.

1. Síntomas graves

Si los síntomas son graves, lo indicado es reposo en cama con períodos cortos andando a intervalos regulares. Caminar suele favorecer la extensión lumbar y estimula la mecánica hidráulica, que reduce el edema del disco o los tejidos conjuntivos. El paciente debe emplear muletas, si no puede mantenerse de pie y erguido, para aliviar el aumento de la presión de la postura inclinada hacia delante.[28]

2. Protrusión posterior o posterolateral

Si los movimientos repetidos en la prueba de flexión agudizan los síntomas, y si los movimientos repetidos en la prueba de extensión reducen o centralizan los síntomas, habrá que evitar todas las actividades de flexión durante esta fase del tratamiento. El tratamiento comienza con:

a. E*xtensión pasiva*

(1) Posición del paciente: decúbito prono. Si la postura de flexión es grave, se colocan cojines bajo el abdomen para apoyarlo. Aumenta gradualmente el grado de extensión quitando para ello los cojines, y luego aumenta aún más haciendo que el paciente se apoye en los codos, con lo cual se hunde la pelvis (fig. 14.5). Al apoyarse en los codos, se colocan cojines bajo el tórax para que no se distiendan tanto los hombros. Se deja pasar 5 a 10 minutos entre cada incremento de la extensión para que se produzca la reducción del contenido de agua y el tamaño de la protrusión. Debería producirse al mismo tiempo una centralización o reducción de los síntomas. Se aumenta la extensión dejando que el paciente se apoye sobre las manos, con lo cual se vuelve a hundir la pelvis (ver fig. 15.8A).

(2) Si las posturas sostenidas no se toleran bien, el paciente debe practicar la extensión lumbar pasiva de modo intermitente repitiendo los *ejercicios de tríceps en decúbito prono* (la misma posición final que en la fig. 15.8A)

Precaución: Se observa con atención la experiencia que el paciente tiene de los síntomas. Los síntomas deberían reducirse en el muslo y la nalga, pero tal vez aumenten en la región lumbosacra (se centralizan). Si los síntomas descienden por la pierna (se periferalizan), se interrumpe el ejercicio de inmediato y se vuelve a valorar el estado del paciente.[42]

b. C*orrección de la desviación lateral*

Si el paciente presenta una desviación lateral de la columna (fig. 14.6), las extensiones por sí solas no reducirán la protrusión del núcleo pulposo hasta que se corrija la desviación. Una vez corregida, el paciente debe extenderse como arriba para mantener la corrección. Son métodos para corregir la desviación:

(1) El terapeuta permanece de pie junto al costado hacia el cual se desvía el tórax y apoya su hombro en el codo del paciente (que se flexiona contra la caja torácica). A continuación, el terapeuta rodea con los brazos la pelvis del paciente por el lado contrario y al mismo tiempo tira de la pelvis hacia sí mientras rechaza el tórax del paciente (fig. 14.7). Es ésta una maniobra gradual. Prosigue la desviación lateral si se aprecia centralización del dolor.[43] Si la corrección es excesiva, el dolor y la desviación lateral pueden pasarse al lado contralateral. Se corrige desviando el tórax de vuelta a su posición anterior. El propósito es centralizar el dolor y corregir la desviación lateral. Una vez corregida la desviación, el paciente se dobla de inmediato hacia atrás (ver fig. 15.8B). Una vez más, se deja que pase tiempo. Se avanza y pasa a la extensión pasiva en decúbito prono incorporándose sobre los codos y realizando ejercicios de tríceps en decúbito prono como se describió previamente.

(2) Método alternativo.

El paciente permanece en decúbito lateral, con el lado hacia el cual se desvía el tórax abajo. Se coloca un cojín o una toalla enrollada bajo el tórax. El paciente perma-

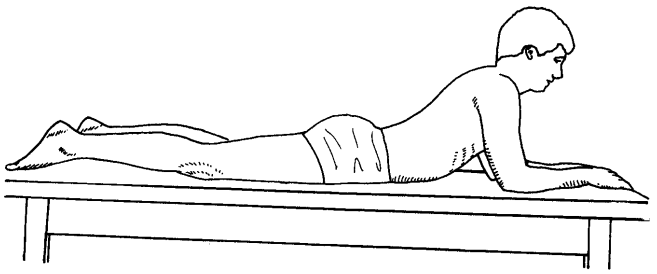


Figura 14.5. Extensión lumbar pasiva con el paciente en decúbito prono incorporándose sobre los codos.

nece en esta posición hasta que el dolor se centraliza, entonces rueda y yace en decúbito prono donde comienza la extensión pasiva en decúbito prono incorporándose sobre los codos para luego hacer ejercicios de tríceps en la misma posición.

(3) Método alternativo.

Estando el paciente en decúbito prono, el terapeuta inicia manualmente un deslizamiento lateral del tórax y la pelvis hacia la línea media del cuerpo. Las fuerzas se generan en la misma dirección y en la opuesta. Una vez se centralizan los síntomas, se inicia la extensión pasiva con el paciente en decúbito prono incorporándose sobre los codos para luego hacer ejercicios de tríceps en la misma posición.

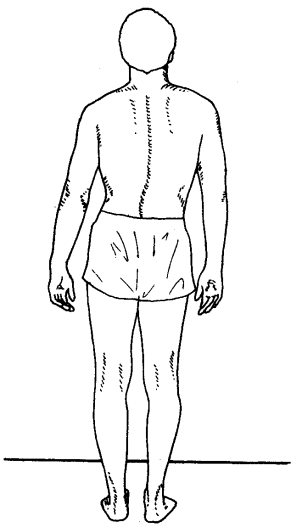


Figura 14.6. Paciente con desviación lateral de la caja torácica hacia la derecha. La pelvis está desviada hacia la izquierda.

3. Educación del paciente

a. Se ayuda al paciente a reconocer las posiciones y movimientos que aumentan o reducen el dolor o los síntomas para lo cual practica bajo supervisión del terapeuta.

b. Se enseña al paciente a repetir con frecuencia las actividades de extensión, con corrección de la desviación lateral, si fuera necesario, durante los primeros dos días.

(1) Para enseñar la *autocorrección de la desviación lateral*, el paciente coloca la mano en el lado de la caja torácica desviada sobre la cara lateral de la caja y la otra mano sobre la cresta del ilion opuesto. A continuación, empuja estas regiones hacia la línea media del cuerpo y mantiene la posición (fig. 14.8). Finalmente, podrá corregir a voluntad la desviación.

(2) Si fuera apropiado, el paciente también puede aprender a corregir la desviación en decúbito lateral o prono como se describió arriba.

c. Hay que tener cuidado si el dolor se agudiza o se torna periférico al hacer ejercicio, en cuyo caso el paciente debe interrumpir de inmediato la actividad.

d. Se enseña al paciente a mantener una postura extendida con apoyo pasivo mientras cura la lesión.

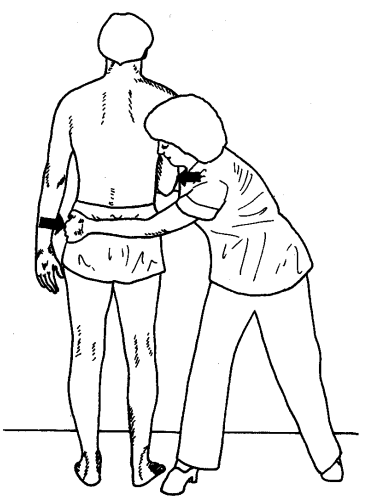


Figura 14.7. Se emplea una técnica de deslizamiento lateral con el fin de corregir una desviación lateral del tórax, para lo cual se aplica sobre el codo del paciente y su caja torácica mientras se desplaza la pelvis en dirección opuesta.

(1) El paciente debe sentarse apoyando la región lumbar en una toalla enrollada o un cojín lumbar. Esto es especialmente importante al conducir o al sentarse en una silla blanda.

(2) Al irse a la cama, el paciente debe asegurarse con un imperdible una toalla en torno a la cintura, doblada longitudinalmente.

e. Se enseña al paciente a evitar las actividades de flexión, levantamientos o cualquier otra función que aumente la presión intradiscal mientras los síntomas sean agudos.

f. Se le enseña patrones seguros de movimientos para proteger la espalda según se describe en la sección II.

4. Protrusión anterior

Si la repetición de las pruebas de flexión reduce los síntomas y la repetición de las pruebas de extensión agudiza los síntomas, y si el paciente muestra una acentuación de la lordosis que sobreviene de repente, el tratamiento se inicia con:[42]

a. *Corrección de una desviación lateral si la hubiera*

Posición del paciente: de pie y colocando la pierna opuesta a la desviación sobre una silla para que la cadera adopte unos 90 grados de flexión. La pierna del lado de la desviación lateral se mantiene extendida. A continuación, el paciente flexiona el tronco sobre el muslo elevado y aplica presión agarrándose y tirando del tobillo (fig. 14.9). Se repite la acción varias veces, pero no hasta el punto de que los síntomas se desplacen al lado opuesto.

b. *Flexión pasiva*

Posición del paciente: decúbito supino. Cuando no se aprecie desviación lateral, el paciente se lleva ambas rodillas al pecho y mantiene esta posición varios minutos con los brazos rodeando los muslos (ver fig. 15.5). Se pueden bajar las piernas a medio camino para volver a subirlas hasta el pecho con un ritmo intermitente con el fin de crear un movimiento lento y oscilante en la columna. Al cabo de varios días se avanza hasta flexionar la columna estando el paciente sentado y de pie.

NOTA: Los pacientes con síntomas de compresión de raíces nerviosas por causas distintas a una protrusión del núcleo pulposo, como una estenosis o espondilosis vertebrales, también se benefician de los ejercicios de flexión pasiva para aliviar los síntomas, porque la flexión de la columna ensancha los agujeros vertebrales.

5. Tracción

El paciente tal vez tolere la tracción durante el estadio agudo y logre ensanchar el espacio discal y posiblemente reduzca la protrusión del núcleo pulposo al disminuir la presión sobre el disco o al ejercer tensión sobre el ligamento longitudinal posterior[63] (ver capítulo 16).

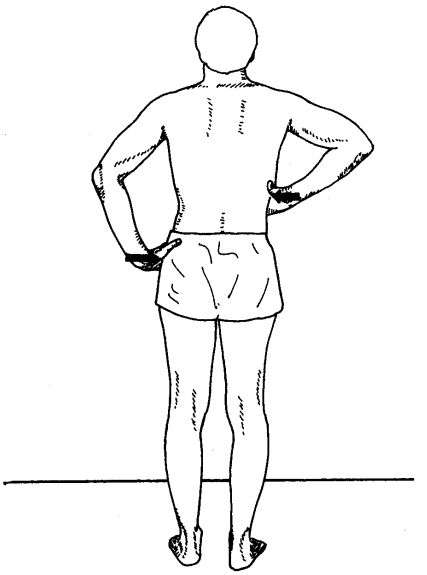


Figura 14.8. Autocorrección de una desviación lateral.

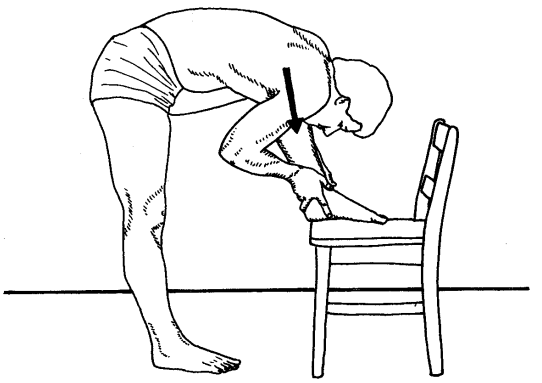


Figura 14.9. Autocorrección de una desviación lateral cuando se aprecia la desviación del tronco cuando éste se flexiona.

a. El tiempo que dure la tracción debe ser corto; las fuerzas osmóticas se igualan pronto. Luego, al aliviar la fuerza de tracción, podría haber un aumento de la presión discal, lo cual agudizará el dolor.

(1) Menos de 15 minutos de tracción intermitente.

(2) Menos de 19 minutos de tracción sostenida.

b. Se necesita más de la mitad del peso corporal del paciente para conseguir la separación de las vértebras lumbares.

c. Si al principio el alivio es completo, a menudo se producirá una exacerbación de los síntomas con posterioridad.

I. Fase subaguda de la curación de una lesión discal

Normalmente, los síntomas agudos remiten al cabo de 4 a 6 días y el paciente aprende a controlarlos.

1. Se enseñan movimientos sencillos dentro de amplitudes del movimiento indoloras mediante suaves inclinaciones pélvicas. Se enseña al paciente a ser consciente de cuánto puede bascular hacia delante o atrás y mover la columna sin incrementar los síntomas. El balanceo pélvico se practica en decúbito supino, sentados, a gatas, en decúbito prono, en decúbito lateral y de pie. Es importante mantenerse dentro de la capacidad del paciente para controlar los síntomas. Concluyen todos los ejercicios con la pelvis inclinada en sentido anterior y la columna extendida.

2. Se enseña al paciente a preparar los músculos extensores del abdomen y la espalda para mantener el control de la posición extendida de la columna mientras se realizan sencillos movimientos con las extremidades. Es importante tener cuidado de no aguantar la respiración ni provocar una maniobra de Valsalva con el fin de no aumentar en exceso la presión intradiscal.

3. Se potenciarán las actividades dentro del nivel de tolerancia del paciente, como caminar o nadar.

4. Se inician elevaciones pasivas de las piernas extendidas para mantener la movilidad de las raíces nerviosas de la columna lumbar.

J. Tratamiento cuando los síntomas discales se han estabilizado

1. Signos de mejoría

La mejoría se nota por la desaparición de la deformidad vertebral, el aumento del movimiento de la espalda y los signos de movilidad dural negativos. [28] La desaparición del dolor de espalda al aumentar los signos neurológicos verdaderos es una señal de empeoramiento. Se somete a prueba al paciente para determinar si los síntomas se han estabilizado al realizar repetidas pruebas de flexión y extensión con el paciente de pie, luego en decúbito supino y prono como se hizo inicialmente. Las pruebas pueden ser positivas para una disfunción (tirantez, tensión), pero no deberían causar periferalización de los síntomas como cuando la afección era aguda.[42]

2. Deficiencias/problemas en las fases subaguda y crónica

a. Dolor cuando se estiran estructuras acortadas por un proceso de adaptación

b. Reducción de la amplitud del movimiento

c. Desequilibrios de la fuerza muscular

d. Errores en la percepción cinestésica y en el control del alineamiento normal de la columna

e. El paciente no sabe cómo prevenir recaídas

3. Énfasis del tratamiento

El énfasis durante este estadio es de la *recuperación funcional, el desarrollo de un plan de asistencia para una espalda sana* y *enseñar al paciente a prevenir recaídas*. Los objetivos, el plan de asistencia y los ejercicios sugeridos para corregir las deficiencias identificadas se describen en el capítulo 15. El dolor generado por el acortamiento adaptativo se reducirá a medida que se restablezca la flexibilidad, fuerza y resistencia física normales. Después de cualquier tipo de ejercicio de flexión, el paciente debe terminar con ejercicios de extensión como ejercicios de tríceps en decúbito prono o con extensiones de la espalda en bipedestación (ver fig. 15.8A y B).[42]

4. Educación del paciente/prevención

a. Se enseña al paciente a ser consciente de sus posturas, los principios de la estabilización, ejercicios de resistencia y fortalecimiento del tronco, y una mecánica corporal segura según se describe en el capítulo 15. Se contempla también el fortalecimiento de las extremidades inferiores para sostener el cuerpo y el empleo de la mecánica corporal. Se fortalecen las extremidades superiores para acarrear objetos sin causar una desviación indebida ni someter a tensión el tronco.

b. Se evalúan las actividades diarias del paciente en el trabajo, en casa y en ambientes recreativos, y se le recomiendan adaptaciones eficaces desde el punto de vista ergonómico.

c. Se recalca al paciente que, si ha de adoptar una postura flexionada, la flexión debe interrumpirse con inclinaciones hacia atrás al menos una vez cada hora.

d. Se recalca que, si el paciente aprecia síntomas de una protrusión en curso, debe realizar de inmediato ejercicios de tríceps en decúbito prono o inclinaciones hacia atrás en bipedestación para prevenir la progresión de los síntomas (ver fig. 15.8A y B).

IV. Lesiones de las articulaciones cigapofisarias de la columna

A. Patología de las articulaciones cigapofisarias[1]

1. Las articulaciones cigapofisarias son diartrosis que están encerradas en una cápsula y sostenidas por liga-

mentos; responden a los traumatismos y experimentan cambios artríticos parecidos a los de cualquier articulación periférica.

2. Distintos tipos de estructuras meniscoides o invaginaciones de las cápsulas articulares están presentes en las articulaciones cigapofisarias de la columna. Son repliegues sinoviales que contienen lípidos y vasos sanguíneos. En algunos casos, se desarrolla tejido fibroso denso como resultado de las tensiones mecánicas.[6,7] Algunas personas presentan un atrapamiento de estas estructuras entre las superficies articulares con movimientos repentinos o inusuales como origen del dolor y el movimiento limitado a través de la tensión que soporta una cápsula bien inervada.[31,66] Bogduk describe el mecanismo de bloqueo de la espalda como un "extrapamiento" (*extrapment*) de los cuerpos meniscoides en los pliegues supracapsulares o infracapsulares, lo cual bloquea la vuelta a la extensión estando en una posición flexionada.[6,7] (Se denomina **extrapamiento** porque el tejido meniscoide no vuelve a entrar en la cavidad articular; se convierte en una lesión invasora de los pliegues capsulares, lo cual genera dolor, porque impacta y estira las cápsulas.)

B. Relaciones mecánicas patológicas del disco intervertebral y las articulaciones cigapofisarias

1. El disco y las articulaciones cigapofisarias forman un complejo triartrodial entre dos vértebras adyacentes y están interrelacionados biomecánicamente. Una lesión asimétrica en un disco afecta a la cinética de toda la unidad y la de las unidades inmediatamente por encima y por debajo, lo cual genera movimientos asimétricos de las articulaciones cigapofisarias, tensiones anormales y la degeneración final del cartílago.[52]

2. El movimiento anormal causado por la degeneración discal impone una tensión sobre los ligamentos sustentantes y los músculos paraespinosos, lo cual causa un aferente propioceptivo anómalo y afecta todavía más al control fino del movimiento.

3. A medida que el disco degenera, hay una reducción del contenido en agua y de la altura del disco. Los cuerpos de las vértebras se aproximan y los agujeros intervertebrales y el conducto vertebral se estrechan.[11,12]

a. Inicialmente, aumentan la laxitud y la movilidad del segmento vertebral.[40] La oposición de las superficies de las articulaciones cigapofisarias cambia y las cápsulas se distienden, lo cual genera irritación, hinchazón y espasmos musculares.

b. Finalmente, con la irritación repetida causada por una mecánica errónea, se producen cambios degenerativos progresivos en las articulaciones cigapofisarias y los cuerpos vertebrales. Se produce la formación de osteófitos a lo largo de las articulaciones cigapofisarias y de espolones y rebordes óseos a lo largo de los cuerpos vertebrales, y se aprecia hipomovilidad.[32,45] Esto provoca una estenosis adicional de los agujeros intervertebrales asociados y del conducto vertebral.

c. En la columna cervical, las articulaciones uncovertebrales aumentan de espesor, presentan irregularidades y sufren distorsión.

4. Estenosis significa estrechamiento de un conducto o un orificio. En la columna vertebral, se entiende por estenosis la falta de espacio en el conducto vertebral (estenosis central), en el conducto de una raíz nerviosa o de un agujero (estenosis lateral), y puede ser congénita o adquirida. El estrechamiento puede ser por culpa de estructuras de tejidos blandos como una protrusión discal, cicatrices fibróticas o hinchazón articular, o por el estrechamiento óseo como con la formación de osteófitos o una espondilolistesis.

5. Resultan afectadas las raíces de los nervios espinales o la médula espinal:

a. Cuando la protrusión de un disco comprime la médula o las raíces nerviosas.

b. Cuando se reduce la altura del disco por cambios degenerativos que causan una reducción del espacio de los agujeros intervertebrales[53] o un deslizamiento excesivo de la vértebra por fuerzas de cizallamiento.[40]

c. Cuando hay una respuesta inflamatoria causada por un traumatismo, degeneración o enfermedad con edema y estenosis satélites.

d. Cuando una articulación cigapofisaria sufre una subluxación y la raíz nerviosa queda atrapada entre la punta de la carilla articular superior y el pedículo del arco vertebral.

e. Cuando la espondilosis provoca un crecimiento osteofítico sobre las carillas articulares o a lo largo de los bordes discales de los cuerpos vertebrales que reducen el tamaño del conducto vertebral o de los agujeros intervertebrales.

f. Cuando hay espondilolistesis o se forman de una cicatriz o adherencias después de una operación de columna.

6. En todos los casos, el ciclo de la disfunción por una lesión, el dolor y la división muscular aumenta la restricción del movimiento, el dolor y la división muscular a menos que se instaure un tratamiento apropiado.

C. Diagnósticos y deficiencias/problemas comunes

1. Esguince cigapofisario/lesión capsular

Suele haber una historia de traumatismo como una caída o un accidente en vehículo de motor. Las articulacio-

nes reaccionan con derrame, amplitud limitada del movimiento y rigidez antálgica de los músculos circundantes. El edema puede provocar estenosis en los agujeros intervertebrales y signos neurológicos.

2. Osteoartritis, artropatía degenerativa, espondilosis[12,62]

a. Por lo general, suele haber una historia de alteración postural, inmovilización prolongada tras una lesión, un traumatismo grave, un traumatismo repetitivo, o cambios degenerativos en el disco.

b. Durante los estadios iniciales de los cambios degenerativos, suele apreciarse más juego articular o hipermovilidad en el complejo triartrodial. Con el tiempo, la tensión generada por la mecánica alterada lleva a la formación de osteófitos con espolones óseos y rebordes óseos a lo largo de los bordes articulares y los cuerpos de las vértebras. Se produce hipomovilidad progresiva con estenosis ósea.

c. Por lo general, cuando hay hipomovilidad, se produce hipermovilidad compensatoria en los segmentos vertebrales vecinos.

d. Puede haber dolor por las tensiones generadas por el exceso de movilidad o por el estiramiento de las estructuras hipomóviles. El dolor puede procede también de los osteófitos en desarrollo que invaden el tejido sensible al dolor o de la hinchazón e irritación debidas a la movilidad anormal o excesiva de los segmentos.

e. La invasión por parte de los osteófitos del conducto vertebral y los agujeros intervertebrales puede causar signos neurológicos.

f. La articulación que experimenta degeneración es vulnerable a la compresión, a esguinces e inflamación cigapofisarios, como lo es toda articulación artrítica.

g. En algunos pacientes, el movimiento alivia los síntomas; en otros, el movimiento irrita las articulaciones y aumentan los síntomas dolorosos.

3. Artritis reumatoide (AR)[46]

a. Los síntomas de AR pueden afectar a cualquiera de las diartrosis de la columna y las costillas. Se apreciará dolor e hinchazón.

b. La AR en la columna cervical presenta problemas especiales. Se observan signos neurológicos siempre que la alteración degenerativa o el edema comprimen el tejido neurológico. Se aprecia un aumento de la fragilidad de los tejidos afectados por la AR, como osteoporosis con formación cística y erosión del hueso, e inestabilidades por necrosis ligamentaria. La más corriente de las lesiones importantes es la subluxación atlantoaxial y las luxaciones de las vértebras $C_4/_5$ y $C_5/_6$.

c. El dolor o los signos neurológicos que se originan en la columna pueden o no estar relacionados con una subluxación. En consecuencia, estos signos deben tomarse como medida de precaución siempre que se trate esta enfermedad por la lesión que podría sufrir la médula espinal.

d. Las exploraciones radiológicas son importantes para descartar discapacidades; los signos y síntomas por sí solos no son concluyentes.

Precaución: Los movimientos inadecuados de la columna podrían ser potencialmente mortales o debilitadores por el peligro de subluxaciones y luxaciones que causen una lesión de la médula espinal o de la arteria vertebral.

4. Compresión de las articulaciones cigapofisarias (bloqueo, fijación, extrapamiento)[6,31,61,62,67]

a. Con un movimiento repentino o inusual, el tejido meniscoide de una cápsula articular puede quedar "extrapado", comprimido o sometido a tensión, lo cual causa dolor y rigidez refleja de los músculos. El inicio es repentino y suele implicar flexión hacia delante y rotación.

b. Hay pérdida de movimientos específicos, y el intento de realizar estos movimientos causa dolor. En reposo, el paciente no experimenta dolor.

c. No hay signos neurológicos verdaderos, pero puede haber dolor referido en el dermatoma relacionado.

d. Con el tiempo, experimenta tensión continuada la articulación y el disco contralaterales, lo cual causa problemas en estas estructuras.

D. Limitaciones funcionales/discapacidades

1. La reducción de la flexibilidad del tronco y la susceptibilidad al dolor reducen toda actividad que exija flexibilidad o repetición prolongada de movimientos del tronco como elevaciones o acarreos repetitivos de objetos pesados.

2. Cuando la estenosis se asocie con problemas articulares, el enfermo no podrá realizar actividades repetitivas o sostenidas que requieran extensión, como cuando se practican movimientos por encima de la cabeza o se camina durante mucho tiempo.

E. Tratamiento de los síntomas articulares agudos

1. Proporcionar descanso y apoyo

a. Un collarín cervical o un corsé lumbar pueden ser de

ayuda durante el estadio agudo para que descansen las articulaciones inflamadas. El apoyo también es beneficioso en casos de AR u otros trastornos con hipermovilidad o inestabilidad.

b. Se ayuda al paciente a hallar la posición funcional más cómoda. A menudo la posición se encuentra dentro de la amplitud de flexión (tendencia a la flexión), sobre todo si hay signos neurológicos. El edema o irritación articulares por la formación de espolones o rebordes osteofíticos reduce el espacio de los agujeros intervertebrales para las raíces nerviosas, situación que se exagera durante las posiciones de extensión.

2. Alivio del dolor y relajación de los músculos

a. El empleo de modalidades y masajes es apropiado. La tracción articular suave e intermitente y las técnicas de deslizamiento pueden inhibir las respuestas musculares dolorosas y permitir el movimiento de la sinovia en la articulación y favorecer su curación. Las dosis sólo deben ser de grados I o II con el fin de no estirar las cápsulas y la mejor forma de aplicarlas es con técnicas manuales durante el estadio agudo (ver capítulo 16).

b. Si el paciente presenta artritis reumatoide, el empleo de tracción o movilizaciones articulares en la columna es potencialmente peligroso debido a la necrosis ligamentaria y la inestabilidad vertebral y, en consecuencia, está ***contraindicado***.[46]

c. En los casos de espondilosis, si el paciente no presenta signos de inflamación articular aguda, pero sí de irritación de las raíces nerviosas, el uso de fuerzas de tracción más fuertes para abrir los agujeros intervertebrales tal vez sea beneficioso y ayude temporalmente a aliviar la presión.

3. Reducción de la estasis

Se inicia el movimiento suave de la articulación con suavidad dentro de sus límites de amplitud así como ejercicios estáticos. Las contracciones musculares son suaves porque de ser más fuertes causarían compresión articular y aumentarían el dolor o generarían rigidez refleja de los músculos. Se emplean estás técnicas tal y como se describen en la sección sobre los músculos (sección V).

4. Aprendizaje del autotratamiento

Se enseña al paciente a controlar la posición funcional de la columna mientras se ejecutan actividades sencillas de rodamiento, decúbito lateral para sentarse, sentarse para ponerse de pie y viceversa según se describen en la sección II.

Precaución: Debido a la estenosis de los agujeros intervertebrales y del conducto vertebral, la inclinación hacia atrás y la inclinación hacia atrás con rotación deben evitarse, por que estos movimientos estrechan aún más el espacio de los agujeros.[6,12]

5. Tratamiento de las compresiones del tejido meniscoide

La liberación del tejido meniscoide aliviará el dolor y la rigidez refleja concurrente de los músculos. Las superficies articulares tienen que separarse y hay que tensar las cápsulas articulares.[31] Técnicas generales:

a. *Tracción*

Puede aplicarse manual o mecánicamente (ver capítulo 16). Se necesita bastante fuerza para separar las vértebras; por tanto, se produce tracción deslizante de las articulaciones cigapofisarias.

b. *Autotracción*

(1) Para tratar la columna lumbar, la autotracción debe aplicarse tirando de ambos muslos hacia el tórax (ver fig. 15.5). La rotación controlada generará una fuerza de tracción sobre las articulaciones cigapofisarias (ver fig. 16.4B).

(2) Para tratar la columna cervical, el paciente extiende axialmente el cuello y coloca la mano debajo del occipucio para levantar el peso de la cabeza.

c. *Movilización y manipulación de la columna*

Estas técnicas requieren una preparación avanzada y están fuera del alcance de este manual.

F. Tratamiento de problemas articulares subagudos y crónicos

1. El capítulo 15 describe las técnicas para aliviar la tensión y mejorar la función del paciente con ejercicios de estiramiento y fortalecimiento graduados, con concienciación sobre las posturas, entrenamiento de la estabilidad, mediante la mecánica corporal y con adaptaciones al medio ambiente.

2. ***Precauciones***

a. Las articulaciones hipermóviles requieren estiramiento pero no si estas técnicas someten la región hipermóvil a tensión. Las técnicas de tracción tal vez sean eficaces si la región hipermóvil se estabiliza mientras se aplica el estiramiento (ver capítulo 16). Para quienes sepan técnicas de manipulación articular, son eficaces para el estiramiento selectivo de las articulaciones cigapofisarias.

b. Si se aprecian cambios óseos y espolones osteofíti-

cos, el paciente debe evitar posturas y actividades de hiperextensión como movimientos por encima de la cabeza durante períodos de tiempo prolongados. Son posibles adaptaciones al entorno el uso de un escabel para alcanzar objetos al nivel de los hombros. Suelen preferirse las posturas y los movimientos que hacen hincapié en la flexión de la columna y aumentan el tamaño de los agujeros intervertebrales.

c. En el caso de pacientes con AR, se recalca la estabilización y el control. Dadas las inestabilidades potenciales por la presencia de tejido necrosado y la erosión ósea, las subluxaciones y luxaciones pueden causar daños en la médula espinal o el riego vascular y ser extremadamente debilitantes o potencialmente mortales.

V. Lesiones musculares y de los tejidos blandos: distensiones, desgarros y contusiones por traumatismos o por uso excesivo

A. Etiología de los síntomas y deficiencias/problemas

1. Síntomas generales de un traumatismo

A menudo resulta dañado más de un tejido por un traumatismo. El grado de afectación de los tejidos puede que no sea detectable durante la fase aguda.

a. Se aprecia dolor, edema localizado y sensibilidad dolorosa a la palpación.

b. Se activa la rigidez refleja y protectora de la musculatura con independencia de si el tejido dañado es inerte o contráctil. Si la contracción muscular es prolongada, se produce una acumulación de productos metabólicos de desecho y se enlentece la circulación. Esta alteración local provoca irritación de las terminaciones nerviosas libres, por lo que el músculo sigue contrayéndose y se convierte en origen de dolor adicional (ver fig. 7.1).

c. Las distensiones de ligamentos causarán dolor; a continuación el ligamento soporta tensión continuada. Si se rompe, el segmento presentará hipermovilidad.

d. A medida que se produce la curación de las estructuras afectadas, habrá un acortamiento adaptativo o el tejido cicatrizal se adherirá al tejido circundante y restringirá la movilidad hística y el alineamiento postural.

2. Puntos de distensión lumbar

Un punto corriente en que se producen daños en la región lumbar es a lo largo de la cresta ilíaca. Aquí es donde muchas fuerzas convergen en torno a la inserción del borde lateral de la fascia dorsolumbar, los músculos cuadrado lumbar y erector de la columna, y el ligamento iliolumbar. Las lesiones en este punto suelen producirse por caídas y con cargas repetidas sobre la región durante levantamientos o movimientos de giro repentino.

3. Puntos de lesión cervical

Las lesiones corrientes en el cuello y en la región dorsal superior se producen con traumatismos por flexión-extensión.

a. Cuando se acelera con rapidez el movimiento de extensión de la cabeza, si nada lo detiene (como el cabezal del asiento del coche), el occipucio es detenido por el tórax. Las estructuras posteriores, sobre todo las articulaciones, sufren compresión. Las estructuras anteriores (músculos suprahioideos e infrahioideos) resultan estirados. La mandíbula se abre y el cóndilo mandibular de la articulación temporomandibular se traslada hacia delante, sometiendo a tensión las estructuras articulares, y los músculos que controlan la elevación de la mandíbula sufren estiramiento (masetero, temporal y pterigoideo medial).

b. Cuando la cabeza experimenta una rápida aceleración al flexionarse, si nada la detiene (como el volante o el airbag del coche), el mentón es detenido por el esternón. La mandíbula soporta un movimiento forzado en sentido posterior, por lo que el cóndilo mandibular también resulta forzado en el tejido retrodiscal de la articulación. Los músculos cervicales, los ligamentos y fascias posteriores se estiran.

4. Distensión postural

Es habitual la distensión de los músculos cervicales posteriores, escapulares y dorsales superiores y de las fascias por tensiones posturales como la posición sedente prolongada frente al ordenador, frente a una mesa de dibujo o en un despacho.

5. Tensión emocional

Las tensiones emocionales con frecuencia se manifiestan con un aumento de la tensión en las regiones lumbar o cervical posterior.

B. Tratamiento durante la fase aguda

Si los síntomas se presentan con una inflamación aguda, aunque se superponga a una antigua lesión o sea el resultado de microtraumatismos repetitivos, la afección se trata como una lesión aguda hasta que la inflama-

ción esté bajo control. Es importante eliminar la tensión que provoca los síntomas para que se produzca la curación.

1. Alivio del dolor y control del edema y la inflamación

Se emplean las técnicas adecuadas y masajes. A veces precisa un apoyo pasivo para aliviar los músculos del trabajo de sostener o controlar la porción dañada.

a. *Región cervical*

Los collarines cervicales proporcionan ese apoyo pasivo. El tiempo que se lleva el collarín durante el día está relacionado con la gravedad de la lesión y el grado de protección requerido. Los collarines suelen obligar al cuello a adoptar una posición con la cabeza inclinada hacia delante. Esto hace que la curación se produzca en una posición errónea, lo que causará futuros problemas posturales o síndromes dolorosos. Por lo general, girar el collarín o cortar la porción situada debajo de la mandíbula permite al cuello adoptar un alineamiento correcto.

b. *Región lumbar*

Los corsés proporcionan apoyo pasivo. Al igual que sucede con la región cervical, el tiempo que se lleva el corsé está relacionado con el grado de protección requerido. Algunos pacientes tienden a volverse dependientes del corsé y siguen llevándolo después de curarse, cuando ya no sirve al propósito para el que está destinado. Tras la curación, es mejor fortalecer el corsé natural del cuerpo (los músculos abdominales y otros que se insertan en la fascia lumbodorsal) y desarrollar una buena mecánica vertebral (ver capítulo 15).

2. Mantenimiento de la integridad muscular

Se identifica la posición funcional en la que el paciente note que los síntomas se reducen. En el caso de una lesión muscular, suele ser con el músculo en una posición acortada. En esta posición, se aplican ejercicios estáticos suaves. La dosis es crítica; la resistencia es mínima; se emplea sólo la necesaria para generar una contracción estática.

a. *Región cervical*

Posición del paciente: decúbito supino, con el terapeuta situado a la cabeza de la mesa de tratamiento, sosteniendo la cabeza del paciente con las manos. Se empieza con el músculo con rigidez refleja en la posición acortada. Se pide al paciente que mantenga la postura mientras se ejerce una resistencia suave (lo suficiente para mover apenas una pluma). La contracción y la relajación deben ser graduales. No debe haber movimientos del cuello ni resistencia espasmódica.

(1) Si se ha producido una lesión muscular, la técnica se repite con el músculo en su amplitud acortada durante varios días antes de elongarlo.

(2) Si no hay lesión muscular, el tratamiento es gradual en la elongación del músculo después de cada contracción y relajación. El movimiento se practica sólo dentro de la amplitud indolora del paciente; no se practica estiramiento alguno si se aprecia rigidez refleja del músculo.

b. *Región lumbar*

Posición del paciente: en decúbito prono, con los brazos descansando a los lados. Se hace que el paciente levante la cabeza. Esto inicia una contracción estática (estabilizadora) de los músculos lumbares erectores de la columna. Se producirá una contracción más fuerte de los músculos extensores lumbares si se extienden la cabeza y el tórax. La extensión alternante de las caderas también provocará una contracción estática de los músculos extensores lumbares.

(1) Cuando se haya producido una lesión muscular, el músculo se mantiene en esta amplitud acortada durante varios días.

(2) Para avanzar en el tratamiento, si no hay lesión muscular o a medida que se cure el músculo, se permite gradualmente que el músculo se elongue después de cada contracción poniendo un cojín debajo del abdomen para luego extender el tórax sobre la columna lumbar a lo largo de una amplitud mayor. La elongación se practica sólo dentro de los límites de tolerancia al inicio de la fase de curación. No debe producirse una agudización de los síntomas.

(3) Posición alternativa: en decúbito supino. El paciente ejerce presión sobre el cuello y la cabeza contra la cama, provocando una contracción estática de los músculos extensores de la columna.

3. Prevención de la estasis y reducción de la tensión sobre la región

El paciente aprende a encontrar la posición funcional cómoda y luego mueve la porción del cuerpo dentro de su amplitud indolora, aunque la amplitud sea muy ligera.

a. *Región cervical*

El paciente yace en decúbito supino y practica extensión axial hundiendo el mentón en el tórax y empleando movimientos suaves. Cuando lo tolere, este movimiento se practica sentado y de pie.

b. *Región lumbar*

El paciente yace en decúbito supino, prono o lateral, y practica suaves inclinaciones pélvicas. Cuando lo tolere, se practica este ejercicio sentado o de pie.

4. Control de la posición funcional[9]

Se inician ejercicios de estabilización. Los ejercicios comienzan sólo cuando no agudizan los síntomas. El paciente determina primero la amplitud cómoda tal y como se ha descrito en el punto 3 y luego mantiene la posición mientras practica suaves movimientos de brazos y piernas. La atención del paciente se centra en la percepción de la contracción estabilizadora y se le pide que permanezca dentro de los límites de tolerancia del tejido dañado.

a. Se empieza en decúbito supino. El paciente primero levanta alternativamente un brazo, luego el otro, reparando en la respuesta muscular. Cuanto más levante el brazo por encima de la cabeza, mayor será la contracción estabilizadora. Si aumenta el dolor, se empleará una amplitud menor los movimientos braquiales. Se producirá una contracción más fuerte si se deslizan alternativamente las piernas por la mesa.

b. Se emplean posiciones en decúbito prono, posición sedente y bipedestación, y se practica la misma secuencia.

5. Mantenimiento de la integridad y mejora de la relajación de los músculos que no han sufrido un traumatismo directo

Se emplean *técnicas de acción muscular inversa*. Son valiosas cuando los movimientos del cuello causan dolor y rigidez refleja del músculo. El cuello no se mueve, sino que se activan los músculos para contraer y relajar dentro de una amplitud funcional. Los movimientos comprenden elevación, depresión, aducción y rotación activas de la escápula, y flexión, extensión, abducción, aducción y rotación activas del hombro. Los movimientos del hombro pueden desarrollarse en circunducción o actividades según un patrón siempre y cuando no sometan el cuello a tensión.

6. Empleo de tracción

La tracción oscilante o intermitente suave puede inhibir de modo reflejo el dolor y ayuda a mantener el movimiento del juego articular y de la sinovia durante el estadio agudo, cuando los músculos no permiten movimientos de amplitud completa. Las técnicas suaves son las que se aplican con mayor eficacia usando tracción manual. Se coloca la parte con el tejido dañado en una posición acortada, y se aplica una dosis inferior a la que causa separación de las vértebras. Las técnicas de tracción pueden agravar la lesión muscular o de los tejidos blandos si el tejido se somete a una posición elongada durante la exposición, o con una dosis alta de tracción durante el tratamiento.

7. Adaptación al medio ambiente

Si hay actividades o posturas que causan el traumatismo o siguen provocando síntomas, se identifica el mecanismo y se modifica la actividad o el entorno para eliminar el riesgo de que se repita el problema.

C. Tratamiento durante los estadios subagudo y crónico de la curación y la rehabilitación

Las técnicas de ejercicio para que el paciente avance durante los estadios de curación y rehabilitación se describen en el capítulo 15.

1. Cuando empiecen a remitir los síntomas agudos, podrá aumentar la intensidad del programa de ejercicio. Se identifica cualquier debilidad muscular o las áreas de flexibilidad reducida, y se avanza con el estiramiento y fortalecimiento dentro de los límites de tolerancia del tejido.

2. Se identifican todos los problemas posturales y se reeducan los sentidos cinestésicos y la conciencia propioceptiva del paciente para corregir la postura. Se incluye el entrenamiento de la resistencia ortostática.

3. Se enseña al paciente ejercicios de relajación para reducir la tensión muscular.

4. A menudo, cuando hay problemas lumbosacros, los desequilibrios de la región coxal perpetúan las tensiones sobre la región lumbar. En la sección sobre músculos del capítulo 11 aparecen ejercicios para corregir los desequilibrios entre la fuerza y flexibilidad de las caderas.

5. A menudo en los casos de problemas cervicales y en la porción superior de la espalda, los desequilibrios en la cintura escapular perpetúan las posturas erróneas y la tensión indebida. Remitimos al lector a la sección sobre músculos del capítulo 8 donde aparecen ejercicios para el realineamiento de la cintura escapular.

6. Las actividades funcionales se reanudarán en un nivel seguro en cuanto el paciente pueda. Se incrementa progresivamente el nivel funcional a medida que aumenten la fuerza y la estabilización. La formación del paciente debe contar con sugerencias para adaptarse al entorno y con técnicas de ejercicio para prevenir recidivas de los problemas.

VI. Afecciones seleccionadas

A. Tortícolis (escoliosis cervical)

Implica una asimetría en la fuerza o funcionamiento del músculo esternocleidomastoideo (ECM). Se produce ro-

tación cervical opuesta y flexión lateral hacia el lado del músculo contraído o acortado.

1. Tortícolis congénito

a. *Causas*

Lesión en el útero, o en el nacimiento, del músculo ECM, que se fibrosa y acorta. La lesión puede deberse a una posición defectuosa del feto, una lesión nerviosa o un traumatismo directo en el músculo.

b. *Tratamiento*

Se inician movimientos pasivos y estiramientos suaves para aumentar la amplitud en cuanto se establezca el diagnóstico. La cabeza gira y se inclina en dirección contraria al lado del acortamiento, empleando la misma técnica que para los estiramientos de los músculos escalenos (ver fig. 15.3).

2. Debilidad asimétrica (desequilibrio muscular)

a. *Causas*

Una causa corriente es hemiplejía, donde el músculo más fuerte tira de la cabeza hacia el lado débil. El problema funcional tal vez provoque limitación estática si el cuello no se mueve periódicamente en toda su amplitud.

b. *Tratamiento*

Si se aprecia inervación y control del músculo más débil, se inician ejercicios de fortalecimiento. Se practica cinesiterapia activa o pasiva varias veces al día.

3. Tortícolis histérico

a. *Causas*

Puede haber muchas causas; a veces se describe como la huida de la persona ante una situación desagradable.

b. *Tratamiento*

La fisioterapia comprende ejercicios resistidos para el músculo opuesto y de la amplitud del movimiento para mantener la flexibilidad. Los ejercicios de relajación son útiles si la persona tiende a ponerse tensa. Se mantiene comunicación estrecha con el psiquiatra o psicólogo para trabajar la causa del trastorno.

B. Cefalea por tensión

Suele consistir en tensión de los músculos cervicales posteriores, dolor en la inserción de los extensores cervicales y/o dolor que irradia por la parte superior y los lados del cuero cabelludo.

1. Causas

Las cefaleas por tensión pueden ser secundarias a una lesión de los tejidos blandos o estar causadas por posturas sostenidas o erróneas, irritación o compresión nerviosas (el nervio occipital mayor emerge por los músculos extensores del cuello donde se insertan en la base del cráneo), o contracciones musculares sostenidas (por una postura errónea o por tensión emocional) que producen isquemia. Las causas médicas son migraña, alergia o sinusitis. Sea cual fuere la causa, suele haber un ciclo de dolor, contracción muscular, o reducción de la circulación y más dolor, que deriva en limitación funcional y una disfunción potencial de los tejidos blandos.

2. Tratamiento

a. Se rompe el círculo vicioso de dolor y tensión muscular empleando procedimientos, masajes y ejercicios estáticos para aumentar la circulación y eliminar los productos de desecho.

b Se evalúa la flexibilidad y fuerza de los músculos de la columna cervical y dorsal superior, y de la cintura escapular, y se prepara un programa de ejercicio para recuperar el equilibrio entre la fuerza y la longitud de los músculos como preparación para corregir y educar la postura. En el capítulo 15 se describen estos procedimientos. Habrá que asegurarse de que la flexibilidad sea adecuada en los músculos suboccipitales para aliviar la tensión de esa región.

c. Se enseña al paciente las técnicas correctas para liberar el origen o tratar la irritación.

(1) Si se aprecia una postura errónea, se corrige la postura y se enseñan medios para tratar las posturas.

(2) Si la persona se enfrenta a situaciones que causen tensión, se le enseñan técnicas de relajación, técnicas para la amplitud del movimiento y ejercicios estáticos, así como una mecánica vertebral correcta.

C. Disfunción de la articulación temporomandibular (síndrome)[34,35,55]

1. Cuadro clínico

A menudo se cita dolor de distinto origen como parte del síndrome de la articulación temporomandibular (ATM).

a. El dolor suele darse a nivel local en la ATM, en el tejido retrodiscal localizado en la región posterior de la articulación, o en el oído.

b. El dolor de los espasmos musculares o el dolor miofascial en los músculos masetero, temporal o pterigoi-

deos internos o externos puede describirse como una cefalea.

c. La tensión de los músculos de la columna cervical puede ser dolorosa o causar dolor referido por irritación del nervio occipital mayor que se describe como cefalea por tensión.

2. Causas

Se produce un desequilibrio entre la cabeza, la mandíbula, el cuello y la cintura escapular. Posibles causas:

a. Mala oclusión, reducción de la dimensión vertical de la mordida, u otros problemas dentales.

b. Fallos de la mecánica articular por inflamación, subluxación del menisco (disco), luxación del cóndilo mandibular, contracturas articulares, o fuerzas asimétricas por desequilibrios de las mandíbulas y la mordida. La restricción del movimiento es producto de períodos de inmovilización después de cirugía de reconstrucción, o tras una fractura de la mandíbula.

c. Espasmos musculares en los músculos de la masticación, que causan fuerzas articulares anormales o asimétricas. Los espasmos musculares pueden ser resultado de la tensión emocional, de fallos de la mecánica articular, de una lesión directa o indirecta o de una disfunción postural.

d. Problemas sinusales, que provocan que la persona respire por la boca, lo cual afecta indirectamente a la postura y la posición de la mandíbula.

e. Disfunciones posturales (ver la materia relacionada del capítulo 15). En el caso de inclinación hacia delante de la cabeza, se produce retracción de la mandíbula y el estiramiento resultante sobre los músculos anteriores de la garganta. Por consiguiente, hay un aumento de la actividad de los músculos que cierran la mandíbula para contrarrestar las fuerzas invertidas. Los músculos y tejidos blandos de la región suboccipital se tensan, y los nervios y articulaciones resultan comprimidos o irritados.

f. Los traumatismos como un accidente por flexión/extensión en el que la mandíbula se abre de modo forzado cuando la cabeza retrocede con un latigazo adoptando hiperextensión. Un golpe directo en un accidente en automóvil, una caída o un traumatismo parecido, o un traumatismo sostenido como se produce en las operaciones odontológicas prolongadas cuando la boca se mantiene mucho tiempo abierta, pueden iniciar los síntomas en la ATM o el tejido sustentante. La tensión excesiva que se genera al morder o masticar grandes trozos de comida correosa también puede causar traumatismos en las articulaciones.

3. Tratamiento

a. El método de tratamiento dependerá de la causa. En los casos sencillos en los que la postura, la disfunción articular o los desequilibrios musculares sean el origen del problema, el tratamiento de fisioterapia con ejercicio terapéutico puede tratar directamente los problemas. En muchos casos, será necesario consultar a un odontólogo, un otorrinolaringólogo o recibir apoyo psicológico para tratar las causas primarias. Se necesita una evaluación completa antes de iniciar cualquier tratamiento.

b. P*ara la reducción del dolor y la rigidez refleja de los músculos*, se emplean procedimientos como masaje y técnicas de relajación. Además, la persona debe comer dieta blanda y evitar alimentos que exijan abrir demasiado la boca o movimientos firmes de corte y masticación.

c. P*ara corregir los desequilibrios musculares* se relajan y estiran los músculos posturales acortados; luego se reeducan para conseguir un control correcto de los músculos. Los ejercicios de reeducación y estiramiento postural del hombro y la columna cervical se describen en los capítulos 8 y 15 respectivamente.

d. P*ara enseñar a controlar los músculos de la mandíbula*

(1) Primero se enseña a reconocer la posición de reposo de la mandíbula. Los labios están cerrados, los dientes ligeramente separados, y la lengua descansando ligeramente sobre la bóveda del paladar detrás de los dientes delanteros. El paciente debe respirar lentamente por la nariz, empleando respiración diafragmática.

(2) Se enseña a controlar la apertura y el cierre de la mandíbula durante la primera mitad del recorrido articular. Con la lengua en el velo del paladar, el paciente abre la boca y trata de mantener el mentón en la línea media. Se emplea un espejo para que opere el refuerzo visual. El paciente también aprende a palpar ligera y bilateralmente los polos laterales del cóndilo mandibular, y a tratar de mantener la simetría entre el movimiento de ambos lados cuando abra y cierre la boca.

(3) Si la mandíbula se desvía al abrirla o cerrarla, el paciente practicará la desviación lateral hacia el lado contrario. El movimiento lateral no debe ser excesivo ni causar dolor.

(4) Se progresa aplicando una resistencia ligera del pulgar sobre el mentón. No se debe superar la fuerza de los músculos.

e. A*umento de la amplitud del movimiento si fuera necesario*

(1) Se inicia colocando los depresores linguales entre los incisivos centrales. El paciente trabaja aumentando gradualmente el número de depresores que emplea hasta que pueda abrir la boca lo suficiente como para meter los nudillos del índice y el dedo medio.

(2) Se practica un autoestiramiento colocando ambos pulgares bajo los dientes superiores, y los índices o dedos medios sobre los dientes inferiores para estirar y abrir la boca.

(3) La colocación de torundas de algodón trenzado entre los dientes anteriores mientras el paciente muerde causará tracción del cóndilo mandibular respecto a la fosa de la articulación.

(4) Se practican técnicas de movilización articular empleando una mano o las manos enguantadas. En el capítulo 6 se describe la determinación de las dosis y las precauciones para la administración de las técnicas de movilización.

(a) Tracción unilateral (fig. 14.10A). El paciente puede permanecer en decúbito supino o sentado con la cabeza apoyada. Se emplea la mano opuesta al lado sobre el que se trabaja. El terapeuta mete el pulgar en la boca del paciente sobre los molares anteriores; los dedos quedan fuera rodeando la mandíbula. La fuerza se aplica en dirección externa (caudal).

(b) Tracción unilateral con deslizamiento (fig. 14.10B). Después de causar la tracción de la mandíbula como se describe en (a), se tira de ella hacia delante (dirección anterior). La otra mano puede ponerse sobre la articulación TM para controlar con el tacto el grado de movimiento.

(c) Tracción bilateral (fig. 14.11). Si el paciente está en decúbito supino, el terapeuta permanece a la cabeza de la mesa de la mesa de tratamiento. Si el paciente está sentado, el terapeuta se halla delante de él. Emplea ambos pulgares, colocados sobre los molares de cada lado de la mandíbula, Los dedos rodean la mandíbula. La fuerza de los pulgares es la misma y se aplica en dirección caudal.

VII. Resumen

En la sección inicial de este capítulo se ha ofrecido información para que el lector pueda revisar la mecánica básica y la función de los músculos de la columna como preparación para la elaboración de programas de ejercicio para pacientes con problemas dolorosos de espalda y cuello. El resto del capítulo presenta información para que el lector sepa diseñar un programa de ejercicio terapéutico para problemas agudos corrientes de cuello y espalda basados en el cuadro clínico y las precauciones necesarias. Se han mostrado las lesiones de los discos intervertebrales, los problemas de las articulaciones cigapofisarias, las lesiones musculares y de tejidos blandos, y varios problemas específicos como tortícolis, cefaleas por tensión y el síndrome de la ATM. Dentro de la sección sobre las lesiones de tejidos blandos, se han descrito las técnicas de tratamiento para la rigidez refleja de la musculatura y los espasmos musculares. La progresión del tratamiento se ha vinculado a la información relacionada que aparece en el capítulo 15.

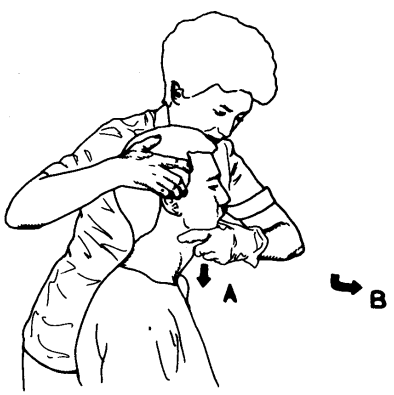


Figura 14.10. Movilización unilateral de la articulación temporomandibular. (A) La tracción se aplica en dirección caudal. (B) La flecha muestra tracción con deslizamiento en dirección caudal y luego anterior.

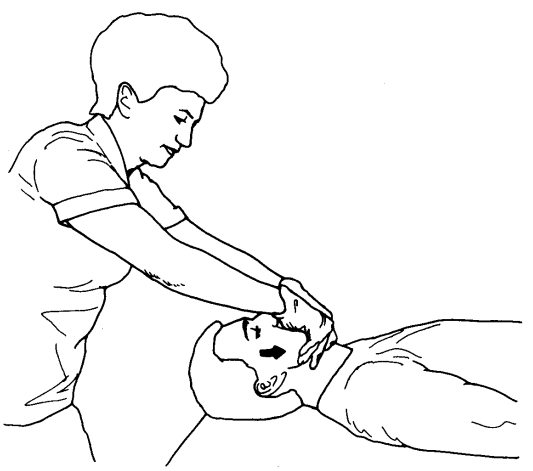


Figura 14.11. Tracción bilateral de la articulación temporomandibular con el paciente en decúbito supino.

Bibliografía

1. Adams, MA, y Hutton, WC: "Gradual disc prolapse". *Spine* 10(6):524, 1985.
2. Adams, MA, y Hutton, WC: "The effect of fatigue on the lumbar intervertebral disc". *J Bone Joint Surg Br* 65(2):199, 1983.
3. Alexander, AH, Jones, AM, and Rosenbaum, DH: "Nonoperative management of herniated nucleus pulposus: Patient selection by the extension sign". *Orthop Rev* 21:181, 1992.
4. Anderson, B, y otros: "The influence of backrest inclination and lumbar support on lumbar lordosis". *Spine* 4:52, 1979.
5. Binkley, J, y otros: "Diagnostic classification of patients with low back pain: Report on a survey of physical therapy experts". *Phys Ther* 73:139, 1993.
6. Bogduk, N, y Engle, R: "The menisci of the lumbar zygapophyseal joints: A review of their anatomy and clinical significance". *Spine* 9(5):454, 1984.
7. Bogduk, N, y MacIntosh, JE: "The applied anatomy of the thoraculumbar fascia". *Spine* 9:164, 1984.
8. Bogduk, N, y Twomey, LT: *Clinical Anatomy of the Lumbar Spine*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1987.
9. Bondi, BA, y Drinkwater-Kolk, M: *Functional Stabilization training*. Workshop notes, Northeast Seminars, October 1992.
10. Burkart, S, y Beresfore, W: "The aging intervertebral disk". *Phys Ther* 59:969 ,1979.
11. Butler, D, y otros: "Discs degenerate before facets". *Spine* 15:111, 1990.
12. Cailliet, R: *Low Back Pain Syndrome*, ed 4. FA Davis, Filadelfia, 1988.
13. Cloward, R: "The clinical significance of the sino-vertebral nerve of the cervical spine in relation to the cervical disc syndrome". *J Neurol Surg Psychiatry* 23:321, 1960.
14. DeRosa, CP, y Porterfield, JA. "A physical therapy model for the treatment of low back pain". *Phys Ther* 72:261, 1992.
15. Daniels, L, y Worthingham, C: *Therapeutic Exercise for Body Alignment and Function*, ed. 2. WB Saunders, Filadelfia, 1977.
16. Farfan, HF, y otros: "The effects of torsion on the lumbar intervertebral joints: The role of torsion in the production of disc degeneration". *J Bone Joint Surg Am* 52(3):468, 1970.
17. Gossman, M, Sahrmann, S, y Rose, S: "Review of length-associated changes in muscle". *Phys Ther* 62: 1977, 1982.
18. Gracovetsky, S, Farfan, H, y Helleur, C: "The abdominal mechanism". *Spine* 10:317, 1985.
19. Gracovetsky, S, y Farfan, H: "The optimum Spine". *Spine* 11:543, 1986.
20. Gracovetsky, S: *The Spinal Engine*. Springer-Verlag Wein, Nueva York, 1988.
21. Hellsing, AL, Linton, SL, y Kaluemark, M: "A prospective study of patients with acute back and neck pain in Sweden". *Phys Ther* 74:116, 1994.
22. Hiekey, DS, y Hukins, DEL: "Aging changes in the macromolecular organization of the intervertebral disc: An x-ray diffraction and electron microscopic study". *Spine* 7(3):234, 1982.
23. Hughes, P: *Advanced Upper Extremity Course*. Workshop Notes, St Louis, 1979.
24. Jensen, G: "Biomechanics of the lumbar intervertebral disc: A review". *Phys Ther* 60:765, 1980.
25. Kapandji, IA: *The Physiology of the Joints*, Vol 3. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1974.
26. Kellegren J: "Observations on referred pain arising from muscle". *Clin Sci* 3:175, 1983.
27. Kendall, FR, McCreary, EK, y Provance, PG: *Muscles Testing and Function*, ed 4. Williams & Wilkins, Baltimore, 1993.
28. Kessler, R: "Acute Symptomatic disk prolapse". *Phys Ther* 59:978, 1979.
29. Klein, JA, y Hukins, DWL: "Collagen fiber orientation in the annulus fibrosus of intervertebral disc during bending and torsion measured by x-ray defraction". *Biochem Biophys Aeta* 719:98, 1982.
30. Kopp, JR, y otros: "The use of lumbar extension in the evaluation and treatment of patients with acute herniated nucleus pulposus". *Clin Orthop* 202:211, 1986.
31. Kos, J, y Wolf, J:" Intervertebral menisci and their possible role in intervertebral blockage (translated by Burkart, S)". *Bulletin of the Orthopaedic and Sports Medicine Sections*, American Physical Therapy Association 1(3):8, 1976.
32. Krag, MH, y otros: "Internal displacement distribution from in vitro loading of human thoracic and lumbar spinal motion segments: Experimental results and theoretical predictions". *Spine* 12:1001, 1987.
33. Krause, N, y Ragland, DR: "Occupational disability due to low back pain: A new interdisciplinary classification based on a phase model of disability". *Spine* 19:1011, 1994.
34. Kraus, SL: TMJ *Craniomandibular Cervical Complex: Physical Therapy and Dental Management*. Clinical Education Associates, Atlanta, 1986.

35. Kraus, SL: *Temporomandibular joint and dentistry*. Workshop notes, Detroit, 1987.

36. Lehmkuhl, LO, y Smith, LK: "Brunnstrom's Clinical Kinesiology", ed 4. FA Davis, Filadelfia, 1983.

37. Lipson, SJ, y Muir, H: "Proteoglycans in experimental intervertebral disc degeneration". *Spine* 6(3):194, 1981.

38. Lyons, G, Eisenstein, SM, y Sweet, MBI: "Biochemical changes in intervertebral disc degeneration". *Biochem Biophys Acta* 673:443, 1981.

39. MeCarron, RF, y otros: "The inflammatory effect of nucleus pulposus: A possible element in the pathogenesis of low-back pain". *Spine* 12:760, 1987.

40. MacNab, I: *Backache*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1977.

41. Markolf, LK, y Morris, JM: "The structural components of the intervertebral disc". *J Bone Joint Surg Am* 56(4):675, 1974.

42. McKenzie, R: *The Lumbar Spine: Mechanical Diagnosis and Therapy*. Spinal Publications, Nueva Zelanda, 1981.

43. McKenzie, R: "Manual correction of sciatic scoliosis". *N Z Med J* 89:22, 1979.

44. Mooney, V, y Robertson, J: "The facet syndrome". *Clin Orthop* 115:149, 1976.

45. Mooney, V: "The syndromes of low back disease". *Orthop Clin North Am* 14(3):505, 1983.

46. Moneur, C, y Williams, HJ: "Cervical spine management in patients with rheumatoid arthritis". *Phys Ther* 68:509, 1988.

47. Morgan, D: "Concepts in functional training and postural stabilization for the low-back injured". *Topics in Acute Care and Trauma Rehabilitation* 2:8, 1988.

48. Nachemson, A: "The lumbar Spine: An orthopaedic challenge". *Spine* 1:59, 1976.

49. Nachemson, A: "Recent advances in the treatment of low back pain". *Int Orthop* 9:1, 1985.

50. Ogata, K, y Whiteside, LA: "Nutritional pathways of the intervertebral disc". *Spine* 6(3):211, 1981.

51. Panjabi, MM, Geol, VK, y Takata, K: "Physiologic strains in the lumbar spinal ligaments". *Spine* 7:192, 1982.

52. Penjabi, MM, Krag, MH, y Chung, TQ: "Effects of disc injury on mechanical behavior of the human spine". *Spine* 9:707, 1984.

53. Porter, RW, Hibbert, C, y Evans, C: "The natural history of root entrapment syndrome". *Spine* 9:418, 1984.

54. Porterfield, JA: "Dynamic stabilization of the trunk". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 6:271, 1985.

55. Rocobado, M: *Temporomandibular joint dysfunctions*. Workshop notes, Cincinnati, 1979.

56. Rothstein, JM: "Patient classification". Editor's note. *Phys Ther* 73:214, 1993.

57. Saal, JA: "Dynamic muscular stabilization in the nonoperative treatment of lumbar pain syndromes". *Orthop Rev* 19:691, 1990.

58. Saal, JS, y otros: "High levels of inflammatory phospholipase A_2 activity in lumbar disc herniations". *Spine* 15:674, 1990.

59. Saal, JA, y Saal, JS: "Nonoperative treatment of herniated lumbar intervertebral disc with radiculopathy; an outcome study". *Spine* 14:431, 1989.

60. Saal, JA, Saal, JS, y Herzog, RJ: "The natural history of lumbar intervertebral disc extrusions treated nonoperatively". *Spine* 15:683, 1990.

61. Saunders, JD: *Evaluation and Treatment of Muscoloskeletal Disorders*. Educational Opportunities, Minneapolis, 1985.

62. Saunders, JD: "Classification of mosculoskeletal spinal conditions". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 1:89, 1979.

63. Saunders JD: "Lumbar traction". JOSPT 1:36, 1978.

64. Sullivan, MS: "Back support mechanisms during manual lifting". *Phys Ther* 69:38, 1989.

65. Taylor, J, y Twomey, L: "Sagittal and horizontal plane movement of the human lumbar vertebral column in cadavers and in living". *Rheumatology Rehabilitation* 19:223, 1980.

66. Taylor, JR, y Twomey, LT: "Age changes in lumbar zygapophyseal joints". *Spine* 11(7):739, 1986.

67. Twomey, LT: "A rationale for the treatment of back pain and joint pain by manual therapy". *Phys Ther* 72:885, 1992.

68. Twomey, LT: "Commentary". *Phys Ther* 72:270, 1992.

69. Twomey, T; y Taylor, JR: "Sagittal movements of the human lumbar vertebral column: A quantitative study of the role of the posterior vertebral elements". *Arch Phys Med Rehabil* 64:322, 1983.

70. Urban, L: "The straight-leg-raising test: A review". *Journal of Orthopaedic and Spurts Physical Therapy* 2:117, 1981.

71. Waddell, G: "A new clinical model for the treatment of low back pa in". *Spine* 12:632, 1987.

72. Wood, P: "Applied anatomy and physiology of the vertebral column". *Phys Ther* 59:248, 1979.

73. Yasuma, T, y otros: "Histological development of intervertebral disc herniation". *J Bone Joint Surg Am* 68(7):1066, 1986.

Capítulo

15

La columna vertebral: problemas subagudos, crónicos y posturales

En el capítulo 14 se pasó revista a la mecánica básica de la columna vertebral y se describieron las intervenciones con ejercicio terapéutico para los problemas vertebrales que presentan síntomas discales, hísticos y articulares agudos. Con frecuencia los problemas posturales son la causa inicial o tal vez sean resultado de lesiones vertebrales. Las deficiencias musculoesqueléticas debidas a una postura errónea o a una lesión son: músculos débiles, poca resistencia de los músculos posturales, restricción de la amplitud del movimiento, o restricción de la flexibilidad muscular. Estas deficiencias limitan la capacidad funcional de las personas para realizar actividades repetitivas o mantener posturas sostenidas sin causar nuevas lesiones o sufrir síntomas dolorosos. Además, las personas lesionadas tal vez no sean conscientes de su postura errónea o de sus problemas de fuerza y flexibilidad, o no sepan aliviar las posturas estresantes o reducir al mínimo las actividades estresantes.

En este capítulo se describen los problemas posturales corrientes origen de muchas afecciones subagudas y crónicas de cuello y espalda. Estos problemas han de identificarse y hay que iniciar una intervención con ejercicio terapéutico lo más pronto posible después de la lesión para que el paciente aprenda patrones de movimientos seguros, así como a progresar con seguridad en los ejercicios a medida que se curen los tejidos lesionados o irritados. Este capítulo describe los ejercicios terapéuticos empleados durante los estadios subagudo y crónico de la curación para recuperar la flexibilidad, la fuerza y resistencia muscular con vistas a la estabilidad y el control de la columna. Además, se abordan los principios para que progrese el paciente hasta su nivel máximo de funcionalidad, como la modificación de los hábitos posturales con el fin de aliviar o prevenir tensiones repetitivas que provocan dolor, desarrollar un equilibrio entre la fuerza y longitud de los músculos sustentantes, y preparar el sistema musculoesquelético para responder a las demandas de las actividades funcionales deseadas y prevenir las recidivas. Las técnicas de ejercicio y los principios del tratamiento descritos en este capítulo también pueden usarse para programas generales de estiramiento, fortalecimiento y preparación física, así como para corregir problemas posturales antes de que provoquen lesiones.

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, el lector podrá:

1. Describir la dinámica de las posturas.

2. Identificar las características de las desviaciones posturales corrientes en cada región de la columna.

3. Identificar deficiencias posturales típicas como resultado de las desviaciones de columna.

4. Identificar objetivos y técnicas para el tratamiento de las deficiencias posturales en las regiones cervical, dorsal y lumbar.

5. Establecer un programa de ejercicio terapéutico para el tratamiento de disfunciones musculoesqueléticas subagudas y crónicas relacionadas con problemas posturales.

I. Dinámica de la postura

A. Definición de postura

Postura es una "posición o actitud del cuerpo, la disposición relativa de las partes del cuerpo para una actividad específica, o una manera característica que adopta el cuerpo".[15]

1. Ligamentos, fascias, huesos y articulaciones son estructuras inertes que sostienen el cuerpo, mientras que los músculos y sus inserciones tendinosas son las estructuras dinámicas que mantienen el cuerpo en una postura o generan la transición de una postura a otra.

2. La gravedad somete a tensión las estructuras responsables para mantener el cuerpo erguido en una postura. Normalmente, la línea de la gravedad recorre las curvas fisiológicas de la columna vertebral y éstas se equilibran. Si el peso de una región se aleja de la línea de la gravedad, el resto de la columna compensa y recupera el equilibrio.

B. El equilibrio de la postura[15,19]

Para que una articulación en carga sea estable, o mantenga el equilibrio, la línea de la gravedad de la masa debe atravesar exactamente el eje de rotación, o debe haber una fuerza que contrarreste la fuerza de la gravedad. En el cuerpo, la fuerza antagonista son las estructuras musculares o inertes. La postura erguida suele comprender un ligero balanceo anteroposterior del cuerpo de unos 4 centímetros.[11]

En la postura de bipedestación, se produce lo siguiente:

1. Tobillo

La línea de la gravedad queda anterior a la articulación por lo que tienden a girar la tibia hacia delante sobre el tobillo. La estabilidad depende de los músculos flexores plantares, sobre todo el sóleo.

2. Rodilla

La línea normal de la gravedad es anterior a la articulación, lo cual tiende a mantener la rodilla extendida. La estabilidad corresponde al ligamento cruzado anterior, la cápsula posterior (mecanismo de bloqueo de la rodilla) y la tensión de los músculos posterior a la rodilla (los músculos gastrocnemio e isquiotibiales). El sóleo proporciona estabilidad activa al tirar de la tibia en sentido posterior. Con las rodillas totalmente extendidas, no se requiere apoyo alguno de los músculos en la articulación para mantener una postura erguida, aunque, si se flexionan ligeramente las rodillas, la línea de la gravedad se desplaza posterior a la articulación, y el músculo cuádriceps femoral debe contraerse para prevenir que se doble la rodilla.

3. Cadera

La línea de la gravedad varía con el balanceo del cuerpo. Cuando atraviesa la articulación coxofemoral, se produce un equilibrio, y no se necesita ningún apoyo externo. Cuando la línea de la gravedad se desplaza posterior a la articulación, se produce algo de rotación posterior de la pelvis, que es controlada por la tensión de los músculos flexores de la cadera (sobre todo el iliopsoas). En bipedestación relajada, el ligamento iliofemoral aporta estabilidad pasiva a la articulación y no se necesita tensión muscular. Cuando la línea de la gravedad se desplaza en sentido anterior, la estabilidad corresponde al apoyo activo de los músculos extensores de la cadera.

4. Tronco

Normalmente, la línea de la gravedad atraviesa los cuerpos de las vértebras lumbares y cervicales; luego se equilibran las curvas. Cierta actividad de los músculos del tronco y la pelvis ayuda a mantener el equilibrio. A medida que se desvía el tronco, los músculos contralaterales se contraen y funcionan como cables de sustentación. Las desviaciones extremas o sostenidas se apoyan en las estructuras inertes.

5. Cabeza

El centro de gravedad de la cabeza cae anterior a las articulaciones atlantooccipitales. Los músculos cervicales posteriores se contraen para mantener la cabeza equilibrada. En las posturas en las que la cabeza se inclina hacia delante, se someten a mayor tensión estos músculos. En el extremo de la flexión, la tensión del ligamento nucal impide mayor movimiento.

C. Etiología del dolor en los problemas posturales

1. Los ligamentos, las cápsulas de las articulaciones cigapofisarias, el periostio de las vértebras, los músculos, la porción anterior de la duramadre, las vainas durales, el tejido adiposo areolar epidural y las paredes de los vasos sanguíneos están inervados y responden a los estímulos nociceptivos.[14]

2. La resistencia de los músculos es necesaria para mantener el control postural. Las posturas prolongadas requieren pequeñas adaptaciones continuas de los mús-

culos estabilizadores para sostener el tronco ante las fuerzas fluctuantes. Los movimientos repetitivos grandes también requieren que los músculos respondan y controlen la actividad. En todo caso, a medida que se fatigan los músculos, la carga se desvía a los tejidos inertes que sustentan la columna en las amplitudes finales del movimiento. Cuando la carga es prolongada, se produce crepitación y distensión en los tejidos inertes, que causan tensión mecánica.

3. La tensión mecánica sobre las estructuras sensibles al dolor, como un estiramiento prolongado de los ligamentos o cápsulas articulares o la compresión de los vasos sanguíneos, causa distensión o compresión de las terminaciones nerviosas, lo cual hace experimentar dolor. Este tipo de estímulo se produce en ausencia de una reacción inflamatoria. No es un problema patológico sino mecánico porque no hay signos de inflamación aguda con dolor constante. Reducir la tensión sobre la estructura sensible al dolor alivia el estímulo doloroso, y el paciente ya no experimenta dolor.

4. Si las tensiones mecánicas superan las capacidades de sustentación de los tejidos, se producirá su degeneración. Si esto sucede sin una curación adecuada, los síndromes por uso excesivo con inflamación y dolor afectarán a la función sin una lesión aparente. Además, las lesiones se producen con mayor frecuencia cuando hay fatiga muscular. Lo importante es el alivio de la tensión mecánica junto con la reducción de la inflamación. El tratamiento de los síntomas agudos se describe en el capítulo 14.

D. Síndromes dolorosos relacionados con malas posturas

1. Defecto postural y síndrome postural doloroso

Defecto postural es una postura que se desvía del alineamiento normal, pero no presenta limitaciones estructurales. El **síndrome postural doloroso** describe el dolor que se produce por tensión mecánica cuando una persona mantiene una mala postura durante un período prolongado; el dolor suele aliviarse con la actividad. No hay anomalías de la fuerza o flexibilidad de los músculos, pero, si la postura defectuosa se mantiene, terminará habiendo desequilibrios en la fuerza y flexibilidad.

2. Disfunción postural

La **disfunción postural** difiere del síndrome postural doloroso en que se aprecia acortamiento adaptativo de los tejidos blandos y debilidad muscular. La causa puede ser malos hábitos posturales y prolongados, o de contracturas y adherencias que se forman durante la curación de los tejidos después de un traumatismo o una operación. El dolor sobre las estructuras acortadas causa dolor. Además, los desequilibrios en la fuerza y flexibilidad pueden predisponer el área a lesiones o síndromes por uso excesivo que un sistema musculoesquelético normal podría soportar.

3. Hábitos posturales

Los buenos hábitos posturales son necesarios en los adultos para evitar síndromes posturales dolorosos y disfunciones posturales. Además, es importante un seguimiento cuidadoso de los ejercicios de flexibilidad y educación de las posturas después de un traumatismo o una operación con el fin de prevenir disfunciones por contracturas y adherencias. En los niños, los hábitos posturales buenos son importantes para evitar tensiones anormales sobre los huesos en crecimiento y cambios adaptativos en los músculos y tejidos blandos.

II. Características y problemas de las alteraciones posturales más frecuentes

A. Regiones lumbar y pélvica

1. Postura lordótica (fig. 15.1A)

Esta postura se caracteriza por un aumento del ángulo lumbosacro (el ángulo que crea el borde superior del cuerpo de la primera vértebra sacra con las horizontales, en el mejor de los casos de 30 grados), un aumento de la lordosis lumbar y un aumento de la inclinación pélvica anterior y la flexión de las caderas.[5] Esto suele manifestarse con un aumento de la cifosis dorsal e inclinación hacia delante de la cabeza, y se llama **postura cifolordótica.**[13]

a. *Fuentes potenciales del dolor*

(1) Tensión continua sobre el ligamento longitudinal anterior.

(2) Estenosis del espacio posterior del disco y del agujero intervertebral. Esto puede comprimir la duramadre y los vasos sanguíneos de la raíz nerviosa afín o la misma raíz nerviosa, sobre todo si hay cambios degenerativos en la vértebra o el disco.[5]

(3) Aproximación de las carillas articulares. Las carillas pueden soportar el peso del cuerpo, causando irritación sinovial e inflamación articular.

b. *Desequilibrios musculares observados*[13]

(1) Acortamiento de los músculos flexores de la cadera (iliopsoas, tensor de la fascia lata, recto femoral) y los músculos extensores lumbares (erector de la columna).

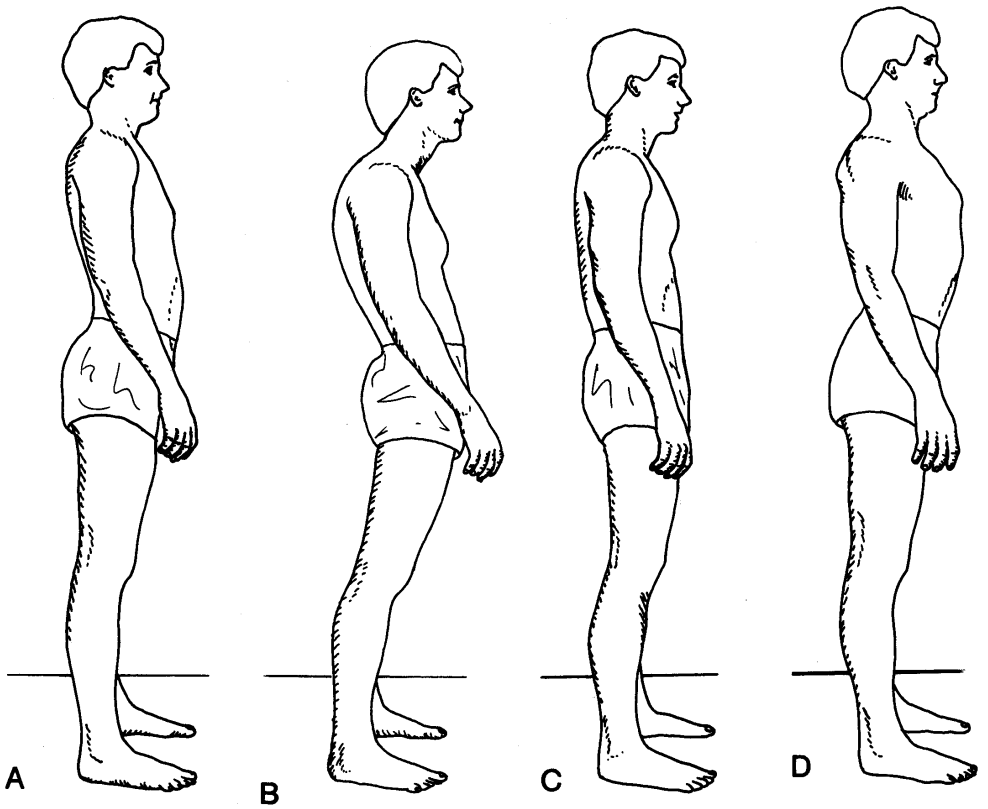


Figura 15.1. (A) Postura lordótica que se caracteriza por un aumento del ángulo lumbosacro, aumento de la lordosis lumbar, aumento de la inclinación anterior de la pelvis, y flexión de las caderas. (B) Postura relajada en bipedestación que se caracteriza por un deslizamiento excesivo del segmento pélvico en sentido anterior, lo cual genera extensión de las caderas, y deslizamiento del segmento torácico en sentido posterior, lo cual causa flexión del tórax sobre la columna lumbar superior. También se aprecia aumento compensatorio de la cifosis torácica e inclinación hacia delante de la cabeza. (C) Postura con la columna lumbosacra plana que se caracteriza por reducción del ángulo lumbosacro, reducción de la lordosis lumbar, e inclinación posterior de la pelvis. (D) Columna cervical y dorsal planas, caracterizadas por reducción de la curva dorsal, depresión de las escápulas, depresión de la clavícula, y exageración de la extensión axial (flexión del occipucio sobre el atlas y aplanamiento de la lordosis cervical).

(2) Estiramiento y debilidad de los músculos abdominales (recto del abdomen, oblicuos interno y externo del abdomen).

c. *Causas corrientes*

Postura defectuosa prolongada, embarazo, obesidad y debilidad de los músculos abdominales.

2. Postura relajada o relajada en bipedestación (fig. 15.1B)

Esta postura también se denomina **hiperlordosis**.[13] El grado de inclinación pélvica es variable, pero suele haber un deslizamiento de todo el segmento pélvico en sentido anterior, lo cual genera extensión de las caderas, y deslizamiento del segmento dorsal en sentido posterior, que provoca la flexión del tórax sobre la columna lumbar superior. Esto causa un aumento de la lordosis en la región lumbar inferior, un aumento de la cifosis en la región dorsal inferior y por lo general una inclinación hacia delante de la cabeza. La posición de la columna lumbar media y superior depende del grado de desplazamiento del tórax. En bipedestación durante períodos prolongados, las personas suelen asumir una postura asimétrica en la que la mayor parte del peso se carga sobre una extremidad inferior, con desplazamiento periódico del peso a la extremidad opuesta.

a. *Fuentes potenciales de dolor*

(1) Tensión continua sobre los ligamentos iliofemorales, el ligamento longitudinal anterior de la columna lumbar inferior, y el ligamento longitudinal posterior de la columna dorsal y lumbar superior. En el caso de posturas asimétricas, también se aprecia tensión sobre la cintilla iliotibial del lado de la cadera elevada. Puede haber otras asimetrías en el plano frontal; ver sección II.D.

(2) Estenosis del agujero intervertebral de la columna lumbar inferior que tal vez comprima los vasos sanguíneos, la duramadre y las raíces nerviosas, sobre todo en afecciones artríticas.

(3) Aproximación de las carillas articulares de la columna lumbar inferior.

b. *Desequilibrios musculares observados*

(1) Acortamiento de los músculos abdominales superiores (segmentos superiores del recto del abdomen y los oblicuos del abdomen), intercostales internos, extensores de la cadera y extensores lumbares inferiores y la fascia relacionada.

(2) Músculos abdominales inferiores débiles y estirados (segmentos inferiores del recto del abdomen y los oblicuos del abdomen), los músculos extensores de la región dorsal inferior, y los músculos flexores de la cadera.

c. *Causas corrientes*

Como su nombre implica, es una postura relajada en la que los músculos no proporcionan sostén. La persona se rinde por completo a los efectos de la gravedad, y sólo las estructuras pasivas en el extremo de cada amplitud articular (como ligamentos, cápsulas articulares y la aproximación de los huesos) aportan estabilidad. Las causas pueden ser de actitud (la persona se siente cómoda de pie y relajada), debilidad de los músculos (la debilidad tal vez sea la causa o el efecto de la postura), o por un programa de ejercicio mal programado (subraya la flexión dorsal; ver capítulo 21).

3. Postura lumbosacra plana (fig. 15.1C)

Esta postura se caracteriza por reducción del ángulo lumbosacro, reducción de la lordosis lumbar, extensión de las caderas e inclinación posterior de la pelvis.

a. *Fuentes potenciales de dolor*

(1) Ausencia de la curva fisiológica lumbar normal, lo cual reduce el efecto amortiguador de la región lumbar y predispone a sufrir lesiones.

(2) Tensión continua sobre el ligamento longitudinal posterior.

(3) Aumento del espacio discal posterior, que permite al núcleo pulposo absorber líquido extra y, en ciertas circunstancias, salirse en sentido posterior cuando la persona adopta extensión de la columna (ver capítulo 14).

b. *Desequilibrios musculares observados*

(1) Acortamiento de los músculos flexores del tronco (recto del abdomen e intercostales) y los extensores de la cadera.

(2) Debilidad y estiramiento de los músculos extensores lumbares y posiblemente los flexores de la cadera.

c. *Causas habituales*

Postura continua relajada o flexionada en bipedestación o sedestación; énfasis excesivo en los ejercicios de flexión dentro de los programas generales de ejercicio.

B. Región dorsal

1. Espalda redonda o aumento de la cifosis (ver fig. 15.1B)

Esta postura se caracteriza por un aumento de la curva dorsal, protracción (abducción) de las escápulas (cargado de espaldas) y, por lo general, inclinación concurrente de la cabeza hacia delante.

a. *Fuentes potenciales de dolor*

(1) Tensión sobre el ligamento longitudinal posterior

(2) Fatiga de los músculos romboides y erector dorsal de la columna.

(3) Síndrome del plexo braquial (ver capítulo 8).

(4) Síndromes por la postura cervical (ver C).

b. *Desequilibrios musculares observados*

(1) Acortamiento de los músculos del tórax anterior (músculos intercostales), músculos de la extremidad superior que tienen su origen en el tórax (pectorales mayor y menor, dorsal ancho y serrato anterior), los músculos de la columna cervical y la cabeza que se insertan en la escápula (elevador de la escápula y la porción superior del trapecio), y los músculos de la región cervical (ver C).

(2) Estiramiento y debilidad de los músculos erector dorsal de la columna y retractores (aductores) de la escápula (romboides y porciones superior e inferior del trapecio).

c. *Causas habituales*.

Parecidas a las de la postura lumbar relajada o postura lumbosacra plana, postura continua y relajada en bipedestación y énfasis excesivo sobre los ejercicios de flexión en los programas generales de ejercicio.

2. Espalda dorsocervical plana (fig. 15.1D)

Esta postura se caracteriza por una reducción de la curva dorsal, depresión de las escápulas y una postura con el cuello plano (ver D). Se asocia con una postura militar exagerada, si bien no es una desviación postural usual.

a. *Fuentes potenciales de dolor*

(1) Fatiga de los músculos necesarios para mantener la postura.

(2) Compresión del fascículo neurovascular del estrecho superior del tórax entre la clavícula y las costillas.

b. *Desequilibrios musculares*

(1) Acortamiento del erector dorsal de la columna y los aductores de la escápula y potencial restricción del movimiento escapular, que podría reducir la libertad de elevación de los hombros.

(2) Debilidad de los músculos intercostales y abductores de la escápula situados en la porción anterior del tórax.

c. *Causa corriente*

Exageración de la postura erguida.

3. Escoliosis[4,6,8,12,16,25]

Suele afectar a las regiones dorsal y lumbar. Por lo general, en las personas diestras hay una curva en S suave en la región dorsal derecha y en la región lumbar izquierda, o una curva dorsolumbar izquierda leve. Cabe apreciar

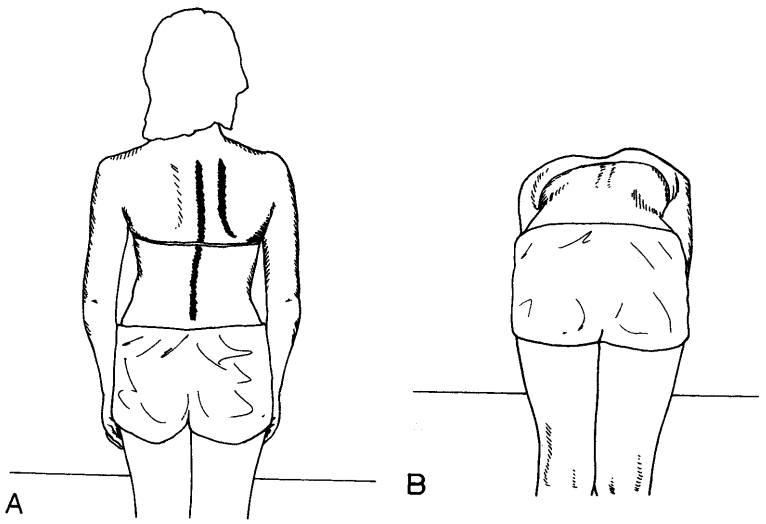


Figura 15.2. (A) Escoliosis estructural lumbar izquierda y dorsal torácica leve con prominencia de la escápula derecha. (B) La inclinación hacia delante produce una ligera giba posterior de las costillas, lo cual muestra rotación fija de las vértebras y la caja torácica.

asimetría en las caderas, la pelvis y las extremidades inferiores.

Los casos de **escoliosis estructural** comprenden una curvatura lateral irreversible con rotación fija de las vértebras (fig. 15.2A). La rotación de los cuerpos vertebrales se produce hacia la convexidad de la curva. En la columna dorsal, las costillas giran con las vértebras, por lo que hay una prominencia de las costillas en sentido posterior sobre el lado de la convexidad vertebral y una prominencia en sentido anterior sobre el lado de la concavidad. En los casos de escoliosis estructural se detecta una combadura sobresaliente y posterior de las costillas al doblar el tronco hacia delante (fig. 15.2B).

Los casos de *escoliosis no estructural* son reversibles y pueden cambiarse con flexión hacia delante y los lados, y con cambios de postura como tumbarse en decúbito supino o el realineamiento de la pelvis mediante corrección de una discrepancia de la longitud de las piernas o con contracciones musculares. También se llama **escoliosis funcional** o **postural.**

a. F*uentes potenciales de dolor*

(1) Fatiga muscular y distensión ligamentaria sobre el lado de la convexidad.

(2) Irritación de las raíces nerviosas sobre el lado de la concavidad.

b. D*esequilibrios musculares.*

(1) Acortamiento de las estructuras sobre el lado cóncavo de la curva.

(2) Estiramiento y debilidad de las estructuras en el lado convexo de la curva.

(3) Si la cadera se mueve en aducción, los músculos aductores de ese lado estarán acortados y los músculos abductores se estirarán y se debilitarán. Ocurre lo contrario en la extremidad contralateral.[13]

c. C*ausas corrientes*: *escoliosis estructural*

Enfermedades o trastornos neuromusculares (como parálisis cerebral, lesiones medulares, o enfermedades musculares o neurológicas progresivas), trastornos osteopáticos (como hemivértebra, osteomalacia, raquitismo o fractura) y trastornos idiopáticos.

d. C*ausas corrientes*: *escoliosis no estructural*

Discrepancia de la longitud de las piernas, estructural o funcional; rigidez refleja de los músculos o espasmos por estímulos dolorosos en la espalda o el cuello, y posturas habituales o asimétricas.

C. Región cervical

1. Postura de la cabeza inclinada hacia delante (ver fig. 15.1B)

Esta postura se caracteriza por aumento de la flexión de las regiones cervical inferior y dorsal superior, aumento de la extensión del occipucio sobre la primera vértebra cervical, y aumento de la extensión de las vértebras cervicales superiores. También puede haber disfunción de la articulación temporomandibular y retrusión de la mandíbula.[22]

a. F*uentes potenciales de dolor*

(1) Tensión continua sobre el ligamento longitudinal anterior en la columna cervical superior y sobre el ligamento longitudinal posterior en la columna cervical inferior y dorsal superior.

(2) Tensión o fatiga musculares.

(3) Irritación de las articulaciones cigapofisarias de la columna cervical superior.

(4) Estenosis de los agujeros intervertebrales en la región cervical superior, que tal vez comprima los vasos sanguíneos y las raíces nerviosas, sobre todo si se producen cambios degenerativos.

(5) Compresión del paquete neurovascular por acortamiento del músculo escaleno anterior.

(6) Compresión del plexo cervical por acortamiento del músculo elevador de la escápula.

(7) Compresión de los nervios occipitales mayores por acortamiento o tensión de la porción superior del músculo trapecio, lo cual causa cefaleas por tensión.

(8) Dolor en la articulación temporomandibular por errores en el alineamiento de la cabeza, el cuello y la mandíbula, y por tensión asociada de los músculos faciales.

(9) Lesiones de los discos de las vértebras cervicales inferiores por una mala postura en flexión.

b. *Desequilibrios musculares*

(1) Acortamiento de los músculos elevador de la escápula, esternocleidomastoideo, escaleno y suboccipital. Si las escápulas están elevadas, tal vez haya también acortamiento de la porción superior de los músculos trapecios. Cuando haya síntomas en la articulación temporomandibular, los músculos de la masticación pueden aumentar la tensión.

(2) Estiramiento o debilidad de los músculos anteriores de la garganta (el hioides queda fijo por la posición estirada) y los músculos erectores de la columna cervical inferior y dorsal superior.

c. *Causas corrientes*

Posturas laborales o funcionales que exigen inclinarse hacia delante durante períodos prolongados, posturas relajadas, o el resultado final de una postura errónea de la pelvis y la columna lumbar.

2. Postura cervical con la lordosis rectificada (fig. 15.1D)

Esta postura se caracteriza por una reducción de la lordosis cervical y aumento de la flexión del occipucio sobre el atlas (exageración de la extensión axial). Tal vez se aprecie en postura militar exagerada (columna dorsocervical plana). Quizá haya disfunción de la articulación temporomandibular con protracción de la mandíbula.

a. *Fuentes potenciales de dolor*

(1) Dolor en la articulación temporomandibular y alteraciones de la oclusión bucal.

(2) Reducción de la función amortiguadora de la curva lordótica, lo cual tal vez predisponga a sufrir lesiones de columna cervical.

(3) Tensión continua sobre el ligamento nucal.

b. *Desequilibrios musculares*

(1) Músculos anteriores del cuello cortos.

(2) En teoría, los músculos elevador de la escápula, esternocleidomastoideo y escaleno se estiran y debilitan.

c. *Causas corrientes*

Exageración de la postura durante períodos prolongados de tiempo. Esta postura es poco habitual.

D. Desviaciones en el plano frontal por asimetrías de las extremidades inferiores

Cualquier desigualdad de las extremidades inferiores tendrá un efecto sobre la pelvis, que, a su vez, afectará a la columna vertebral y las estructuras que la soportan. Cuando se aborde la postura de la columna, es imperativo evaluar el alineamiento de las extremidades inferiores, la simetría, la postura de los pies, la amplitud del movimiento y la fuerza. En los capítulos 11 a 13 aparecen los principios, procedimientos y técnicas para tratar la cadera, la rodilla, el tobillo y el pie.

1. Desviaciones características en bipedestación con la carga igualmente distribuida sobre ambas extremidades inferiores

a. Elevación del ilion en el lado de la pierna larga (PL), y depresión en el lado de la pierna corta (PC).

(1) Esto causa aducción de la cadera de la PL y abducción de la cadera de la PC.

(2) La articulación sacroilíaca del lado de la PL es más vertical; la del lado de la PC es más horizontal.

b. Flexión lateral de la columna lumbar hacia el lado de la PL, junto con rotación hacia el lado opuesto.

(1) Esto comprime el disco intervertebral del lado de la PL y provoca tracción del disco en el lado de la PC, así como genera una tensión de torsión.

(2) Se aprecia extensión y compresión de las carillas lumbares del lado de la PL (porción cóncava de la curva) y flexión y tracción de las carillas lumbares en el lado de la PC (porción convexa de la curva).

(3) Estenosis de los agujeros intervertebrales del lado de la PL.

c. Las columnas cervical y dorsal muestran una escoliosis compensatoria en dirección opuesta.

2. Fuentes potenciales de dolor

a. Se producen mayores fuerzas de cizallamiento en la cadera y las articulaciones sacroilíacas del lado de la PL,

lo cual aumenta la tensión sobre los ligamentos sustentantes y reduce la superficie en carga de la articulación. Se producen cambios degenerativos con mayor frecuencia en las caderas del lado de la PL.[9]

b. La estenosis de los agujeros intervertebrales lumbares del lado de la PL puede causar congestión vascular o irritación de las raíces nerviosas.

c. Compresión e irritación de las carillas lumbares del lado de la PL.

d. Degeneración discal por fuerzas de torsión y asimétricas (ver capítulo 14).

e. Tensión, fatiga o espasmos musculares como respuesta a la carga asimétrica.

f. Síndromes por uso excesivo de las extremidades inferiores.

3. Desequilibrios musculares

a. La tirantez de los músculos de la cadera implica los aductores del lado de la PL y los abductores del lado de la PC. Puede haber diferencias asimétricas de los músculos iliopsoas, cuadrado lumbar, piriforme, erector de la columna y multífido; los músculos del lado cóncavo de la curva o el lado LP están más tirantes y acortados.

b. Entre los músculos estirados y debilitados se encuentran los aductores de la cadera del lado de la PC, los abductores del lado de la PL y, por lo general, los músculos del lado cóncavo de la curva.

4. Causas corrientes

La asimetría de las extremidades inferiores puede ser producto de desviaciones estructurales o funcionales de la cadera, la rodilla, el tobillo o el pie. Son posibles problemas funcionales corrientes pie plano unilateral y desequilibrios en la flexibilidad de los músculos. Las fuerzas resultantes y asimétricas de reacción contra el suelo que se transmiten a la pelvis y la columna pueden comportar alteración del tejido y uso excesivo, sobre todo cuando una persona envejece, adquiere sobrepeso o pierde la forma física por inactividad.

E. Resumen de las deficiencias/problemas corrientes asociados con disfunciones posturales

1. Dolor: por tensión de las estructuras sensibles y por tensión muscular.

2. Reducción de la amplitud del movimiento: por desequilibrios de la flexibilidad.

3. Debilidad muscular y poca resistencia de los músculos; por posturas erróneas prolongadas o por desuso.

4. Escaso control de la mecánica de la columna y estabilización inadecuada del tronco: por desequilibrios de la longitud, fuerza, resistencia y coordinación de los músculos.

5. Conciencia cinestésica alterada del alineamiento y control normales: por alteraciones prolongadas de los hábitos posturales.

6. Incapacidad para tratar las posturas y prevenir el dolor: por falta de conocimientos sobre una mecánica vertebral saludable.

F. Deficiencias/problemas corrientes después de una lesión durante el estadio subagudo de la curación

Los problemas posturales pueden ser la causa inicial o el efecto de una lesión aguda. En los pacientes que han sufrido una lesión aguda, cuando los signos y síntomas del proceso inflamatorio están bajo control, la progresión a través de un programa de movimientos no destructivos durante el estadio subagudo prepara el tejido para el entrenamiento de rehabilitación. Dependiendo de la gravedad de la lesión, el estadio subagudo suele durar unas 3 semanas (ver capítulo 7). La asistencia durante este estadio es crítica porque el paciente o se siente bien y tiende a sobrepasarse en las actividades y vuelve a dañar el tejido, o tiene miedo y no reanuda adecuadamente los movimientos seguros, y la curación se produce con restricciones del tejido conjuntivo. Cualquiera de estos extremos ralentizará el proceso de recuperación.

He aquí un resumen de las deficiencias apreciadas durante el estadio subagudo de la curación:

1. Dolor: sólo cuando se somete a tensión el tejido cicatrizal en desarrollo y cercano al término de la amplitud del movimiento.

2. Reducción de la amplitud del movimiento: por el desarrollo de adherencias en el nuevo tejido cicatrizal o desarrollo de contracturas en tejidos que no se desplazan en su amplitud del movimiento normal.

3. Estasis circulatoria: por reducción del movimiento y el edema.

4. Debilidad muscular y escasa resistencia muscular: por inhibición refleja y desuso, o por una disfunción postural subyacente.

5. Poco control de los mecanismos vertebrales y estabilización inadecuada del tronco: por desequilibrios de la

longitud, fuerza, resistencia y coordinación de los músculos.

6. Miedo a volver a lesionarse: por falta de conocimientos sobre los patrones de movimiento seguros.

G. Deficiencias/problemas corrientes durante el estadio de rehabilitación crónica

Un paciente que haya recibido tratamiento durante las fases aguda y subaguda de la curación con ejercicios graduados apropiados debería mostrar deficiencias mínimas que impidan la ejecución de las actividades diarias corrientes. Dependiendo de la gravedad de la lesión, pasan unas 3 a 6 semanas. Tal vez haya cierta restricción de la flexibilidad y reducción de la fuerza y resistencia musculares. En el caso de personas que deseen o quieran un estilo de vida activo en el trabajo, en las actividades recreativas o las metas deportivas, se precisa entrenamiento adicional para fortalecer los músculos con el fin de conseguir una estabilización y control avanzados y para desarrollar la resistencia con el objeto de cubrir las demandas de la actividad. Las deficiencias de fuerza, resistencia, sincronización y destreza estarán relacionadas con los objetivos funcionales de las personas.

He aquí un resumen de las deficiencias apreciadas durante el estadio crónico de la rehabilitación.

1. Restricción de la flexibilidad: por cualquier tejido cicatrizal o adherencias.

2. Fuerza y resistencia limitadas en los músculos de las extremidades y posturales: con incapacidad para mantener actividades o un trabajo intensos y repetitivos.

3. Ejecución lenta o poco coordinada de una actividad de destreza.

H. Objetivos y plan de asistencia del tratamiento general

Objetivos del tratamiento	***Plan de asistencia***
1. Alivio del dolor y la tensión muscular.	1. Sostén postural externo si fuera necesario. Relajación muscular. Aprendizaje de movimientos seguros.
2. Restablecimiento de la amplitud del movimiento.	2. Ejercicios específicos de estiramiento y flexibilidad.
3. Restablecimiento de la fuerza, resistencia y función musculares.	3. Entrenamiento de la estabilización. Ejercicios resistidos específicos. Ejercicios de fondo. Control y reeducación funcionales.
4. Reentrenamiento de la conciencia cinestésica y control del alineamiento normal.	4. Técnicas de entrenamiento y refuerzo.
5. Participación y educación del paciente para mejorar las posturas y prevenir recidivas.	5. Enseñar patrones de movimiento seguros y una mecánica corporal correcta. Enseñar al paciente ejercicios de prevención y mecánica para aliviar la tensión mecánica en las actividades diarias. Enseñar ejercicios de relajación para tratar la tensión muscular.
6. Desarrollo de destrezas funcionales.	6. Adquisición de actividades específicas para obtener resultados funcionales, dando prioridad a la velocidad, sincronización y resistencia física.

Las secciones siguientes de este capítulo comprenden procedimientos y técnicas para conseguir los objetivos mencionados y cumplir el plan de asistencia. Los ejercicios son apropiados si, después de una evaluación general de la historia y signos del paciente, se determina que la afección del paciente ha pasado al estadio subagudo después de una lesión aguda o un trastorno discal o si el dolor actual se debe a tensiones por malas posturas o una flexibilidad relacionada y pérdidas de fuerza. Es importante reparar en que los siguientes ejercicios *no* aparecen enumerados como un protocolo para el tratamiento. No todos los procedimientos son apropiados para todos los pacientes. Se describe una variedad de ejercicios para tratar las deficiencias, dejando que sea el terapeuta quien haga una selección cuidadosa de cuáles cubren mejor los objetivos de cada paciente en cada estadio de la recuperación.

III. Procedimientos para aliviar el dolor por estrés y tensión muscular

NOTA: Estas técnicas no son apropiadas para tratar el dolor agudo por inflamación, edema articular y trastornos discales (ver capítulo 14).

A. Técnicas de relajación muscular

1. Amplitud del movimiento activa

Cuando se produzca malestar por el mantenimiento de una postura constante o por contracciones musculares prolongadas durante cierto período de tiempo, la amplitud del movimiento activo en dirección opuesta ayuda a aliviar el estrés de las estructuras de soporte, lo cual favorece la circulación y mantiene la flexibilidad. Todos los movimientos se practican con lentitud, en toda la amplitud, mientras el paciente presta atención particular a la percepción de los músculos. Se repiten los movimientos varias veces.

a. L*a región cervical y torácica superior*

Posición del paciente: sedente, con los brazos descansando con comodidad en el regazo, o de pie. Se enseña al paciente a:

(1) Flexionar el cuello hacia delante y atrás (la flexión hacia atrás está contraindicada cuando haya síntomas de compresión de las raíces nerviosas).

(2) La flexión lateral de la cabeza en todas direcciones, para luego girar la cabeza en todas direcciones.

(3) Rodamientos con los hombros: protracción, elevación, retracción y relajación de la escápula (en una posición de buena postura).

(4) Círculos con los brazos (circunducción de los hombros). Se lleva a cabo con los codos flexionados y extendidos, mediante movimientos circulares pequeños o grandes, con los brazos apuntando hacia delante o hacia los lados. Deben realizarse movimientos en dirección y en contra de las agujas del reloj, si bien se concluye la circunducción hacia delante, arriba, en torno y luego hacia atrás para que las escápulas terminen en una posición de retracción. Esto tiene la ventaja de ayudar a reeducar una postura correcta.

b. R*egión lumbar y torácica inferior*

Posición del paciente: sentado o de pie. Si es de pie, los pies deben estar separados por una distancia similar a la anchura de los hombros, con las rodillas ligeramente flexionadas. El paciente coloca las manos en la cintura con los dedos hacia abajo. Se enseña al paciente a:

(1) Extender la columna lumbar inclinando el tronco hacia atrás (ver fig. 15.8B). Es especialmente beneficioso cuando la persona debe sentarse o estar de pie en una posición de flexión hacia delante durante períodos prolongados.

(2) Flexionar la columna lumbar contrayendo los músculos abdominales, causando una inclinación posterior de la pelvis; o, si no hay signos de un problema discal, el paciente puede flexionar el tronco hacia delante, los brazos colgando hacia el suelo con las rodillas ligeramente flexionadas. Este movimiento es beneficioso cuando la persona permanece de pie en una posición lordótica o hiperlordótica durante períodos prolongados.

(3) Inclinación lateral en todas direcciones.

(4) Girar el tronco volviéndose en cada dirección mientras se mantiene la pelvis hacia delante.

(5) De pie, caminar alrededor a intervalos frecuentes cuando se permanece sentado durante períodos prolongados.

2. Técnicas generales de relajación consciente

Debe enseñarse la relajación de todo el cuerpo cuando una persona suele estar tensa (ver capítulo 5).

3. Entrenamiento de relajación consciente para la región cervical

Al igual que sucede con las técnicas generales, las técnicas específicas para esta región desarrollan la conciencia cinestésica del paciente de un músculo tenso o relajado, y enseñan a reducir conscientemente la tensión del músculo. Además, si se hace teniendo en cuenta las téc-

nicas para enseñar las posturas (ver sección VI), el terapeuta puede ayudar al paciente a reconocer la reducción de la tensión muscular en la que la cabeza se equilibra adecuadamente y la columna cervical se alinea en una posición media.

Posición del paciente: sentado cómodamente con los brazos relajados, con los brazos descansado en un cojín sobre el regazo; los ojos permanecen cerrados. El terapeuta se coloca junto al paciente y recurre a claves táctiles sobre los músculos y ayuda colocar la cabeza según sea necesario. Se enseña al paciente a:

a. Emplear la respiración diafragmática. El paciente inspira lenta y hondamente por la nariz, dejando que el abdomen se relaje y expanda, para luego relajarse y permitir la salida del aire por la boca abierta y relajada. Esta respiración se refuerza después de cada una de las siguientes actividades.

b. A continuación, se relaja la mandíbula. La lengua descansa suavemente sobre el velo del paladar detrás de los dientes anteriores con la mandíbula un poco abierta. Si el paciente tiene problemas para relajar la mandíbula, se chasqueará la lengua y la mandíbula caerá. Se practicará hasta que el paciente sienta que se relaja la mandíbula y la lengua queda detrás de los dientes anteriores. Tras esto, se pasa a la respiración relajada como en el punto a.

c. Se flexiona lentamente el cuello. A medida que el paciente lo hace, se dirige la atención a los músculos cervicales posteriores y a la sensación que se tiene de los músculos. Se emplean claves verbales como: "Repara en la sensación de aumento de la tensión en los músculos cuando la cabeza cae hacia delante".

d. Luego se levanta lentamente la cabeza hasta una posición neutra, se inhala con lentitud y el paciente se relaja. Se ayuda al paciente a colocar la cabeza convenientemente y se le sugiere que repare en cómo se contraen los músculos al levantar la cabeza, para luego relajarse una vez que la cabeza esté equilibrada.

e. Se repite el movimiento; de nuevo se dirige la atención del paciente a la percepción de la contracción y relajación de los músculos mientras se mueve. Puede usarse técnicas de visualización durante la respiración como "llene su cabeza de aire y sienta cómo la levanta de los hombros al inspirar, y relájese".

f. A continuación, se llega a sólo una parte de la amplitud del movimiento, reparando en la sensación de los músculos.

g. Luego, sólo hay que pensar en dejar que la cabeza caiga hacia delante, para tensar los músculos en seguida (ejercicio estático); luego se piensa en levantar la cabeza de nuevo y relajarse. Se refuerza la capacidad del paciente para influir en la percepción de la contracción y relajación de los músculos.

h. Finalmente, se piensa en tensar y relajar los músculos, dejando que la tensión salga de los músculos aún más. Se hace hincapié en que sienta una relajación incluso mayor. Una vez que el paciente aprenda a percibir la tensión de los músculos, podrá pensar conscientemente en relajarlos. Se subrayará el hecho de que la posición de la cabeza también influye en la tensión muscular. El paciente adopta varias posturas con la cabeza, y luego las corrige hasta que se refuerce la percepción.

B. Apoyo postural externo

Se emplea apoyo como un cojín lumbar mientras se está sentado o se practican adaptaciones de las posturas en el trabajo para aliviar las posturas prolongadas en tensión.

C. Educación

Se muestra la relación de la postura errónea del paciente con la aparición de dolor. El paciente adopta la postura errónea y espera hasta que experimente la tensión. Se dirige la atención del paciente sobre la posición o actividad cuando se sienta dolor o tensión, y se vincula con la postura. Luego se enseña al paciente a aliviar la tensión cambiando de postura o usando las técnicas descritas en las secciones previas (ver también sección VI). Se hace hincapié en practicar los procedimientos para la corrección de posturas y en las técnicas de relajación.

D. Modalidades y masaje

Se reduce o minimiza el empleo de modalidades y masaje una vez que los síntomas agudos están bajo control para que el paciente aprenda el autotratamiento con ejercicios, técnicas de relajación y reeducación de las posturas, para que no dependa de la aplicación externa de intervenciones para sentirse bien.

IV. Procedimientos para aumentar la amplitud del movimiento de estructuras específicas

NOTA: Para conseguir un estiramiento adecuado, se aplica la fuerza de estiramiento con lentitud y se mantiene durante al menos 15 segundos. Se alivia la fuerza y se repite la operación tres veces. Se vuelve a evaluar al paciente para determinar si ha habido cambios y se decide si se sigue con la misma técnica o se modifica.

A. Región cervical y torácica superior

1. Estiramiento de la porción anterior de los músculos intercostales y aumento de la movilidad de la porción anterior del tórax

a. Posición del paciente: en decúbito supino con el cuerpo arqueado, con las manos detrás de la cabeza y los codos apoyados en la colchoneta. Para aumentar el estiramiento, se coloca una almohadilla alargada bajo la columna torácica entre las escápulas. También puede recurrirse a la respiración segmentaria (capítulo 19) haciendo que el paciente empiece con los codos juntos delante de la cara, para luego inhalar mientras se llevan los codos hacia abajo y se apoyan en la colchoneta; se aguanta y luego se exhala mientras los codos se alzan y juntan de nuevo.

b. Posición del paciente: en decúbito supino con el cuerpo arqueado y los brazos por encima de la cabeza. El paciente trata de mantener la espalda plana sobre la colchoneta mientras inhala y expande la porción anterior del tórax.

c. Posición del paciente: sentado sobre una silla firme y de respaldo recto, con las manos detrás de la cabeza. El paciente lleva los codos hacia los lados mientras las escápulas se mueven en aducción, y la columna torácica se extiende (la cabeza en posición neutra, nunca flexionada). Para combinarlo con la respiración, el paciente inhala mientras lleva los codos hacia los lados, y exhala cuando lleva los codos delante de la cara.

2. Estiramiento de los músculos escalenos

NOTA: Como estos músculos se insertan en las apófisis transversas de las vértebras cervicales superiores y en las dos costillas superiores, flexionan la columna cervical o elevan las costillas superiores cuando se contraen bilateralmente. Unilateralmente, los escalenos inclinan lateralmente la columna cervical hacia el mismo lado y la hacen girar en dirección opuesta.

a. Posición del paciente: sentado. El paciente practica primero la extensión axial (hunde el mentón y endereza el cuello), luego flexiona lateralmente el cuello hacia el lado contrario y gira la cabeza hacia los músculos tirantes. El terapeuta permanece detrás del paciente y estabiliza las costillas superiores, con una mano encima de la parte superior de la caja torácica sobre el lado de la tirantez, y la otra estabilizando la cabeza rodeando el lado de la cabeza y cara del paciente, apoyándola contra su tronco (fig. 15.3). El paciente inhala y exhala; el terapeuta mantiene las costillas abajo mientras el paciente vuelve a inspirar. Se repite la operación. Se trata de una maniobra suave de contracción-relajación.

b. Para practicar la maniobra anterior en un programa en casa, el paciente permanece de pie junto a una mesa y se agarra a la parte inferior del tablero. A continuación, coloca la cabeza como en el punto a. Para el estiramiento, se inclina alejándose de la mesa, inspira, espira y mantiene la posición del estiramiento.

3. Estiramiento de los músculos suboccipitales cortos

a. Posición del paciente: sentado. El terapeuta identifica la apófisis espinosa de la segunda vértebra cervical y la estabiliza con el pulgar o con la segunda articulación metacarpofalángica (con el pulgar y el índice rodeando las apófisis transversas) mientras el paciente asiente con lentitud, haciendo sólo un leve movimiento de la ca-

Figura 15.3.

Figura 15.4.

Figura 15.3. Estiramiento unilateral activo de los músculos escalenos. El paciente practica primero una extensión axial, luego flexiona lateralmente el cuello en sentido contrario y lo gira hacia los músculos tirantes. El terapeuta estabiliza la cabeza y la porción superior del tórax mientras el paciente inspira, contrayendo el músculo ante la resistencia. Mientras el paciente se relaja, la caja torácica desciende y estira el músculo.

Figura 15.4. Estiramiento de los músculos suboccipitales cortos. El terapeuta estabiliza la segunda vértebra cervical mientras el paciente asiente con lentitud.

beza sobre la porción superior de la columna (fig. 15.4). El terapeuta guía el movimiento colocando la otra mano sobre la frente del paciente.

b. Posición del paciente: decúbito supino. El terapeuta se sienta en una banqueta a la cabeza de la mesa de tratamiento con los antebrazos apoyados en la mesa. Una mano estabiliza la vértebra C_2 sujetando las apófisis transversas entre las porciones proximales del pulgar y el índice, y la otra mano sostiene el occipucio. El paciente asiente con la mano bajo el occipucio para llegar al límite articular de los músculos suboccipitales, para luego pedirle que mire hacia arriba. Esto provocará una contracción isométrica suave de los músculos suboccipitales. Después de aguantar 6 segundos, se pide al paciente que mire hacia abajo. A medida que se relajen los músculos suboccipitales, se llegará al límite articular haciendo que el paciente asienta pasivamente a lo largo de una nueva amplitud. Sólo debe haber movimiento entre el occipucio y C_2. La contracción es suave con el fin de no provocar transferencia de la acción al músculo multisegmentario erector de la columna y a la porción superior del músculo trapecio.

4. Estiramiento de los músculos escapulares y humerales acortados que afecta a la postura

La postura de la cintura escapular está directamente relacionada con la postura cervical y torácica. Las técnicas para aumentar la flexibilidad de los músculos del hombro y la escápula aparecen descritas en el capítulo 8. Tienen importancia básica los músculos pectoral mayor (ver figs. 8.18 a 8.20), pectoral menor (ver fig. 8.21), elevador de la escápula (ver figs. 8.22 y 8.23) y rotadores internos del hombro (ver figs. 4.8 y 8.15).

5. Aumento de la amplitud del movimiento general de la columna cervical y sus músculos

a. Pueden usarse técnicas de inhibición, como las descritas en el capítulo 5, con cualquier grupo de músculos o movimiento. La posición sugerida para el paciente es en decúbito supino, con el terapeuta de pie a la cabeza de la mesa del tratamiento, sosteniendo la cabeza del paciente con las manos.

b. Pueden emplearse técnicas de tracción, como las descritas en el capítulo 16, con el fin de estirar los ligamentos y músculos posteriores y las cápsulas de las articulaciones cigapofisarias. No es una forma específica de estiramiento.

6. Estiramiento de estructuras articulares específicas de la columna cervical

Las técnicas de movilización y manipulación articulares pueden usarlas quienes se inician en los principios y maniobras. Requieren un entrenamiento avanzado y quedan fuera del alcance de este manual.

B. Regiones lumbar y torácica media e inferior

1. Estiramiento de los músculos erectores lumbares de la columna y los tejidos blandos posteriores de la columna (aumento de la flexión del tronco)

Precaución: Si la flexión de la columna causa un cambio de las sensaciones o un dolor que irradia por una extremidad, se vuelve a evaluar el estado del paciente con el fin de determinar si la flexión está contraindicada.

a. Posición del paciente: tumbado con el cuerpo arqueado. El paciente lleva primero una rodilla y luego la otra al pecho, rodea con las manos los muslos y los mueve hacia el pecho elevando el sacro de la colchoneta. Puede recibir ayuda del terapeuta (fig. 15.5).

Precaución: No se sujeta la pierna por la tibia, porque sometería a tensión las articulaciones de la rodilla mientras se aplica la fuerza de estiramiento.

b. Posición del paciente: sentado con las piernas cruzadas. El paciente coloca las manos detrás del cuello, mueve las escápulas en aducción, y extiende la columna dorsal. Esto bloquea las vértebras dorsales. Luego inclina el tórax hacia delante sobre la pelvis, y se flexiona sólo por la columna lumbar. El terapeuta estabiliza la pelvis ejerciendo tracción sobre las espinas ilíacas anterosuperiores (fig. 15.6).

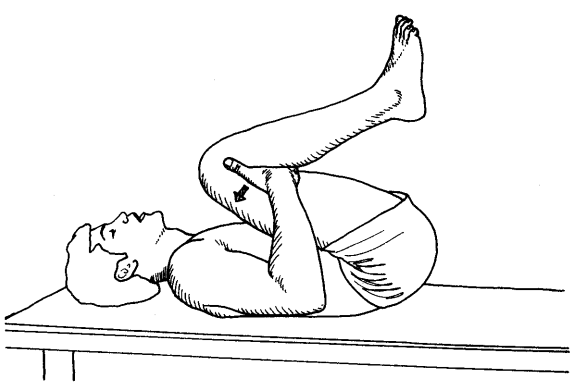


Figura 15.5. Autoestiramiento de los músculos erectores lumbares de la columna y los tejidos posteriores de la columna. El paciente sujeta los muslos por las corvas para evitar la compresión de la articulación de las rodillas.

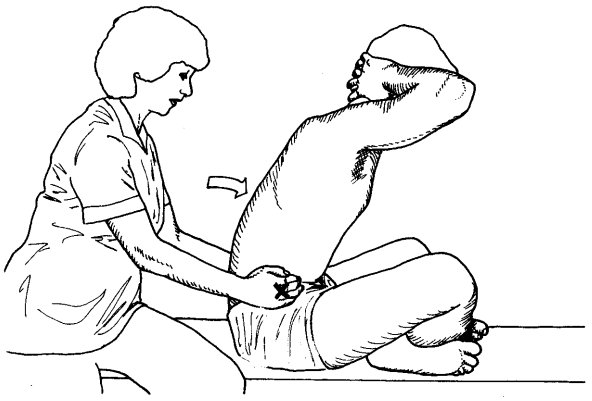


Figura 15.6. Estiramiento de la columna lumbar, con el paciente estabilizando el tórax en extensión y el terapeuta estabilizando la pelvis.

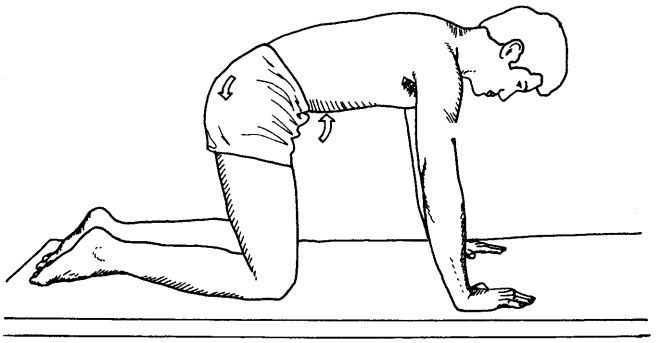


Figura 15.7. Estiramiento activo de la columna lumbar. El paciente mete el abdomen hacia dentro sin combar el tórax.

c. Posición del paciente: a gatas. Se pide al paciente que meta el abdomen hacia dentro sin combar el tórax (se concentra en flexionar la columna lumbar, no la columna dorsal), se mantiene la posición, y luego se relaja (fig. 15.7). Se repite; esta vez moviendo las caderas hacia los pies, y luego se vuelve a la posición a gatas.

d. Los ejercicios de flexión activa del tronco utilizan el principio de la inhibición recíproca y se emplean para elongar los músculos extensores lumbares.

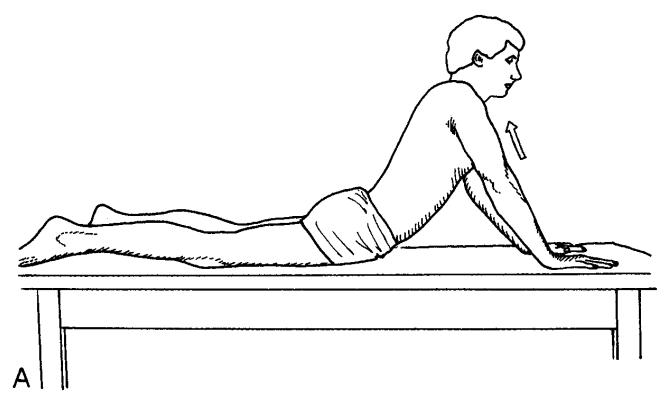
2. Estiramiento de los tejidos blandos anteriores a la columna lumbar (para aumentar la extensión del tronco)

Precaución: No se practica si la extensión causa un cambio de las sensaciones o un dolor que irradie por una extremidad (ver capítulo 14).

a. Posición del paciente: en decúbito prono, con las manos debajo de los hombros. El paciente extiende los codos y levanta el tórax de la colchoneta, aunque manteniendo la pelvis sobre la colchoneta. Se trata de una *flexión de tríceps en decúbito prono* (fig. 15.8A). Para aumentar la fuerza de estiramiento, la pelvis puede quedar atada a la mesa de tratamiento. Este ejercicio también estira los músculos flexores de la cadera y los tejidos blandos anteriores a la cadera.

b. Posición del paciente: de pie, con las manos colocadas en la región lumbosacra. Luego se inclina hacia atrás y mantiene el estiramiento (fig. 15.8B).

c. Posición del paciente: a gatas. Después de que el paciente meta el abdomen hacia dentro, se le enseña a que hunda la columna, creando extensión lumbar. Esto también puede usarse para que el paciente aprenda a controlar el movimiento de la pelvis.



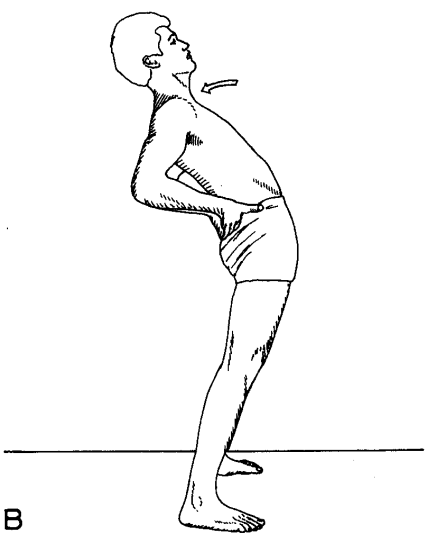


Figura 15.8. Autoestiramiento de los tejidos blandos anteriores a la columna lumbar y las articulaciones de la cadera con el paciente (A) en decúbito prono y (B) en bipedestación.

d. Cualquiera de los ejercicios de extensión activa del tronco descritos a continuación en la sección V puede usarse siempre y cuando la extensión no agudice los síntomas.

3. Estiramiento de la musculatura acortada de las extremidades inferiores que afecta a la postura

a. Los músculos de la cadera tienen un efecto directo sobre la postura vertebral a causa de su inserción sobre la pelvis. En el capítulo 11 aparecen técnicas específicas de estiramiento para estos músculos.

b. Las técnicas de estiramiento de los músculos de la rodilla, el tobillo y el pie se describen en los capítulos 12 y 13.

C. Aumento de la flexibilidad lateral de la columna

NOTA: No se ha demostrado que el estiramiento corrija o detenga la progresión de una escoliosis estructural. Estos ejercicios, practicados por pacientes con escoliosis estructural, pueden ser beneficiosos para adquirir cierta flexibilidad antes de la fusión quirúrgica de la columna y corregir una deformidad escoliótica. Pueden usarse para recuperar la flexibilidad en el plano frontal cuando se aprecia acortamiento muscular o fascial en casos de escoliosis funcional. Los ejercicios siguientes están pensados para estirar las estructuras tensas sobre el lado cóncavo de la curvatura lateral.

Cuando se estira el tronco, es necesario estabilizar la columna por encima y debajo de la curva. Si el paciente tiene una curva doble, debe estabilizarse una curva mientras se estira la otra.

1. Paciente en decúbito prono

a. Se estabiliza al paciente por la cresta ilíaca en el lado de la concavidad. El paciente tiene que extender hacia la rodilla el brazo del lado convexo de la curva al tiempo que estira el brazo contrario y lo eleva por encima de la cabeza (fig. 15.9).

b. El paciente estabiliza la porción superior del tronco (curva dorsal) cogiéndose al borde de la mesa con los brazos (no debe producirse movimiento del hombro). El terapeuta eleva las caderas y piernas y flexiona lateralmente el tronco alejándolo de la concavidad (fig. 15.10).

2. Paciente en sedestación de rodillas y sobre los talones (para estabilizar la curva lumbar)

a. El paciente se inclina hacia delante para que el abdomen descanse sobre la porción anterior de los muslos (fig. 15.11A), los brazos se extienden bilateralmente por encima de la cabeza y las manos reposan planas en el suelo.

b. El paciente flexiona bilateralmente el tronco alejándolo de la concavidad desplazando las manos hacia el lado convexo de la curva. Se mantiene la posición para un estiramiento sostenido (fig. 15.11B).

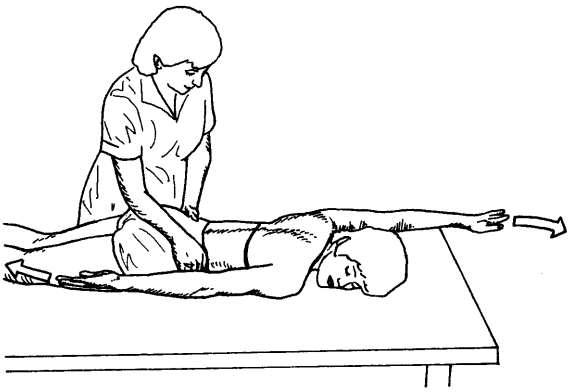


Figura 15.9. Estiramiento de las estructuras acortadas sobre el lado cóncavo de la curva dorsal. El paciente presenta una curva lumbar izquierda y dorsal derecha. El terapeuta estabiliza la pelvis y la columna lumbar mientras el paciente estira activamente la curva dorsal.

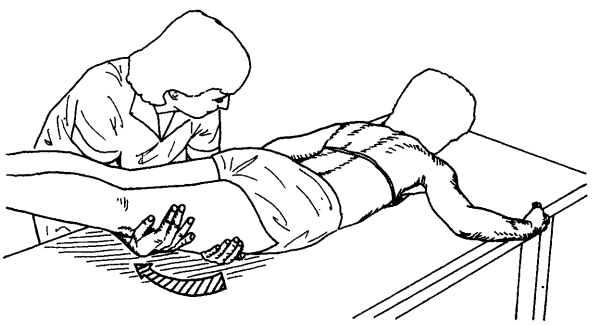


Figura 15.10. Estiramiento de estructuras tirantes sobre el lado cóncavo de una curva lumbar izquierda. El paciente estabiliza la porción superior del tronco y la curva dorsal mientras el terapeuta estira pasivamente la curva lumbar.

3. Paciente en decúbito lateral sobre el lado convexo de la curva

NOTA: Se estabiliza al paciente por la cresta ilíaca. El paciente no puede rodar hacia delante o atrás durante el estiramiento.

a. El paciente yace tumbado sobre una colchoneta, con el brazo superior estirado por encima de la cabeza, con

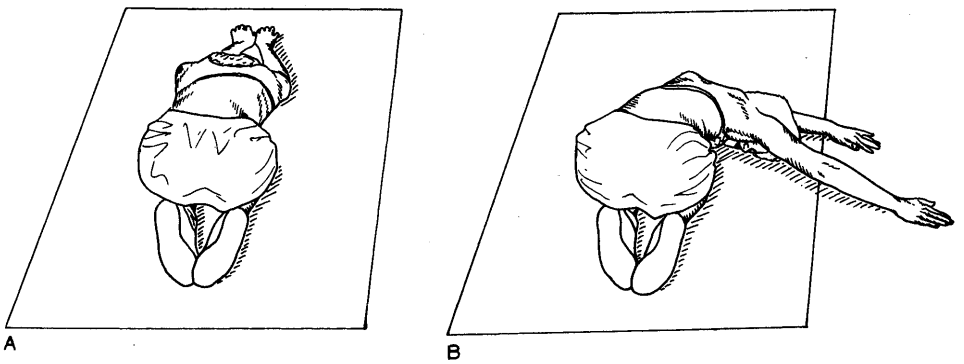


Figura 15.11. (A) Sedestación de rodillas y sobre los talones para estabilizar la columna lumbar. (B) Se estiran las estructuras tirantes sobre el lado cóncavo de una curva dorsal derecha haciendo que el paciente levante los brazos por encima de la cabeza y luego desplace los brazos sin bajarlos hacia el costado derecho.

una toalla enrollada en el vértice de la curva para neutralizar la curva. Se mantiene esta posición durante un período prolongado de tiempo (fig. 15.12).

b. El paciente se tumba en el borde de la mesa con una toalla enrollada en el vértice de la curva y el brazo superior estirado por encima de la cabeza. Se mantiene esta posición con la cabeza hacia abajo todo el tiempo que sea posible (fig. 15.13).

c. Se emplea la respiración segmentaria para que los pulmones se expandan y desrotar las costillas y vértebras durante el estiramiento unilateral del tronco. El paciente se concentra en inspirar y expandir las costillas sobre el lado cóncavo del tronco. En el capítulo 19 se hallarán procedimientos específicos para enseñar ejercicios respiratorios.

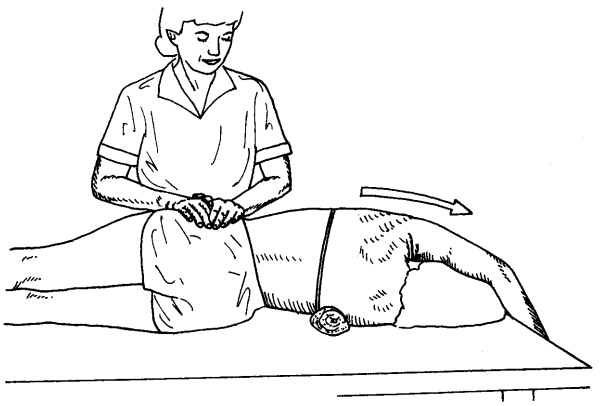


Figura 15.12. Estiramiento de las estructuras tirantes sobre el lado cóncavo de una curva dorsal derecha. El paciente se coloca en decúbito lateral con una toalla enrollada en el vértice de la convexidad; el terapeuta estabiliza la columna lumbar.

V. Procedimientos para entrenar y fortalecer la función muscular y desarrollar la resistencia para conseguir el control postural (ejercicios de estabilización)[3,17,21,23,24,27]

A. Pautas generales

Las funciones primarias de los músculos del cuello y el tronco son proporcionar una base estable a los músculos de las extremidades para ejecutar su función y sostener el tronco ante los efectos de la gravedad y otras fuerzas externas, es decir, mantener las posturas deseadas. El tronco no es una estructura rígida, y debe ser capaz de adaptarse a las demandas variables y los requisitos posturales.

1. La preparación se inicia enseñando al paciente una *movilidad vertebral segura* con variedad de posturas básicas que incluyen decúbito supino, prono, lateral y en bipedestación. Además de los patrones básicos de la movilidad de la columna cervical, se enseña la exten-

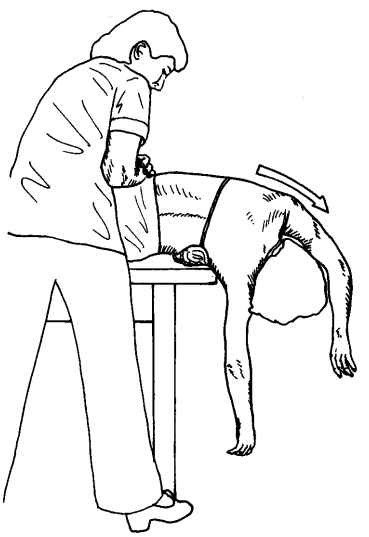


Figura 15.13. Decúbito lateral sobre el borde de la mesa de tratamiento para estirar las estructuras tirantes de una escoliosis dorsal derecha. El terapeuta estabiliza la pelvis.

sión axial con hundimiento del mentón en el pecho. En la columna lumbar, la amplitud articular se aprende con inclinación pélvica.

2. El paciente identifica la posición más cómoda para la columna y los músculos en cualquier posición que se emplee para el ejercicio. Se denomina **posición funcional** o **amplitud funcional**.[17] Cuando la afección no es aguda, la mayoría de las personas descubre que la amplitud media es la posición funcional. La amplitud media se llama también **posición de reposo** o **posición neutra de la columna.** Es importante reconocer que esta posición o amplitud no es estática, ni tampoco es la misma en cada persona, y tal vez cambie mientras los tejidos se curan y disminuyen los estímulos nociceptivos. [17] El terapeuta dirige la conciencia del paciente hacia la posición de la columna y éste siente cómo se contraen los músculos mientras mantiene la posición durante los ejercicios.

3. Se practican movimientos sencillos con las extremidades dentro de la tolerancia de los músculos del cuello y el tronco para controlar la posición funcional. Esto causa una contracción *isométrica* o *estabilizadora* y se llama **estabilización dinámica.**[3,17]

4. Para desarrollar con seguridad la *fuerza* y *resistencia* de los músculos estabilizadores, se aplica resistencia sobre las extremidades y se aumentan las repeticiones de los movimientos. El intento es poner a prueba los músculos del tronco mientras se mantiene dentro de su tolerancia. Las repeticiones también ayudan a desarrollar hábitos, por lo que es importante utilizar instrucciones cuidadosas y retroalimentación. La fatiga está determinada por la incapacidad de los músculos del tronco o cuello para estabilizar la columna en su posición funcional.

a. Se inicia una fuerza de resistencia que el paciente puede repetir durante 30 segundos a 1 minuto; se aumenta el tiempo hasta 3 minutos según la tolerancia.

b. Se avanza añadiendo resistencia o aumentando el brazo de la palanca; inicialmente se reduce el tiempo y de nuevo se progresa practicando la nueva actividad 3 minutos.

c. Otra forma de desarrollar la resistencia de los músculos del tronco es iniciar ejercicios al nivel de dificultad mayor para el paciente, para luego pasar a niveles más sencillos de resistencia a medida que la fatiga comience para seguir la actividad. Es importante que el paciente no pierda el control de la posición funcional.

5. Alternar las contracciones isométricas entre músculos antagonistas (**estabilización rítmica**) también mejora las contracciones estabilizadoras. Además, cuando se practica en posición sedente o bipedestación, se emplean contracciones alternantes para desarrollar el control del equilibrio.

6. Se incorporan *ejercicios concéntricos y excéntricos* al programa para el control de la fuerza y la resistencia en toda la amplitud del movimiento.

7. Se hace hincapié al comienzo del entrenamiento en los músculos necesarios para el sostén del tronco en una postura erguida, para desarrollar la mecánica básica del cuerpo y para la elevación básica de las extremidades superiores. Posibles músculos son los flexores y extensores cervicales y del tronco, los extensores de la cadera y la rodilla, los flexores del hombro y el codo, y los extensores y retractores de la escápula.

8. El paciente aprende a controlar la posición funcional mientras pasa de una posición a otra. Esto requiere contracciones y ajustes graduados entre los flexores y extensores del tronco. Se denomina **estabilización transicional** y requiere mayor atención y concentración del paciente.[3,17] Por ejemplo, cualquier movimiento de brazos y piernas alejándose del tronco tiende a causar extensión de la columna. Los músculos abdominales se contraen para mantener la posición funcional de la columna. Luego, a medida que los brazos y piernas se mueven en sentido anterior hacia el centro de gravedad, la columna tiende a flexionarse. Esto requiere que los extensores se contraigan para mantener la posición funcional.

9. A medida que el paciente adquiere control y fuerza, se introducen *patrones sencillos de movimientos* con el fin de desarrollar una mecánica y movimientos seguros. Posibles sugerencias son sentadillas parciales y zancadas controladas en cadena cinética cerrada. Durante cada ejercicio se mantiene la posición funcional de la columna. Se añaden movimientos de brazos y pesas según tolerancia.

10. Una vez que el paciente aprende a controlar y desarrollar fuerza y resistencia dentro de patrones sencillos, se introducen *patrones más complejos con menos sostén*, como la rotación y los movimientos diagonales. Se descomponen las tareas funcionales específicas en sus componentes básicos, para luego integrarlas en un movimiento complejo. Se hace hincapié en el control, la resistencia, la sincronización y la velocidad mientras el paciente se acerca al resultado funcional deseado.

11. Los ejercicios descritos en esta sección se enumeran progresivamente de menos a más dificultad. Se trata de sugerencias; deben tenerse en cuenta adaptaciones creativas para añadir variedad y cubrir las demandas de los pacientes individuales. Se inicia al nivel apropiado para la fuerza y capacidad del paciente con el fin de controlar el movimiento sin exacerbar los síntomas. A medida que progrese el paciente, se eliminan los ejercicios más sencillos y se añaden otros más complicados. Muchos de los ejercicios se emplean para preparar todas las regiones de la columna por la naturaleza integradora de la actividad.

12. La preparación sigue al estiramiento. Si la flexibilidad de los músculos antagonistas es inadecuada, los músculos posturales no pueden mantener un alineamiento adecuado de los segmentos corporales.

B. Regiones cervical y dorsal superior

1. Mejora de la conciencia del movimiento cervical en toda su amplitud articular

a. Posición del paciente: se inicia en decúbito supino y se pasa a estar sentado y de pie. El paciente hunde el mentón en el tórax y trata de aplanar el cuello sobre la colchoneta dentro de una amplitud cómoda, se relaja y procura hallar la posición funcional. Si fuera necesario, se le sostiene la cabeza mientras el paciente se mueve dentro de la amplitud y se coloca una cojín pequeño debajo de la cabeza si la posición funcional se encuentra un poco hacia delante.

b. La postura escapular y dorsal influye en la amplitud cervical, por lo que se dirige al paciente a protraer y retraer la cintura escapular rodando los hombros hacia delante, para luego juntar las escápulas y finalmente hallar la posición más cómoda.

c. Estos movimientos se repiten siempre que se adopta una nueva posición antes de iniciar los ejercicios de la región. En la sección VI aparecen comentarios y sugerencias adicionales. El entrenamiento postural forma parte integral del programa de ejercicio.

2. Reeducación y fortalecimiento de los músculos de la extensión axial y la extensión dorsal

NOTA: Estos ejercicios también reclutan a los extensores lumbares como estabilizadores.

a. Posición del paciente: en decúbito supino. El paciente hunde el mentón en el pecho y trata de aplanar el cuello sobre la colchoneta al tiempo que mueve simultáneamente en aducción las escápulas. Se estimula una contracción isométrica más fuerte ejerciendo presión en la colchoneta con la cabeza.

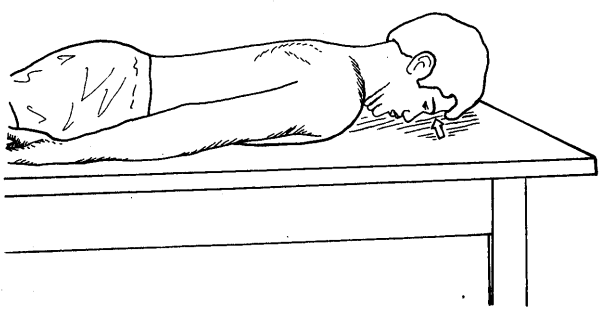


Figura 15.14. Ejercicios de extensión axial.

b. Posición del paciente: en decúbito prono, con la frente sobre la mesa de tratamiento y los brazos en los costados. El paciente levanta la frente de la mesa de tratamiento al tiempo que mantiene el mentón contra el pecho y conserva la posición funcional (sin extensión de la cabeza). Este movimiento es pequeño (fig. 15.14).

El ejercicio aumenta su dificultad haciendo que el paciente levante la porción superior del tórax de la mesa. Los brazos se mantienen en los costados o se adoptan 90 grados de abducción o elevación completa para aumentar la resistencia.

c. Posición del paciente: a gatas, sobre una banqueta acolchada o un gran balón gimnástico. El paciente hunde el mentón y mantiene los ojos fijos en el suelo para mantener la posición funcional. Se superponen movimientos braquiales mientras los músculos del cuello estabilizan el cuello y la cabeza. Posibles sugerencias son extenderse hacia el lado, levantar los brazos por encima de la cabeza y movimientos natatorios.

d. Posición del paciente: sentado en una silla o sobre el borde de una colchoneta; se pasa a una superficie inestable como sentarse en un gran balón gimnástico para terminar de pie. El paciente adopta una postura vertebral neutra y superpone movimientos de brazos. Se añade resistencia a los brazos según tolerancia. Para hacer hincapié en los extensores cervicales y torácicos superiores, se emplean movimientos como tracción, abducción horizontal y rotación lateral con aducción escapular ante una resistencia elástica o la fuerza de una polea. Se avanza a patrones de movimiento que dupliquen las actividades funcionales deseadas (ver figs. 8.32 y 15.28).

NOTA: Estos ejercicios también son beneficiosos para la estabilización lumbar.

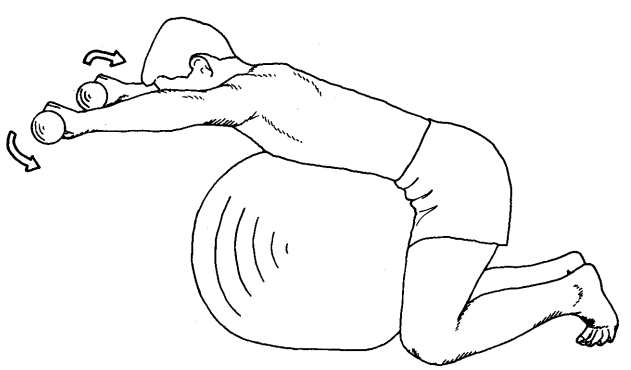


Figura 15.15. Desarrollo de la estabilización cervical y dorsal superior. El paciente mantiene la cabeza y el cuello en una posición neutra mientras los movimientos de brazos aportan fuerzas variables de resistencia. El balón gimnástico proporciona una superficie inestable que exige un mayor control.

e. Posición del paciente: en bipedestación. Se coloca una pelota inflable del tamaño de una de baloncesto entre la parte trasera de la cabeza y una pared. Se mantiene esta posición mientras se mueven los brazos en distintas amplitudes del movimiento.

Aumenta la dificultad haciendo que el paciente mantenga la posición mientras levanta pesas libres con los brazos (fig. 15.16).

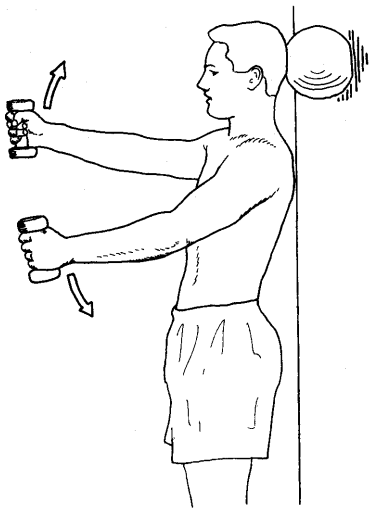


Figura 15.16. Estiramiento de los músculos extensores cervicales y torácicos superiores manteniendo el control de la pelota blanda mientras varía la contracción durante los movimientos de brazos.

3. Reeducación y fortalecimiento de los flexores cervicales

NOTA: A menudo, con posturas defectuosas de la cabeza hacia delante, el paciente usa los músculos esternocleidomastoideos (ECM) para levantar la cabeza en vez de los flexores cervicales, los suprahioideos e infrahioideos sobreestirados débiles. Para corregir este desequilibrio muscular, se emplean movimientos suaves con mucha retroalimentación.

a. Posición del paciente: en decúbito supino. Si el paciente no puede hundir el mentón en el pecho y flexionar el cuello para levantar la cabeza de la colchoneta, el paciente empieza sobre una tabla inclinada o una cuña acolchada bajo el tórax y la cabeza para reducir los efectos de la gravedad. El paciente practica el hundimiento del mentón y la flexión de la cabeza. Se emplea resistencia hasta que se aprenda el patrón correcto (fig. 15.17).

Aumenta la dificultad reduciendo el ángulo de la tabla inclinada o de la cuña, para luego añadir resistencia manual si el paciente no la sustituye con los ECM.

b. Posición del paciente: de pie con una pelota inflable del tamaño de una de baloncesto entre la frente y la pared. Se mantiene el mentón hundido y no se adopta una postura con la cabeza hacia delante. El paciente mantiene la posición funcional mientras se superponen movimientos de brazos.

Aumenta la dificultad con pesas para los movimientos de brazos.

c. Posición del paciente: en decúbito supino con la cabeza sobre el borde de la colchoneta, el cuello en una posición funcional neutra, y sin apoyar la cabeza. El paciente debe poder mantener el cuello en una posición funcional segura para realizar este ejercicio de estabilización avanzada. Luego mantiene la posición según tolerancia. Se avanza añadiendo movimientos braquiales; luego se añaden pesas a los movimientos de brazos según tolerancia.

d. Los flexores cortos del cuello también se preparan mientras se practican ejercicios en decúbito lateral y a gatas para la extensión axial como se ha descrito en 2 con el paciente apretando una toallita enrollada bajo el mentón para hacer hincapié en la flexión de la porción cervical superior (asentir).

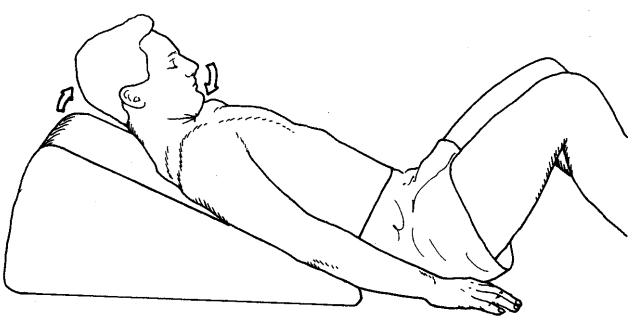


Figura 15.17. Entrenamiento de los músculos flexores cervicales cortos mientras se inhibe el músculo esternocleidomastoideo para la flexión cervical con el fin de recuperar un equilibrio de la fuerza y la estabilización cervical anterior.

4. Fortalecimiento de los músculos cervicales empleando resistencia manual

Posición del paciente: en decúbito supino. El terapeuta permanece de pie al extremo de la mesa de tratamiento, sosteniendo la cabeza del paciente en cada ejercicio.

a. Para aplicar resistencia manual, se coloca una mano en la cabeza del paciente para oponer resistencia al movimiento. No se opone resistencia sobre la mandíbula o la fuerza se transmitirá a la articulación temporomandibular. Se aplica resistencia a las acciones aisladas de los

músculos o sobre la amplitud general de los movimientos, lo cual mejora el equilibrio y la función de los músculos.

b. Para aportar resistencia isométrica, se emplea el mismo procedimiento que en 2, excepto porque la intensidad de la resistencia debe impedir el movimiento. La cabeza puede ponerse en cualquier posición deseada antes de aplicar la resistencia. Para evitar espasmos del cuello cuando se aplique o libere la resistencia, se aumenta gradualmente la intensidad, pidiendo al paciente que iguale la fuerza que ejerce el terapeuta; se mantiene la posición y se libera gradualmente para, de nuevo, pedir al paciente que se relaje en consecuencia.

5. Autorresistencia para ejercicios cervicales estáticos

Posición del paciente: sentado.

a. F*lexión*. El paciente coloca las manos sobre la frente y ejerce presión con la frente sobre las palmas como si asintiera pero sin permitir movimiento alguno (fig. 15.18A).

b. F*lexión lateral*. El paciente presiona con una mano el costado de la cabeza y trata de flexionarla lateralmente, tratando de tocar el hombro con la oreja, pero sin permitir movimiento alguno.

c. E*xtensión axial*. El paciente hace presión con la porción anterior de la cabeza sobre ambas manos que se ponen detrás, cerca de la parte superior de la cabeza (fig. 15.18B).

d. R*otación*. El paciente ejerce presión con una mano sobre la región superior y lateral del ojo, y trata de girar la cabeza para mirar por encima del hombro, aunque no se permite movimiento alguno.

6. Estabilización transicional de las regiones cervical y torácica superior

a. Posición del paciente: de pie, con una pelota inflable del tamaño de una de baloncesto entre la cabeza y la pared. El paciente hace rodar la pelota por la pared, empleando la cabeza. Esto exige que el paciente gire el cuerpo mientras se desplaza.

b. Posición del paciente: sentado sobre un gran balón gimnástico. El paciente comienza sentado, luego desplaza los pies hacia delante para que la pelota ruede y suba por la espalda y descanse bajo el tórax (fig. 15.19A y B). La cabeza y el cuello se mantienen en su posición funcional y se hace hincapié en los flexores cervicales. El paciente desplaza aún más lejos la pelota para que descanse bajo la cabeza. Ahora se hace hincapié en los extensores (fig. 15.19C). El paciente desplaza los pies hacia delante y atrás, alternando la estabilización entre los flexores y extensores.

NOTA: Esta actividad exige considerable fuerza en los extensores cervicales para sostener el peso del cuerpo, y sólo debe practicarse durante la fase de rehabilitación cuando el paciente haya avanzado progresivamente para tolerar la resistencia.

Aumenta la dificultad añadiendo movimientos de brazos primero, y luego movimientos de brazos con pesas en cada una de las posiciones.

7. Reeducación y fortalecimiento de los músculos de la cintura escapular que afectan la postura

En el capítulo 8 aparecen descripciones de ejercicios de la cintura escapular. Se hace hincapié en los retractores de la escápula y los rotadores laterales del hombro.

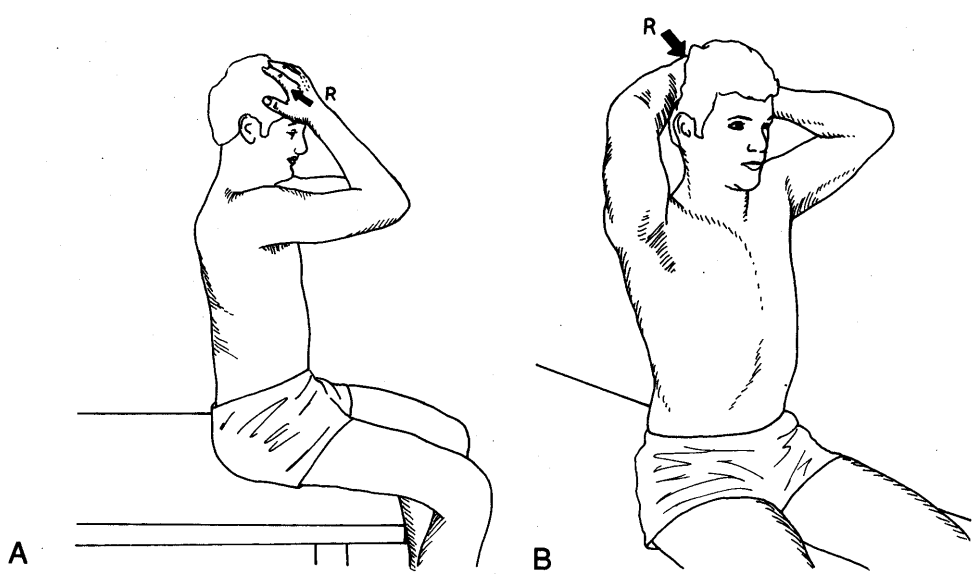


Figura 15.18. Autorresistencia para conseguir (A) flexión cervical y (B) extensión axial isométricas.

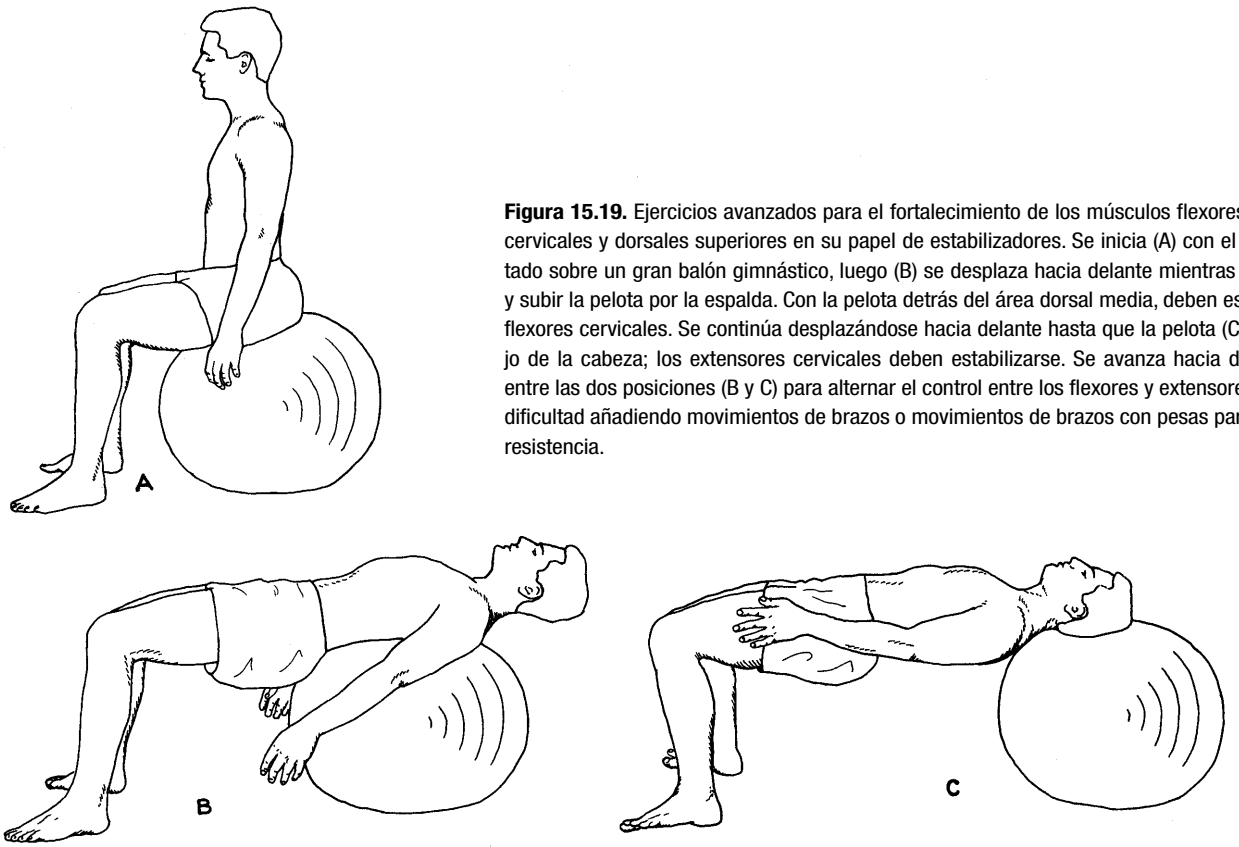


Figura 15.19. Ejercicios avanzados para el fortalecimiento de los músculos flexores y extensores cervicales y dorsales superiores en su papel de estabilizadores. Se inicia (A) con el paciente sentado sobre un gran balón gimnástico, luego (B) se desplaza hacia delante mientras se hace rodar y subir la pelota por la espalda. Con la pelota detrás del área dorsal media, deben estabilizarse los flexores cervicales. Se continúa desplazándose hacia delante hasta que la pelota (C) quede debajo de la cabeza; los extensores cervicales deben estabilizarse. Se avanza hacia delante y atrás entre las dos posiciones (B y C) para alternar el control entre los flexores y extensores. Aumenta la dificultad añadiendo movimientos de brazos o movimientos de brazos con pesas para aumentar la resistencia.

C. Regiones lumbar y torácica media e inferior

1. Mejora de la conciencia del movimiento lumbar en toda la amplitud articular

a. *Inclinación pélvica*

Posición del paciente: en decúbito supino arqueado o simplemente en decúbito supino. Se enseña al paciente a practicar una inclinación pélvica anterior deslizando la mano bajo la región lumbar para hacer fuerza con la columna hacia abajo sobre la mano. Se emplea la frase "meta el estómago" para transmitir la idea de corregir el movimiento. Luego el paciente arquea la espalda practicando una inclinación pélvica anterior. Se repite la inclinación pélvica posterior y anterior hasta que el paciente controle el movimiento pélvico.

b. *Inclinación pélvica; a gatas*

Posición del paciente: a gatas. El paciente practica el control de la inclinación pélvica, que pasa de anterior a posterior, como en la figura 15.7, asegurándose de que el movimiento se produce en la pelvis y la columna lumbar, no en el tórax.

c. Se practica la inclinación de la pelvis en toda su amplitud de movimiento libre en posición sedente, de pie y en otras posiciones funcionales. En la sección VI aparecen sugerencias adicionales para el entrenamiento de la percepción y la postura.

2. Reeducación y fortalecimiento de los músculos abdominales como estabilizadores del tronco y la pelvis, y aumento de la resistencia muscular para el control

Aumenta la dificultad haciendo todos los ejercicios –o una combinación de varios ejercicios– inicialmente durante 1 minuto, para luego pasar a 3 minutos. Se avanza aumentando la resistencia y luego se incrementa la velocidad.

a. Posición del paciente: en decúbito supino con la pelvis y la columna lumbar en su posición funcional. El paciente tensa los abdominales para sostener la pelvis mientras los movimientos de brazos y piernas oponen resistencia.

(1) Se flexionan alternativamente los brazos por encima de la cabeza, avanzando mendiante la adición de pesas.

(2) Se flexionan ambos brazos simultáneamente por encima de la cabeza; se añaden pesas.

(3) Se añade resistencia elástica o poleas por encima de la cabeza; el paciente tira hacia abajo ante una resistencia, alternando un brazo o tirando hacia abajo con ambos brazos simultáneamente. Aumenta la dificultad añadiendo patrones en diagonal (fig. 15.20).

(4) De modo alternativo se lleva una rodilla al pecho y se vuelve a bajar; aumenta la dificultad alternando flexión, luego extensión, una pierna y luego otra. La pierna contraria permanece extendida sobre la colchoneta o adopta una posición flexionada para que sólo una pierna aporte resistencia a la vez. Aumenta la dificultad con tobilleras lastradas (fig. 15.21A).

(5) Se avanza a una posición 90-90 (caderas y rodillas flexionadas hasta 90 grados); se extiende alternativamente una pierna, luego la otra (*ejercicio modificado en bicicleta*, ver fig. 21.3). Se empieza con pocos movimientos; se pasa a movimientos mayores mientras el paciente consigue la estabilización de la inclinación pélvica. Aumenta la dificultad añadiendo tobilleras lastradas.

(6) Se flexiona un brazo por encima de la cabeza mientras se extiende la extremidad inferior opuesta; se alterna (fig. 15.21B). Aumenta la dificultad con pesas en las manos y tobilleras lastradas.

(7) Aumenta la dificultad pasando a una superficie menos estable; el paciente se tumba sobre un balón gimnástico mayor bajo el tórax o el cuello (si los estabilizadores cervicales son fuertes), y se repiten todos los ejercicios anteriores con movimientos de brazos y piernas (ver fig. 15.19).

b. Posición del paciente: sentado. Si fuera necesario, se empieza con apoyo total haciendo que el paciente se siente con la espalda contra el respaldo de la silla; aumenta la dificultad sentándose en una banqueta sin respaldo, luego sobre una superficie inestable como un balón gimnástico grande. El paciente tensa los músculos abdominales para mantener la posición funcional de la columna.

(1) Se flexionan alternativamente los brazos por encima de la cabeza; luego se añade resistencia.

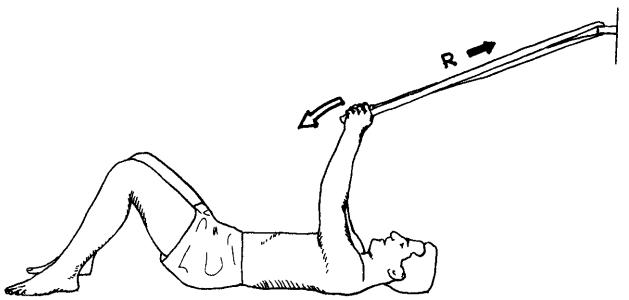


Figura 15.20. Desarrollo de la acción estabilizadora de los músculos abdominales usando actividades de dominadas ante una fuerza de resistencia con poleas o bandas elásticas.

(2) Se flexionan ambos brazos por encima de la cabeza; luego se añade resistencia.

(3) Se levanta en alternancia una pierna, luego la otra, empleando una ligera flexión de la cadera y la rodilla en distintos grados de extensión, dependiendo del control. Aumenta la dificultad levantando el brazo y pierna contrarios simultáneamente (fig. 15.22).

(4) Para avanzar en el trabajo se levantan ambas piernas a la vez, luego las cuatro extremidades simultáneamente.

c. Posición del paciente: arrodillado o de pie. Luego se tensan los músculos abdominales para mantener la posición funcional de la columna mientras se practican estos ejercicios.

NOTA: Pasar de estar sentado a estar arrodillado o de pie requiere el aumento de la participación de más músculos de las extremidades para estabilizar las caderas, rodillas y tobillos, e inicia el entrenamiento para practicar actividades en carga con mayor relación funcional.

(1) Se tensan los músculos abdominales; luego se levanta alternativamente un brazo, luego el otro, por encima de la cabeza; se levantan ambos brazos a la vez. Se añaden pesas.

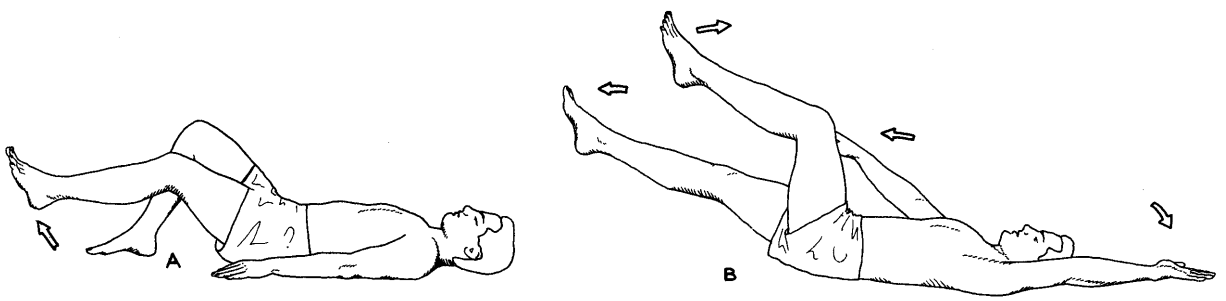


Figura 15.21. Desarrollo de la fuerza abdominal mientras los músculos estabilizan la columna en su posición funcional. (A) Se aplica una resistencia ligera flexionando y extendiendo una extremidad inferior mientras la otra contribuye a la estabilización. (B) Se requiere una acción poderosa de control de los músculos abdominales cuando las extremidades superiores e inferiores se mueven en patrones alternantes.

(2) Se aseguran poleas o resistencia elástica por encima de la cabeza o detrás del paciente. El paciente tensa los abdominales; luego tracciona hacia abajo o adelante con los brazos (fig. 15.23A). Los distintos patrones como extensión del hombro, aducción horizontal del hombro y extensión diagonal, así como los movimientos de brazos unilaterales o bilaterales cambian el ángulo de tracción y, por tanto, cambian el patrón de estabilización requerida. La dificultad es mayor si el paciente mantiene los codos extendidos al tiempo que emplea la amplitud de movimiento del hombro. Estos ejercicios isométricos pueden alternarse con movimientos concéntricos y excéntricos de los músculos flexores del tronco (fig. 15.23B).

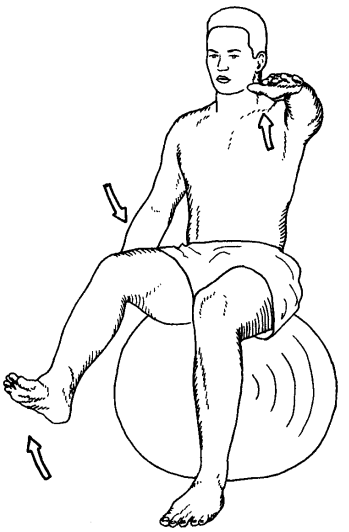


Figura 15.22. Se requiere fuerza, equilibrio y coordinación para mantener la estabilización de la columna en sedestación sobre un balón gimnástico y moviendo las extremidades. Esta actividad aumenta su dificultad añadiendo pesas a las extremidades.

3. Fortalecimiento de los músculos abdominales en toda la amplitud del movimiento

a. Flexiones de abdominales

Posición del paciente: en decúbito supino con alguna parte del cuerpo flexionada, con la columna lumbar plana (inclinación pélvica posterior). Primero, el paciente levanta la cabeza de la colchoneta. Esto causa una contracción estabilizadora de los músculos abdominales. Aumenta la dificultad levantando los hombros hasta que las escápulas y el tórax se levantan de la colchoneta, manteniendo los brazos en horizontal (fig. 15.24). El paciente no llega a erguir del todo el tronco, porque, una vez que el tórax se levanta de la colchoneta, el resto del movimiento lo practican los músculos flexores de la cadera. Aumenta la dificultad de la flexión de abdominales cambiando la posición de los brazos de una posición horizontal a estar doblados cruzando el tórax, luego detrás de la cabeza. En todas estas actividades, la región lumbar no debe arquearse; si lo hace, se reduce la progresión hasta que los abdominales tengan fuerza suficiente para mantener la flexión lumbar.

b. Flexiones de abdominales sólo en descenso

Si el paciente no puede realizar las flexiones de abdominales como en a, se empieza con flexiones sólo en descenso.

Posición del paciente: empieza sentado con la espalda arqueada o sentado con las piernas extendidas. El paciente hace descender el tronco sólo hasta el punto en

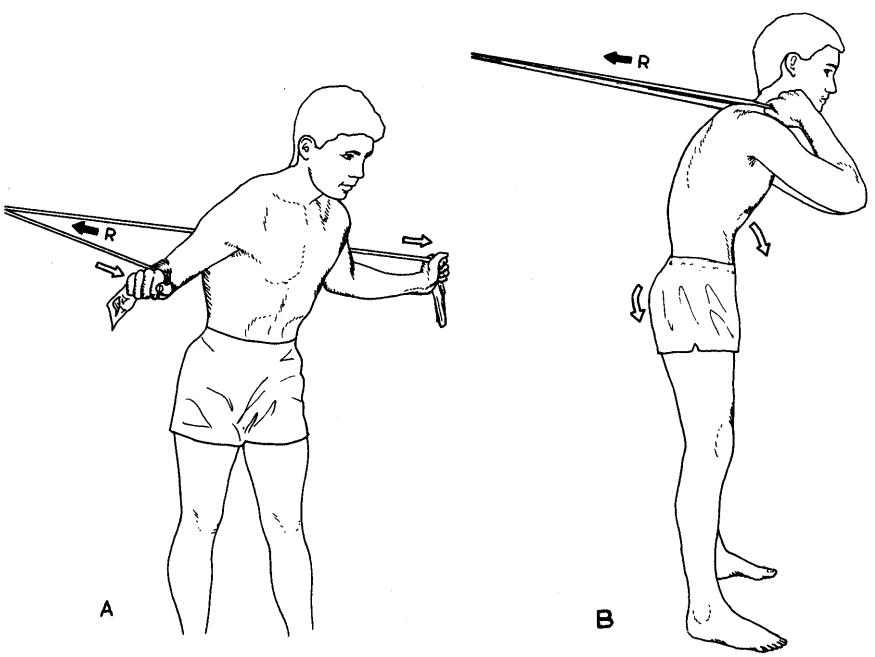


Figura 15.23. Se emplea resistencia elástica para preparar y fortalecer los músculos abdominales en posición erguida. (A) Se tensan isométricamente los abdominales mientras la persona desplaza los brazos hacia delante ante la resistencia. (B) Flexión del tronco ante una resistencia, haciendo hincapié en la inclinación pélvica posterior y aproximando las costillas al pubis.

que pueda mantener la región lumbar plana, para luego volver a la posición sedente. Una vez que el paciente pueda practicar la flexión en descenso en toda la amplitud, se invierte el ejercicio y se pide al paciente que practique flexiones de abdominales normales.

c. Flexiones de abdominales en patrón diagonal

Para centrarse en los músculos oblicuos externos, el paciente practica flexiones siguiendo un patrón diagonal de movimiento tocando con una mano la parte externa de la rodilla contraria mientras practica la flexión del tronco, para luego alternar el otro brazo. Se invierte la acción muscular llevando una rodilla hacia el hombro contrario; luego se repite la acción con la otra rodilla.

d. Elevación de las dos rodillas hacia el pecho

Para centrarse en los músculos recto inferior del abdomen y oblicuos, el paciente practica una inclinación pélvica posterior, para luego llevar ambas rodillas al pecho y vuelta abajo. Aumenta la dificultad reduciendo el ángulo de flexión de caderas y rodillas (fig. 15.25).

e. Elevaciones de la pelvis

El paciente empieza con las caderas flexionadas 90 grados y las rodillas extendidas. El paciente practica una inclinación pélvica posterior y eleva las nalgas fuera de la colchoneta (movimiento pequeño). Los pies ascienden hacia el techo (fig. 15.26). El paciente no debe hacer fuerza contra la colchoneta con las manos.

f. Elevación bilateral de las piernas extendidas (EPE)

Se trata de un aumento de la dificultad del ejercicio con las dos rodillas hacia el pecho. Debe practicarse sólo si los músculos tienen fuerza suficiente para mantener una inclinación pélvica posterior. El paciente empieza con las piernas extendidas. El paciente practica primero una inclinación pélvica posterior, luego flexiona ambas caderas, manteniendo las rodillas extendidas. Si las caderas se mueven en abducción antes de iniciar este ejercicio, se impone mayor tensión sobre los músculos oblicuos del abdomen.

Precaución: La poderosa tracción del músculo psoas mayor genera fuerzas de cizallamiento sobre las vértebras lumbares. Si hay ligera lumbalgia o malestar, sobre todo en casos de hipermovilidad o inestabilidad de la columna, este ejercicio no se practicará aunque los abdominales tengan suficiente fuerza para mantener una inclinación pélvica posterior.

g. Descenso bilateral de las piernas extendidas

Puede practicarse si la EPE bilateral es difícil. El paciente empieza con las caderas flexionadas 90 grados y las rodillas extendidas. El paciente hace descender las extremidades hasta donde pueda mientras mantiene la espalda plana, para luego elevar las piernas hasta que adopten 90 grados. Ver precaución en f.

h. Resistencia concéntrica-excéntrica de los músculos flexores del tronco

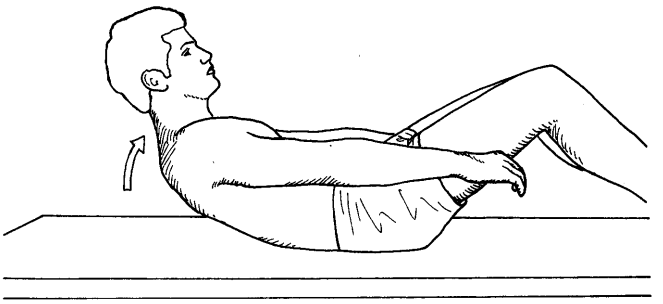


Figura 15.24. Flexiones para fortalecer los músculos abdominales. Se flexiona el tórax por la columna lumbar. Los brazos aparecen en la postura de menor resistencia. Aumenta la dificultad si se cruzan los brazos sobre el pecho, y luego se llevan detrás de la cabeza.

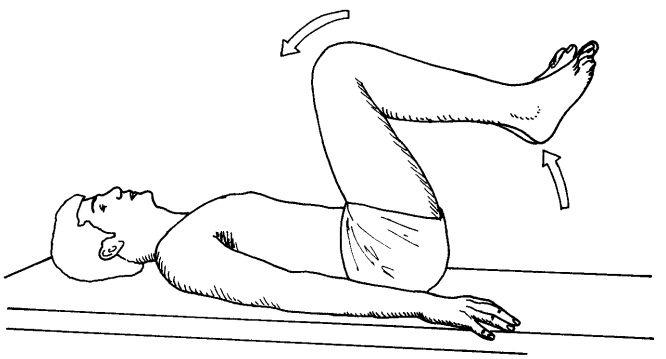


Figura 15.25. Fortalecimiento de los músculos abdominales flexionando la cadera y la pelvis por la columna lumbar. Las piernas aparecen en la posición de menor resistencia. Aumenta la dificultad si se reduce el ángulo de flexión de las caderas hasta que las piernas se levanten con las rodillas extendidas.

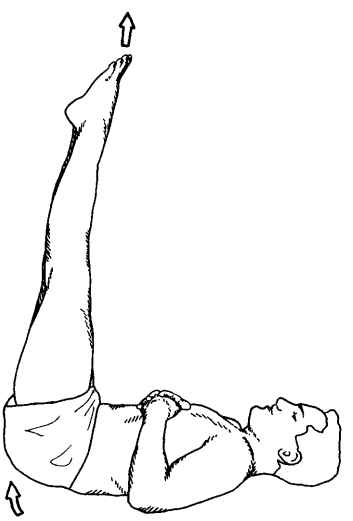


Figura 15.26. Elevaciones de pelvis. Se elevan las piernas hacia arriba en dirección al techo alzando las nalgas del suelo, lo cual fortalece los músculos inferiores del abdomen.

Posición del paciente: sentado o de pie. Se aseguran poleas o material elástico a nivel de los hombros y detrás del paciente.

(1) El paciente mantiene los extremos del material con ambas manos. Luego flexiona el tronco, haciendo hincapié en hacer bajar las costillas hacia el pubis y realizar una inclinación pélvica posterior, más que una flexión de caderas (ver fig. 15.23B).

(2) Se practican movimientos diagonales bajando un brazo hacia la rodilla contraria, haciendo hincapié en mover la caja torácica hacia el lado contrario de la pelvis. Se repite el movimiento diagonal en dirección contraria.

(3) Aumenta la resistencia a medida que aumenta la fuerza de los abdominales del paciente.

4. Reeducación y fortalecimiento de los extensores lumbares como estabilizadores del tronco, y aumento de la resistencia muscular para el control de la columna

Aumenta la resistencia aumentando el tiempo que se practica cada ejercicio o combinaciones de ejercicios, inicialmente de hasta 1 minuto, para luego pasar a series de 3 minutos. Aumenta la fuerza añadiendo resistencia. La preparación se consigue aumentando la velocidad y la complejidad de movimientos.

a. Posición del paciente: en decúbito supino con la columna en su posición funcional más cómoda.

(1) Se aseguran las poleas o la resistencia elástica a las patas de la mesa de tratamiento. El paciente flexiona con un brazo, con ambos o alternándolos, y se concentra en mantener la posición funcional de la columna.

(2) Se avanza para añadir patrones de flexión en diagonal.

b. Posición del paciente: a gatas. Si se requiere ayuda para estabilizar la columna, el paciente puede sentarse en una banqueta o silla acolchadas o un gran balón gimnástico. Estos ejercicios también se pueden practicar en decúbito prono, si bien la columna y las caderas se hallan cerca de la amplitud final en extensión, por lo que el movimiento es escaso. La posición en decúbito prono puede ser especialmente difícil durante los estadios iniciales de la curación o si hay tirantez significativa de los flexores del tronco y las caderas. Es importante mantener la columna cervical en su posición funcional durante estos ejercicios. El paciente coloca una toallita enrollada entre el mentón y el cuello para subrayar la flexión de la región cervical superior. Si el paciente yace en decúbito prono, se emplea una toallita enrollada bajo la frente para que la cabeza se mantenga alineada con el espacio para la nariz.

(1) Se eleva alternativamente un brazo, luego el otro. Se añaden pesas a las manos para aumentar la resistencia.

(2) Se desliza en alternancia una pierna en sentido posterior y vuelve a la posición inicial. Si el control sobre la columna es bueno, el paciente eleva una extremidad inferior hacia la extensión de la cadera, vuelve a la posición inicial y repite la acción con la otra pierna. Se pide precaución al paciente para estabilizar la pelvis. Un bastón colocado sobre la espalda proporciona una señal táctil para la estabilización (fig. 15.27A).

(3) Aumenta la dificultad elevando la pierna y el brazo contrarios simultáneamente, y luego se alterna (fig. 15.27B).

(4) Si se apoya en una banqueta o un balón gimnástico, el paciente puede elevar ambos brazos simultáneamente y hacer movimientos de natación y de extensión de brazos.

c. Posición del paciente: sentado, con la columna en su posición funcional, orientado hacia la polea o resistencia elástica. Sentarse sobre un balón gimnástico grande proporciona una superficie menos estable para entrenar el equilibrio (fig. 15.28A). Cuando la estabilización es buena, aumenta la dificultad en bipedestación (fig. 15.28B).

Se ejerce tracción contra resistencia con distintos patrones de movimientos de las extremidades superiores, que incluyen retracción escapular, abducción horizontal del hombro, abducción con rotación externa, extensión y patrones en diagonal.

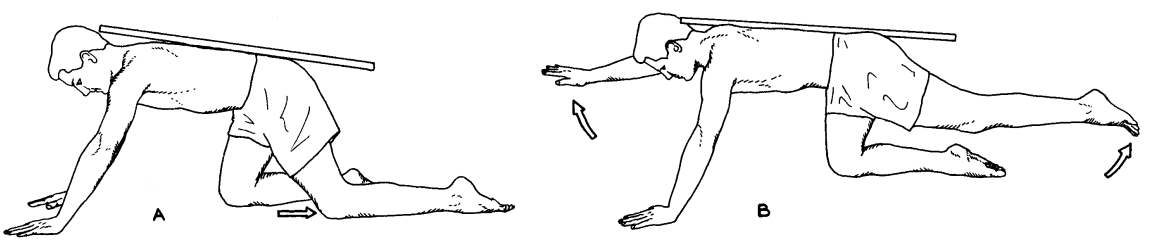


Figura 15.27. Ejercicios a gatas para desarrollar el control y la fuerza de los músculos extensores de la columna. (A) Se aplica ligera resistencia deslizando una extremidad hacia fuera mientras el paciente se concentra en controlar la columna. El mantenimiento de un bastón en equilibrio sobre la espalda refuerza la sensación de que el tronco no gire. (B) Es mayor el desafío si se eleva el brazo y pierna opuestos simultáneamente, para luego alternar las otras extremidades.

5. Reeducación y fortalecimiento de los grupos de músculos extensores lumbares en la amplitud del movimiento

a. Posición del paciente: en decúbito supino, con los brazos en los costados. Se ordena al paciente que arquee la espalda ejerciendo presión contra el suelo con la nuca y el sacro (fig. 15.29).

b. Posición del paciente: en decúbito prono, con los brazos en los costados. El paciente hunde el mentón en el pecho y levanta la cabeza. Esto genera una contracción estabilizadora de los músculos extensores lumbares. Para conseguir mayor amplitud, el paciente levanta el tórax y la cabeza (ver fig. 15.14).

(1) Para aumentar la resistencia, el paciente varía la posición del brazo que descansa al costado, pasando a colocar las manos detrás de la cabeza, para luego poner los brazos en elevación completa mientras extiende la columna. Las extremidades inferiores necesitarán estar estabilizadas (fig. 15.30).

(2) Elevaciones de piernas.

Posición del paciente: en decúbito prono. Se empieza elevando una pierna unos centímetros de la colchoneta (extensión de la cadera), alternando con la otra pierna. Aumenta la dificultad elevando ambas piernas alternativamente.

(3) Aumenta aún más la dificultad con el paciente en decúbito prono y elevando ambos brazos y extendiendo las piernas a la vez (fig. 15.31).

(4) Puede aplicarse resistencia en cualquiera de los ejercicios anteriores haciendo que el paciente lleve pesas en las manos o colocándose tobilleras lastradas.

c. Posición del paciente: sentado o de pie

(1) Puede aplicarse resistencia a los ejercicios de extensión concéntrica-excéntrica en posición erguida para lo cual se asegura un material elástico a nivel de los hombros delante del paciente. Se mantiene sobre los extremos del material, se estabiliza la pelvis y se extiende la columna (fig. 15.32). El movimiento de remo con los brazos también estimula con eficacia los músculos extensores del tronco. Aumenta la dificultad incrementando el grado de resistencia elástica.

(2) Rotación con extensión.

Posición del paciente: de pie. Se emplea una polea o resistencia elástica asegurada bajo el pie o en un objeto estable opuesto al lado que se ejercita. El paciente ejerce tracción contra una resistencia, extendiendo y girando la espalda. Cambiar el ángulo de tracción del material elástico permite al terapeuta recrear patrones funcionales específicos para las necesidades del paciente (fig. 15.33).

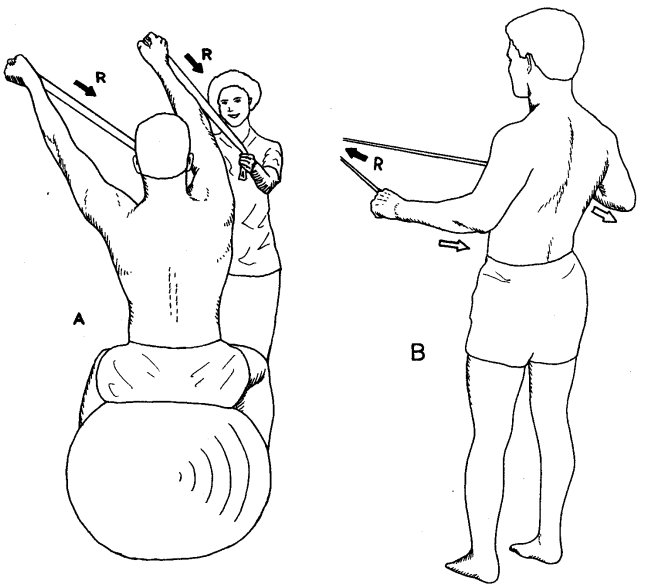


Figura 15.28. Se emplea resistencia elástica para preparar y fortalecer los músculos extensores de la espalda con el fin de estabilizar el cuerpo en posición erguida (A) sentándose sobre una superficie inestable y (B) de pie.

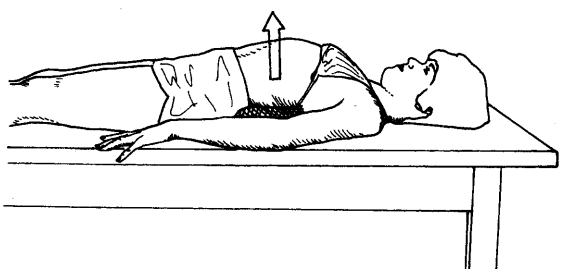


Figura 15.29. Para fortalecer los músculos extensores de la espalda, el paciente arquea la espalda en decúbito supino.

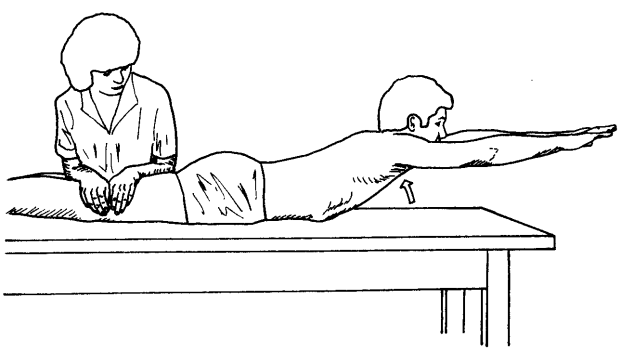


Figura 15.30. Fortalecimiento de los músculos extensores de la espalda con los brazos en posición para ejercer resistencia máxima. Aumenta la resistencia si se sostienen pesas con las manos.

6. Reeducación y fortalecimiento de los músculos de la extremidad inferior que afectan a la postura

Ver capítulos 11 a 13.

D. Preparación para actividades funcionales

NOTA: Muchos de los ejercicios de fortalecimiento descritos en los capítulos dedicados a las extremidades son apropiados como preparación para el entrenamiento funcional. En el caso de problemas posturales y la recuperación de lesiones de espalda o cuello aquélla es crítica para subrayar la postura vertebral funcional antes y durante ejercicios para todo el cuerpo. Gran parte de la estabilización y los patrones de movimiento descritos en las secciones anteriores también pueden aumentar en dificultad, repeticiones, velocidad y coordinación con el fin de prepararse para volver a las actividades funcionales.

1. Ejercicios modificados con el cuerpo arqueado

Requieren la estabilización de los músculos flexores y extensores del tronco junto con los músculos glúteo mayor y cuádriceps. Los abdominales funcionan con el glúteo mayor a fin de controlar la inclinación pélvica posterior, y los extensores lumbares estabilizan la columna frente a la tracción del glúteo mayor.

a. Se inicia con el paciente con el cuerpo arqueado. Mantiene la posición funcional de la columna mientras eleva y baja la pelvis, concentrándose en flexionar y extender las caderas, mientras no se mueve la columna (ver fig. 11.11).

b. Se sigue con el cuerpo arqueado para el control isométrico.

(1) Se alternan los movimientos de los brazos; aumenta la dificultad añadiendo pesas a las manos.

(2) Se alterna la elevación de un pie, luego el otro como si se anduviera pero sin moverse del sitio (fig. 15.34A); aumenta la dificultad extendiendo la rodilla mientras se eleva la pierna. Cuando el paciente tolere mayor resistencia, se añaden tobilleras lastradas (fig. 15.34B).

(3) Se mueven los muslos en abducción y aducción sin dejar que se hunda la pelvis.

c. Aumenta la dificultad poniendo los pies sobre una banqueta, una silla o un balón gimnástico grande y repitiendo las actividades en las que se arquea el cuerpo.

2. Contracciones isométricas alternantes (estabilización rítmica)

La posición del paciente comienza en decúbito supino y aumenta la dificultad sentándose en una superficie esta-

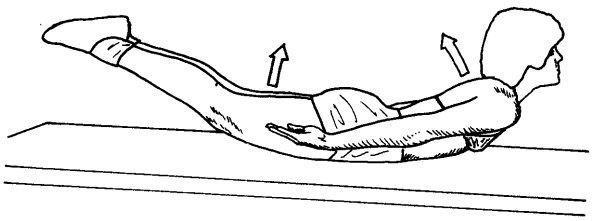


Figura 15.31. Para fortalecer los músculos extensores del tronco y las caderas, el paciente eleva simultáneamente el tronco y las piernas de la colchoneta.

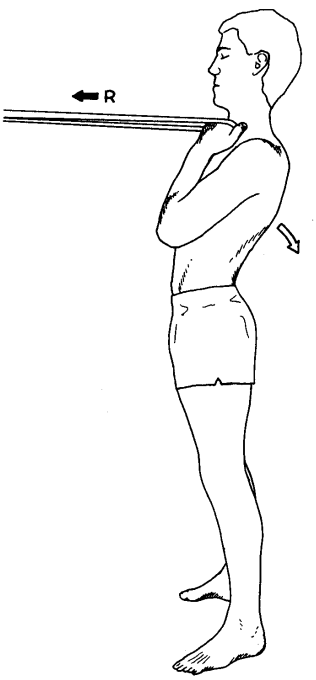


Figura 15.32. Empleo de resistencia elástica para la extensión concéntrica-excéntrica de la espalda.

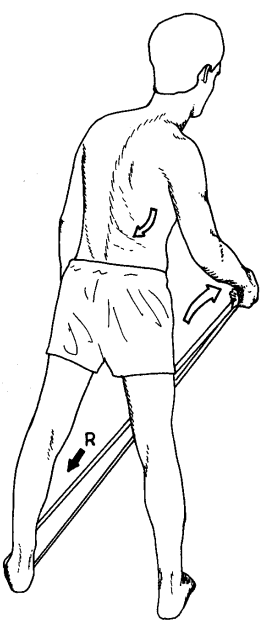


Figura 15.33. La rotación con extensión fortalece los músculos extensores de la espalda mediante patrones funcionales.

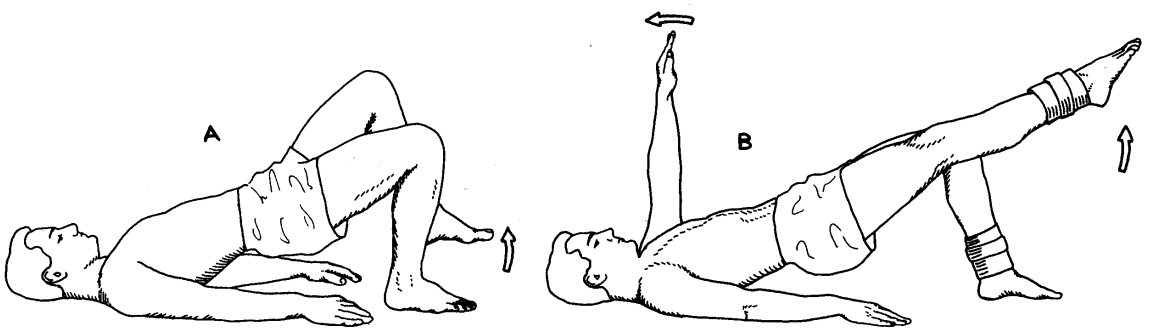


Figura 15.34. Se mantiene un puente para desarrollar el control del tronco mientras se superponen movimientos con las extremidades: (A) andando sin moverse del sitio, (B) pasando a extender las extremidades. Añadir pesas a los brazos o piernas requiere mayor fuerza y control.

ble, sentándose en una superficie inestable como un balón gimnástico grande, de rodillas y luego de pie.

a. El paciente flexiona el brazo 90 grados y sostiene un bastón con ambas manos. El terapeuta también se apoya en el bastón y empuja y tira mientras el paciente aguanta isométricamente la fuerza de resistencia (ver fig. 8.30). No se produce movimiento alguno.

(1) Inicialmente, el terapeuta aporta estímulos verbales como "oponte a la resistencia pero sin vencerla; siente cómo se contraen los músculos abdominales; ahora tiro en dirección contraria; iguala la fuerza y siente cómo se contraen los músculos de la espalda". Aumenta la dificultad cambiando la dirección de la resistencia sin los estímulos verbales para luego incrementar la velocidad.

(2) Una vez que el paciente aprende a responder al plano sagital alternando la resistencia, el terapeuta genera resistencia lateral y rotatoria.

b. Se emplean dos bastones, uno en cada mano del paciente y del terapeuta. Se opone resistencia al movimiento alternante.

c. El paciente en decúbito supino con las caderas flexionadas unos 90 grados y las rodillas completamente flexionadas. El terapeuta ofrece resistencia en las rodillas que se flexionan, luego extienden o giran, mientras el paciente responde con contracciones isométricas alternativamente.

3. Flexiones de brazos con estabilización del tronco

El paciente comienza en decúbito prono sobre un balón gimnástico grande. Se desplaza hacia delante con las manos hasta que los muslos descansen sobre el balón, manteniendo una postura estable de la columna, y realiza flexiones con los brazos. Para aumentar la dificultad, se sigue avanzando sobre las manos hasta que sólo las piernas se apoyen en el balón (fig. 15.35).

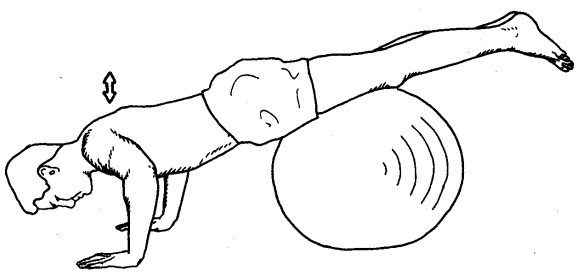


Figura 15.35. Actividades de flexión de brazos con las extremidades equilibradas sobre un balón gimnástico para fortalecer los brazos y desarrollar el control del tronco.

4. Deslizamientos por la pared

El paciente permanece de pie con la espalda contra la pared y la columna en su posición funcional. Una toalla enrollada y detrás de la espalda facilita el ejercicio. El ejercicio es más dificultoso si se coloca un balón gimnástico grande entre la espalda y la pared (ver fig. 11.15).

a. Se desliza la espalda hasta adoptar una sentadilla parcial. Se mantiene la posición. Pueden sobreponerse movimientos de brazos mientras se mantiene la posición. Para aumentar la dificultad, se añaden pesas.

b. Se sube y baja por la pared de forma repetitiva, alternando los movimientos de brazos con los movimientos deslizantes.

5. Tijeras y sentadillas parciales

Estos ejercicios se describen en los capítulos 11 y 12. Son beneficiosos para el fortalecimiento de todos los movimientos del cuerpo como preparación para aprender la mecánica del cuerpo. Puede añadirse pesas a las extremidades superiores para ejercer resistencia. Además, los movimientos braquiales se sincronizan con los movimientos de piernas para desarrollar la coordinación.

6. Caminar con resistencia

Se asegura una polea o resistencia elástica en torno a la pelvis del paciente con un cinturón, o bien el paciente puede sostener las asas. El paciente camina hacia delante, atrás, o en diagonal oponiéndose a la fuerza de resistencia. Se hace hincapié en el control de la columna. Aumenta la dificultad con el paciente levantando pesas con las extremidades superiores; se hace hincapié en mantener la posición funcional de la columna mientras se cargan las extremidades.

7. Desplazamiento del peso y giro

El paciente practica un desplazamiento del peso hacia delante/atrás y de lado a lado mientras se mantiene la posición funcional de la columna, y absorbe las fuerzas con las caderas y rodillas. Se practican giros con pasos cortos y rotando más las caderas que la espalda. Se enseña al paciente a imaginar dos pértigas rígidas que conectan los hombros con las caderas y no permiten que gire la columna. Aumenta la dificultad empleando pesas.

8. Actividades de estabilización transicional

El paciente aprende a estabilizar la columna frente a los movimientos en alternancia del tronco.

a. El paciente empieza a gatas. Se balancea hacia atrás descansando las nalgas sobre los talones, para luego desplazar el cuerpo hacia delante sobre las manos en posición de hacer flexiones de brazos. El paciente se concentra más en controlar la pelvis en su posición funcional que en permitir una flexión total de la columna cuando se balancee sobre los talones, o una extensión total de la columna cuando se deslice hacia delante sobre las extremidades superiores extendidas.

b. El paciente empieza en bipedestación. Luego se extiende hacia delante mientras practica una sentadilla parcial. La tendencia es que la columna se flexione y el paciente se concentre en mantener una posición neutra de la columna con los músculos extensores. Luego se pone de pie y extiende los brazos por encima de la cabeza. Esto hace que la columna se extienda; el paciente se concentra en usar los músculos flexores del tronco con el fin de estabilizarla en la posición neutra. Aumenta la dificultad levantando pesas mientras se controla la postura funcional de la columna.

E. Ejercicios de fortalecimiento en el plano frontal

Estos ejercicios se emplean para el fortalecimiento general de los músculos que inclinan el cuerpo lateralmente. Si hay una escoliosis estructural, no se ha demostrado que el ejercicio solo pare o cambie la progresión de la curva, si bien el ejercicio empleado en conjunción con otros métodos de corrección como el uso de ortesis sí se ha mostrado beneficioso.[1,2] Cuando hay una curva escoliótica, los músculos del lado convexo suelen estirarse y debilitarse. Los siguientes ejercicios se describen para el fortalecimiento del lado de la convexidad. Los ejercicios posturales para el control de la columna como los descritos en la sección V son beneficiosos para el fortalecimiento general y la preparación física cuando hay una escoliosis.

1. El paciente en bipedestación. En el lado de la concavidad, el paciente coloca un extremo de una resistencia elástica debajo del pie y mantiene el otro en la mano. Luego flexiona el tronco hacia el lado de la convexidad. Este ejercicio puede practicarse también con un peso en la mano del lado de la convexidad.

2. El paciente yace en decúbito lateral sobre el lado de la curva con el brazo inferior sobre el pecho; el terapeuta lo estabiliza por la cresta ilíaca. El paciente desrota el tronco y levanta la cabeza y los hombros (flexión lateral del tronco), y se desliza arriba y abajo hacia la rodilla (fig. 15.36A). Aumenta la amplitud del movimiento con el tórax sobresaliendo de la mesa. Aumenta la resistencia si el paciente entrelaza las manos tras la nuca y luego flexiona lateralmente el tronco contra la fuerza de la gravedad (fig. 15.36B).

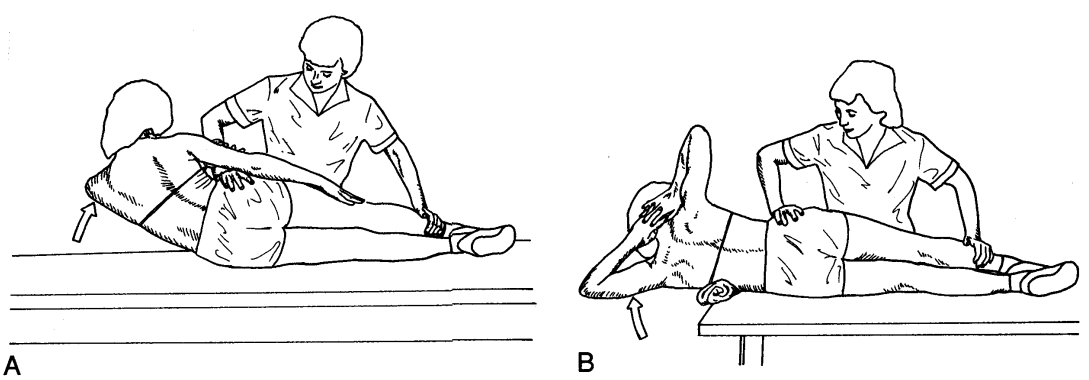


Figura 15.36. Para fortalecer estructuras débiles sobre el lado convexo de una curva torácica derecha, el paciente se tumba sobre el lado izquierdo y eleva la porción superior del tronco de la colchoneta (A) con los brazos junto a los costados y (B) las manos cruzadas tras la nuca para ofrecer mayor resistencia. Con el tórax sobresaliendo fuera de la mesa, la amplitud del movimiento es mayor.

VI. Procedimientos para reeducar la conciencia cinestésica y propioceptiva con el fin de corregir posturas

A. Preparación de la percepción del paciente

Inicialmente, el alineamiento normal puede ser impedido por la tirantez de los tejidos blandos o el alineamiento defectuoso de un segmento vertebral, pero el desarrollo de la conciencia del paciente sobre una postura equilibrada y sus efectos debería iniciarse pronto dentro de un programa de tratamiento junto con el estiramiento y las maniobras de preparación de los músculos.

B. Empleo de técnicas de refuerzo durante el tratamiento

1. Refuerzo verbal

Cuando el terapeuta interactúa con el paciente, aquél con frecuencia interpreta las sensaciones de la contracción muscular y la posición que éste debería percibir. Esto se hace sobre todo cuando se enseñan técnicas de relajación (ver sección III.A) y actividades de control de la columna.

2. Refuerzo visual

Se emplean espejos para que el paciente se vea, sepa en qué consiste adoptar un buen alineamiento, y luego saber lo que se siente cuando se alinea adecuadamente. El terapeuta refuerza verbalmente lo que ve el paciente.

3. Refuerzo táctil

Se ayuda al paciente a colocar la cabeza y el tronco en un alineamiento correcto y a tocar los músculos que precisan contraerse y moverse, y mantener las partes en su sitio.

C. Aprendizaje de movimientos correctos y del control del equilibrio

Se aísla cada uno de los segmentos desequilibrados del cuerpo y se enseña al paciente a mover ese segmento. Si una región no está alineada, es probable que toda la columna esté equilibrada para compensarlo, por lo que hay que subrayar la corrección de la postura total. Se dirige la atención del paciente a la percepción del movimiento y contracción y relajación musculares correctas. Se usan técnicas de refuerzo como las descritas previamente en B. Tal vez sea útil que el paciente adopte una postura corregida extrema, para luego relajar la posición extrema hacia una posición media y mantener la postura correcta.

1. Preparación de la extensión axial con el fin de reducir una postura hacia delante de la cabeza

Posición del paciente: sentado o de pie, con los brazos relajados a los lados. Se toca con suavidad el filtro del labio superior bajo la nariz y se pide al paciente que levante la cabeza alejándola del dedo (fig. 15.37A). Se aportan refuerzos verbales para el correcto movimiento de hundir el mentón en el pecho y enderezar la columna,

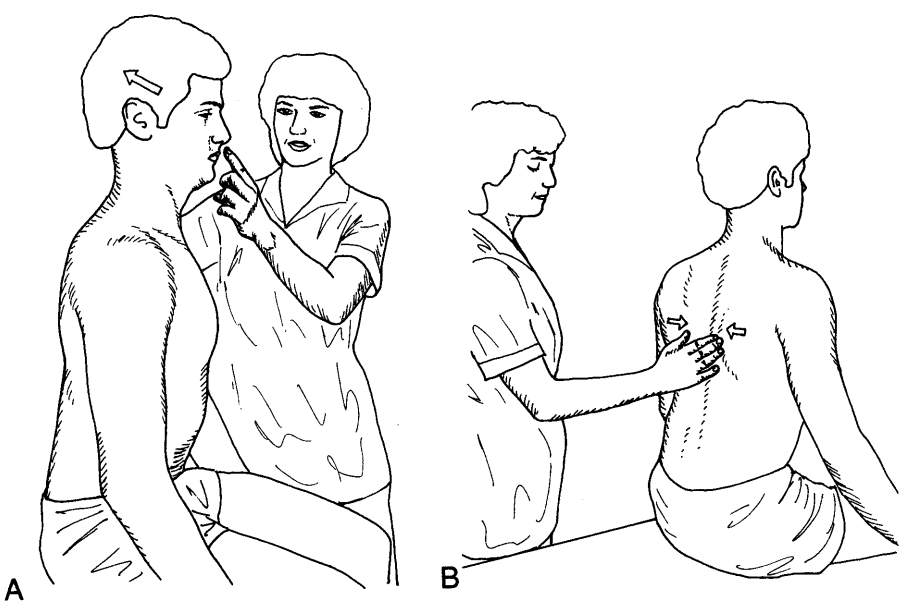


Figura 15.37. Preparación del paciente para que corrija (A) la postura de la cabeza hacia delante y (B) las escápulas en protracción.

y se atrae la atención sobre lo que siente. Se le pide que se mueva y adopte la postura extrema correcta, para luego volver a la línea media.

2. Preparación de la retracción escapular

Posición del paciente: sentado o de pie. Para aportar claves táctiles o propioceptivas, se ejerce una ligera resistencia al movimiento del ángulo inferior de las escápulas, y se pide al paciente que trate de acercarlas (retracción). El paciente no debe extender o elevar los hombros (fig. 15.37B).

3. Preparación del control de la inclinación pélvica y el equilibrio de la columna lumbar

Posición del paciente: sentado, y luego de pie con la espalda contra la pared. Después de que el paciente haya aprendido ejercicios de inclinación pélvica, se le enseña a practicar el control del movimiento de la pelvis y la columna lumbar pasando de lordosis extrema a aplanamiento extremo de la espalda, para terminar en lordosis leve. La mano debe poder deslizarse con facilidad entre la espalda y la pared, y el paciente puede entonces percibir por un lado de la mano la espalda y por el otro, la pared.

4. Entrenamiento del control del tórax y la columna dorsal

Posición del paciente: de pie. La posición del tórax afecta a la postura de la columna lumbar y la pelvis para que se incorpore la percepción del movimiento dorsal en el entrenamiento de la postura para la columna lumbar. A medida que el paciente adopta una postura lordótica leve (como en 3), inspira y eleva la caja torácica (extensión). Se le guía hasta una postura equilibrada, no una postura de extensión extrema.

NOTA: Tal vez sea necesario dirigir la atención del paciente a la percepción del deslizamiento del tórax en sentido anterior y posterior, y en que repare cómo afecta a la columna lumbar. Hay una diferencia importante entre estar de pie con una postura lordótica (lordosis extrema en la columna lumbar con inclinación pélvica anterior excesiva) y con una postura relajada (extensión excesiva en la columna lumbar inferior con una rápida inversión hacia flexión de la columna lumbar superior y el tórax) (ver sección II de este capítulo). Es importante reconocer la diferencia entre estas dos posturas. A menudo, como la extensión excesiva se aprecia en el segmento lumbar inferior en pacientes en posturas relajadas y en bipedestación, se hace erróneamente que el paciente practique un ejercicio de flexión dentro del programa de entrenamiento para aplanar la región lumbosacra.[5] Este método ignora o refuerza la postura de flexión del tórax sobre la columna lumbar superior y tiende a acentuar ese problema, sobre todo porque hace hincapié en los ejercicios de flexiones de abdominales dentro de la rutina de flexión. Si el lector está confuso con lo que se ha descrito, pruebe lo siguiente:

a. Póngase de pie; se empieza con una lordosis normal. Esto requiere la elevación de la caja torácica. Repárese en que hay una inclinación pélvica anterior leve y lordosis lumbar leve.

b. Ahora, se inclina la pelvis en sentido anterior y aumenta la lordosis; repárese en la flexión asociada de las caderas. Esta postura es, de hecho, extrema, y algunas personas manifiestan que es la fuente de sus problemas.

c. Ahora, una vez más, se adopta una postura lordótica normal en la línea media (que requiere inclinación de la pelvis en sentido posterior). A partir de esta postura normal, se adopta una postura relajada dejando que el segmento pélvico se desvíe en sentido anterior y la caja torácica se desplace posteriormente y aproxime la pelvis. Repárese en que las caderas están ahora extendidas respecto a la pelvis (ni una inclinación pélvica anterior), si bien la columna lumbar inferior está extendida. El tórax está, en esencia, flexionado sobre la columna lumbar superior. A menudo, cuando se adopta esta postura, se desplaza también el peso sobre una pierna, con lo cual se suma una asimetría al cuadro.

La cuestión es que esta postura relajada *no* se corrija con un método de flexión total como se haría con un problema postural lordótico. Hacer hincapié en las flexiones de abdominales sólo perpetúa la flexión del tórax sobre la columna lumbar superior; en vez de esto, el movimiento necesita estar en extensión. En la columna lumbar inferior y las caderas se requiere cierta flexión. Aquí debe haber control de la pelvis con ejercicios de inclinación pélvica. Para su fortalecimiento, los ejercicios modificados en bicicleta y de aproximación de las rodillas al pecho subrayan la flexión de la columna lumbar inferior. Por tanto, con esta postura, debe emplearse un método de flexión-extensión para reeducar el movimiento y control correctos. El paciente debe aprender a elevar la caja torácica y desviarla en sentido anterior mientras la pelvis se desplaza posteriormente, parecido a coger un rimero de bloques y modificarlos para enderezarlo. Se pide al paciente que se siente alto, que inspire para expandir la porción anterior del tórax, y elevar la cabeza tal vez anime a corregir la respuesta. Se dan nuevas órdenes verbales para ayudar al paciente a imaginar y recrear la postura correcta.

5. Enseñar la percepción de la postura normal y desarrollar el control vertebral

Posición del paciente: sentado. Se enseña al paciente a flexionar toda la columna flexionando primero el cue-

llo, luego el tórax y luego la columna lumbar. Se dan estímulos para enderezarla primero tocando la columna lumbar mientras el paciente la extiende, luego la columna dorsal mientras la extiende e inhala aire para elevar la caja torácica. A continuación, se dirige la atención a mover las escápulas en aducción mientras el terapeuta opone ligera resistencia al movimiento, para luego levantar la cabeza en extensión axial mientras se ejerce ligera presión contra el labio superior. Se refuerza verbal y visualmente la postura correcta cuando se obtenga.

D. Muestra de la relación de las posturas erróneas con el desarrollo del dolor

El paciente adopta la postura errónea y espera. Cuando comience a sentir malestar, se le hace observar en la postura y luego se le enseña a corregirla y notar la sensación de alivio. Muchos pacientes aceptarán una relación tan sencilla entre la tensión y el dolor, para llamar la atención sobre percibir, a lo largo del día y después de una noche de reposo, en qué postura están cuando el dolor aparece y cómo pueden controlarlo con las técnicas que han aprendido.

E. Refuerzo del aprendizaje

No es posible que una persona mantenga siempre una buena postura. Por tanto, para reforzar el aprendizaje, se enseña al paciente a utilizar estímulos durante el día con el fin de comprobar la postura. Por ejemplo, se le enseña a controlar la postura siempre que camine delante de un espejo, espere en un semáforo mientras conduce, se sienta para comer, entre en una habitación o comience a hablar con alguien. Se descubren las actividades diarias del paciente que podrían utilizarse como avisos de refuerzo; se le enseña a practicar e informar sobre los resultados. Se aporta retroalimentación positiva cuando el paciente empieza a participar en el proceso de reaprendizaje.

F. Férulas y ortesis posturales

Si fuera necesario, se aporta sostén externo con una férula postural para impedir la postura extrema de la espalda cargada y se protraen las escápulas. Se le ayuda a entrenar y corregir el funcionamiento de los músculos actuando como recordatorio con el fin de que el paciente corrija la postura cuando se relaje en bipedestación. Además, al prevenir que se produzca la posición del estiramiento, podrá corregirse la debilidad del estiramiento.

VII. Procedimientos para enseñar el tratamiento de la postura y evitar recidivas del problema

A. Mecánica corporal

1. El paciente practica la elevación agachándose hacia el objeto, acercando el objeto al cuerpo, adoptando una posición funcional o neutra de la columna, para luego elevarla con los músculos extensores de la cadera y la rodilla.

a. Levantarse con una posición neutra de la columna proporciona mayor estabilidad[10] y emplea el sistema muscular y ligamentario para lograr estabilidad y control.[26]

b. Después de una lesión de columna, la postura preferida para levantarse tal vez haya de adaptarse, dependiendo del tipo de la lesión y la respuesta de los tejidos cuando se someten a tensión.[26]

c. Cuando se levante con flexión de la columna lumbar (inclinación pélvica posterior), el sostén de la columna depende sobre todo de las estructuras inertes (ligamentos, fascias lumbodorsales, anillo fibroso posterior y carillas articulares); hay poca actividad muscular.

(1) Esta postura puede ser necesaria cuando se agache el paciente hacia el suelo. Tal vez sea también la postura elegida por el paciente que se ha lesionado los músculos de la espalda porque se mantienen "en calma" cuando la columna está flexionada.[26]

(2) Levantarse con la columna lumbar flexionada puede causar ciertos problemas. Cuando se levanta el paciente lentamente con la columna lumbar flexionada, la carga se mantiene sobre los ligamentos y se aprecia crepitación en los tejidos inertes; esto aumenta la posibilidad de lesión si el tejido está debilitado. Además, con los músculos elongados y relajados, éstos tal vez mantengan una relación de longitud y tensión desfavorable para responder con rapidez y fuerza adecuada para resistir un cambio repentino en la carga. Hay mayor posibilidad de distensión ligamentaria cuando una persona se levanta con la columna flexionada.[10]

d. Cuando se eleva con la columna lumbar (lordótica) extendida, los músculos que sostienen la columna están más activos, lo cual aumenta las fuerzas de compresión sobre el disco. Esta postura alivia la tensión sobre los ligamentos, pero en el caso de personas cuyos músculos de la espalda se fatiguen con rapidez (desentrenados) esta postura tal vez ponga en peligro la columna cuando se practican elevaciones repetidas porque los ligamentos no están tensos y, por tanto, no aportan sostén.[26]

2. El paciente practica llevando objetos cerca de su centro de gravedad para sentir el equilibrio. Cuando se levante, cuanto más cerca esté el objeto del centro de gravedad, menos tensión se ejercerá en las estructuras sobre la espalda y la cadera.

3. El paciente practica desplazando la carga de un lado a otro y giro. La acción debe dirigirse con las piernas mientras la columna se mantiene estable con una rotación mínima del tronco.

4. Se replica la mecánica del trabajo del paciente mediante el establecimiento y práctica de una mecánica segura.

B. Ejercicios preventivos

1. Revisión de los siguientes principios:

a. Se evitará cualquier postura durante períodos prolongados. Si es necesario adoptar posturas prolongadas, se hacen descansos frecuentes y se practican ejercicios de la amplitud adecuada del movimiento, al menos cada media hora. Se terminan todos los ejercicios adoptando una postura bien equilibrada.

b. Se evita la hiperextensión del cuello o adoptar una postura de la cabeza hacia delante o una posición de flexión hacia delante durante períodos prolongados. Se hallan formas para modificar una tarea y cumplirla a nivel del ojo o con un sostén lumbar correcto.

c. Si se halla en una posición que genera tensión, se realizan ejercicios de relajación consciente.

d. Se emplea el sentido correcto y se siguen buenos hábitos seguros.

2. Se revisan los ejercicios de flexibilidad y fortalecimiento apropiados para que el paciente mantenga una amplitud del movimiento adecuada y desarrollar la fuerza para una buena preparación física.

3. Revisión de la relación de la postura y el dolor; cuando se sienta dolor, se comprobará la postura.

C. Adaptación al entorno

1. Revisión del trabajo del paciente y del entorno en casa.

a. Las sillas y los asientos del coche deben ofrecer buen sostén lumbar para mantener una ligera lordosis. Se usará una toalla enrollada o un cojín lumbar si fuera necesario.

b. La altura del asiento debe permitir que las rodillas se flexionen y eliminen la tracción de los músculos isquiotibiales, que los muslos estén apoyados y que los pies se apoyen cómodamente en el suelo.

c. La altura del despacho o el asiento debe adecuarse para que el paciente tenga que inclinarse hacia delante para trabajar.

d. Los hábitos laborales y de conducción han de permitir frecuentes cambios de postura. Si el paciente es sedentario, se levantará y caminará cada media hora.

2. Revisión del ámbito del suelo del paciente.

a. El colchón debe aportar un sostén firme y prevenir cualquier tensión extrema. Si es demasiado blando, el paciente se hunde y somete los ligamentos a tensión; si es demasiado firme, algunos pacientes no pueden relajarse.

b. La almohada debe tener una altura y densidad cómodas para favorecer la relajación, pero no debe poner las articulaciones en una posición extrema. Las almohadas de caucho y espuma tienden a aumentar la tensión de los músculos por la resistencia constante que ofrecen.

c. Si la persona debe dormir en decúbito prono, lateral o supino es algo que debe analizarse en cada paciente. Idealmente, es cómoda una postura de amplitud media que no somete a tensión ninguna estructura sustentante. El dolor aparece por la mañana y a menudo se relaciona con la postura en que se duerme; así, en este caso se escucha con atención la descripción de las posturas cuando el paciente duerme y se aprecia si hay relación con el dolor. Luego se trata de modificar en consecuencia la posición en que se duerme.

VIII. Resumen

La primera sección de este capítulo ha ofrecido información sobre la dinámica de la postura y las características y problemas de las posturas erróneas corrientes, y luego se han aportado pautas para el desarrollo de programas de ejercicio basados en problemas corrientes típicos de los síndromes posturales dolorosos y las disfunciones. El resto del capítulo ha descrito los programas de progresión de estiramiento, fortalecimiento y desarrollo de la resistencia muscular, y se aumenta la dificultad para conseguir la independencia funcional. Se ha hecho hincapié en desarrollar un equilibrio entre la longitud y la fuerza de la musculatura de la columna y el aprendizaje del control del cuello y el tronco para la estabilización durante las actividades funcionales.

Bibliografía

1. Blount, WP, y Blonske, J: "Physical therapy in the nonoperative treatmemt of scoliosis". *Phys Ther* 47:919, 1967.
2. Blount, WP, y Moe, JH: *The Milwaukee Brace*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1980.
3. Bondi, BA, y Drinkwater-Kolk, M: *Functional stabilization training*. Workshop notes, Northeast Seminars, octubre 1992.
4. Cailliet, R: *Scoliosis*. FA Davis, Filadelfia, 1975.
5. Cailliet, R: *Low Back Pain Syndrome*, ed 4. PA Davis, Filadelfia, 1988.
6. Cassella, MC, y Hall, JE. "Current treatment approaches in the nonoperative and operative management of adolescent idiopathic scoliosis". *Phys Ther* 71:897, 1991.
7. Donaldson, WF: "Scoliosis". En Ferguson, AB (ed): *Orthopedic Surgery in Infancy and Childhood*, ed 5. Williams & Wilkins, Baltimore, 1981.
8. Engler, GL: *Scoliosis*. En Nickel, VL (ed): "Orthopedic Rehabilitation". Churchill-Livingstone, Nueva York, 1982.
9. Friher, O: "Clinical symptoms and biomechanics of lumbar spine and hip joint in leg length inequality". *Spine* 8:643, 1983.
10. Han, DL, Stobbe, TJ, y Jaraiedi, M: "Effect of lumbar posture on lifting". *Spine* 12:22, 1987.
11. Hellebrant, F, y Fries, E: "The constancy of oscillograph stance patterns". *Phys Ther Rev* 22:17, 1942.
12. James, JIP: *Scoliosis*, ed 2. Churchill-Livingstone, Londres, 1976.
13. Kendall, F, McCreary, E, y Provance, PG: *Muscles: Testing and Function*, ed 4. Williams & Wilkins, Baltimore, 1993.
14. Lamb, C: "The neurology of spinal pain". *Phys Ther* 59:971, 1979.
15. Lehmkuhl, LD, y Smith, LK: *Brunnstrom's Clinical Kinesiology*, ed 4. FA Davis, Filadelfia, 1983.
16. Lovell, WW, y Winter, RB (eds): *Pediatric Orthopedics*, ed 2. JB Lippincott, Filadelfia, 1986.
17. Morgan, D: "Concepts in functional training and postural stabilization for the low-back injured". *Topics in Acute Care and Trauma Rehabilitation* 2:8, 1988.
18. Nemeth, G: "On hip and lumbar biomechanics, a study of joint load and muscular activity". *Scand J Rehabit Med* (Suppl) 10:4, 1984.
19. Norkin, C, y Levangie, P: *Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis*, ed 2. FA Davis, Filadelfia, 1989.
20. Porterfield, JA: "Dynamic stabilization of the trunk". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 6:271, 1985.
21. Robinson, R: "The new back school prescription: Stabilization training part I". *Occup Med* 7:17, 1992.
22. Rocobado, M: *Temporomandibolar Joint Dysfunctions*. Workshop Notes, Cincinnati, 1979.
23. Saal, JA: "The new back school prescription: Stabilization training part II". *Occup Med* 7:33, 1992.
24. Saal, JA: "Dynamic muscular stabilization in the nonoperative treatment of lumbar pain syndromes". *Orthop Rev* 19:691, 1990.
25. Salter, RB: *Textbook of Disorders and Injuries of the Musculoskeletal System*, ed 2. Williams & Wilkins, Baltimore, 1983.
26. Sullivan, MS: "Back support mechanisms during manual lifting". *Phys Ther* 69:38, 1989.
27. Sweeney, T: "Neck school: Cervicothoracic stabilization training". *Occup Med* 7:43, 1992.

Capítulo

16

La columna vertebral: procedimientos de tracción

Tracción es el "proceso de tirar o ejercer tracción". [24] Cuando la tracción se emplea para tirar de la columna vertebral, se llama tracción vertebral. La tracción es una herramienta terapéutica que se adscribe en el ámbito del ejercicio por sus efectos sobre el sistema musculoesquelético, y se emplea en las técnicas de estiramiento y movilización.[12] Su modo de aplicación con frecuencia es con máquinas, aunque un terapeuta puede ejercer tracción sobre las articulaciones de la columna vertebral mediante técnicas manuales y posturales de aplicación muy cuidadosa. Sus usos y aplicaciones son variados y sometidos a la respuesta clínica del paciente más que el argumento científico objetivo para su éxito en la reducción de los síntomas. Hasta la fecha, no hay estudios clínicos con distribución aleatoria que respalden o desaprueben la eficacia de la tracción para la intervención terapéutica.[25]

Los objetivos y planes de asistencia para las distintas posturas y problemas vertebrales se describen en los capítulos 14 y 15. En muchos casos, la tracción es un procedimiento recomendado en el plan de asistencia; por tanto, la información de este capítulo debe estudiarse junto con la información de los dos capítulos previos para completarse.

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, el lector podrá:

1. Identificar los efectos de la tracción vertebral.

2. Definir los tipos de tracción y cómo se aplican.

3. Identificar las indicaciones, limitaciones, contraindicaciones y precauciones para el empleo de la tracción vertebral.

4. Relacionar las técnicas de tracción para su uso dentro de un programa de ejercicio terapéutico.

5. Describir reglas y procedimientos seguros para las técnicas de tracción mecánica y manual.

6. Aplicar técnicas básicas de tracción mecánica, postural y manual para la columna.

I. Efectos de la tracción vertebral[19]

A. Elongación mecánica de la columna vertebral[3,9,13,14,21,23]

1. El efecto de la elongación es la separación mecánica de las vértebras, que:

a. Estira los músculos espinosos

b. Tensa los ligamentos y las cápsulas de las articulaciones cigapofisarias

c. Ensancha los agujeros intervertebrales

d. Endereza las curvas vertebrales

e. Desliza las articulaciones cigapofisarias

f. Aplana la protrusión del núcleo pulposo de un disco

2. Factores que influyen en el grado de separación de las vértebras

a. Posición de la columna

Cuanto mayor sea el ángulo de flexión que adopta la columna antes de la administración de tracción, mayor será la separación de las vértebras, sobre todo la cara posterior del cuerpo vertebral.[5,20]

b. Ángulo de tracción

El ángulo de la fuerza de tracción afecta al grado de flexión de la columna.

(1) En la columna cervical, el ángulo de tracción que genera la máxima elongación posterior es 35 grados.[4]

(2) En la columna lumbar, se necesita un arnés que tire de la cara posterior de la pelvis y no de los lados para que flexione la columna.[21]

c. Cantidad de fuerza

En la eficacia de la fuerza influye la posición del cuerpo, el peso de la parte, la fricción de la mesa de tratamiento, el método de tracción empleado, la calidad de la relajación del paciente y el equipo mismo. Por lo general, para la separación de las vértebras:

(1) En la columna cervical, en circunstancias sin fricción, una fuerza de aproximadamente el 7 por ciento del peso total del cuerpo separa las vértebras.[6] Se necesita una fuerza mínima de 11,25 a 13,5 kg para levantar el peso de la cabeza en posición sedente y para contrarrestar la resistencia de la tensión muscular. El grado máximo de separación se produce durante los primeros minutos de tratamiento con una fuerza dada.[8]

(2) En la columna lumbar, se necesita una fuerza mínima sin fricción de la mitad del peso corporal para conseguir la separación mecánica.[6,11]

d. Comodidad y relajación

Se necesitan para el máximo beneficio de la separación vertebral.

B. Movilización de las articulaciones cigapofisarias

1. Efectos de la movilización con distintas posiciones y fuerzas sobre la columna

a. Deslizamiento o traslación de las superficies cigapofisarias.

b. Tracción o una separación de las superficies cigapofisarias.

c. Compresión o una aproximación de las superficies cigapofisarias.

2. Factores que influyen en la dirección en que se mueven las superficies de las articulaciones cigapofisarias

a. Flexión de la columna

La posición de la persona en flexión causa un deslizamiento de las superficies articulares entre las articulaciones cigapofisarias. Una fuerza de tracción longitudinal refuerza el efecto deslizante y aumenta el grado de estiramiento que puede conseguirse.

b. Inclinación lateral de la columna

La persona se inclina lateralmente y genera una fuerza deslizante entre las carillas articulares del lado convexo de la curva. Añadir una fuerza de tracción longitudinal aumenta el grado de estiramiento del lado convexo.

c. Rotación de la columna

Que adopte la persona rotación causa una tracción de las articulaciones cigapofisarias hacia el lado en que gira el cuerpo de la vértebra superior, y compresión sobre el lado contrario.[18,21,23]

C. Relajación muscular

1. Efectos que se producen con la relajación

a. Reducción del dolor por espasmos musculares o rigidez refleja de la musculatura

b. Mayor separación de las vértebras

2. Factores que influyen en la cantidad de relajación

a. Posición del paciente

Es mayor la actividad de los músculos cervicales en posición sedente que en decúbito supino.[17] Subjetivamente, muchos pacientes afirman estar más relajados en decúbito supino que sentados para la tracción cervical y muestran menor tendencia a desviarse de la posición establecida.[6,9] El paciente necesita sentirse seguro y con buen apoyo.[21]

b. Posición de la columna

La actividad eléctrica de la porción superior del trapecio aumenta cuando se incrementa el ángulo de aplicación de tracción cervical hacia la flexión; un ángulo menor de tracción provoca mayor relajación.[7]

c. Duración de la aplicación

La tracción intermitente y continuada causa inicialmente mayor actividad en los músculos sacroespinales, si bien tras 7 minutos se produce una vuelta de la actividad a casi el nivel en reposo.[10] Como conclusión a una revisión de la literatura, Harris afirma que se necesitan 20 a 25 minutos de tracción para la relajación muscular.

d. Fuerza

La relajación muscular se consigue a niveles inferiores a los necesarios para la separación mecánica (4,5 a 6,75 kg) en la columna cervical.[9]

D. Reducción del dolor

1. Efectos que causan inhibición o reducción del dolor

a. Mecánicos

(1) El movimiento de la región ayuda a la circulación y tal vez a reducir la estenosis por congestión circulatoria, lo cual alivia la presión sobre la duramadre, los vasos sanguíneos y las raíces nerviosas en los agujeros intervertebrales. La mejora de la circulación reduce también la concentración de los irritantes químicos nocivos.

(2) La separación de las vértebras aumenta temporalmente el tamaño de los agujeros intervertebrales, lo cual reduce la presión sobre una raíz nerviosa comprimida.

(3) La tensión sobre la cápsula de una articulación cigapofisaria o la tracción de las superficies cigapofisarias liberarían el tejido meniscoide del atrapamiento o "extrapamiento".

(4) El estiramiento mecánico del tejido tirante debe aumentar la movilidad del segmento, reduciendo así el dolor por la restricción del movimiento o la distensión sobre los tejidos tirantes.

b. Neurofisiológicos

(1) La estimulación de los mecanorreceptores puede bloquear la transmisión de los estímulos nociceptivos a nivel de la médula espinal o el tronco cerebral.

(2) La inhibición de la rigidez refleja de la musculatura reducirá el malestar causado por los músculos que se contraen.

2. Factores que influyen en el grado de reducción del dolor

a. Posición del paciente

El paciente adopta una postura cómoda y facilita la aplicación de la técnica deseada.

b. Tracción vertebral

(1) Estadio agudo. Por lo general, la región afectada de la columna se coloca de modo que el tejido dañado no esté sometido a tensión o en una posición indolora.

(2) Problemas subagudos y crónicos. Por lo general, la columna se sitúa con el segmento afectado, o con los tejidos blandos relacionados con el segmento, en un estiramiento.

c. Fuerza y duración

(1) Estadio agudo. En el caso de lesión e inflamación, sólo se emplean oscilaciones (no estiramientos) de baja intensidad durante un período corto.

(2) Estadio subagudo y crónico. El grado de fuerza y la duración del tratamiento aumentan progresivamente, según el objetivo del tratamiento, el tipo de tracción, la afección que se trate, y la tolerancia del paciente.

(3) Si el tejido meniscoide bloquea el movimiento, se necesita una fuerza de estiramiento para liberar el tejido meniscoide.

II. Definiciones y descripciones de tracción

A. Tipos de aplicación definidos

1. Tracción estática o constante

Se aplica una fuerza regular y se mantiene durante un intervalo de tiempo prolongado.

a. *Continua o prolongada*

Una tracción estática en la que la fuerza se mantiene de varias horas a varios días. A menudo se aplica en la cama.

(1) Sólo se toleran pequeñas cantidades de peso.

(2) Es ineficaz para separar las estructuras vertebrales y se emplea sobre todo para la inmovilización.

b. *Sostenida*

Una tracción estática en la que la fuerza se mantiene de varios minutos a media hora.

(1) Se usa durante un estiramiento prolongado sobre las estructuras vertebrales.

(2) Puede tolerarse un peso mayor que el que se tolera para la tracción continua.

2. Intermitente

La fuerza se aplica y se libera en alternancia a intervalos frecuentes, por lo general dentro de un patrón rítmico. El paciente tolera fuerzas mayores que las que se emplean para la tracción sostenida.

B. Modos de aplicación

1. Mecánica

En hospitales, clínicas y hogares se dispone de varios tipos de equipamiento, como unidades motorizadas, ban-

cos de autotracción y aparatos de tracción por la fuerza de la gravedad. Las unidades motorizadas suelen contar con algún tipo de indicador objetivo para medir el grado de fuerza aplicada.

2. Manual

Mediante la colocación y la manipulación, el terapeuta aplica la fuerza de tracción sobre el segmento vertebral deseado. No puede hacerse una medición objetiva del grado de fuerza.

3. Posicional

Mediante la colocación, se obtiene una fuerza sostenida sobre segmentos específicos de la columna vertebral. Puede ser asimétrica o simétrica.[18,21-23]

III. Indicaciones para la tracción vertebral [2,3,21,23]

A. Compresión de las raíces de los nervios espinales

1. Por una hernia de un núcleo pulposo

Esta afección requiere una fuerza de tracción suficiente para causar la separación del cuerpo de la vértebra. La separación tiene varios efectos sobre el disco protruido, entre los que se incluye la tensión de las fibras del anillo fibroso y del ligamento longitudinal posterior, lo cual aplana la protrusión o reduce la presión intradiscal, y, por tanto, la presión sobre la parte sobresaliente.[14] El tiempo de la tracción debe ser corto porque la presión se iguala pronto y aumenta cuando se alivia la tracción. Para evitar el efecto contraproducente por el aumento de la presión intradiscal al liberar la fuerza, el tiempo de tratamiento debe ser inferior a 10 minutos para una tracción sostenida y menos de 15 minutos para una tracción prolongada. A menudo, durante la fase aguda no se tolera bien la tracción intermitente. La progresión depende de la respuesta del paciente. Cuando los síntomas son menos irritables, se toleran fuerzas mayores aplicadas con intermitencia.

2. Por estenosis vertebral o del agujero intervertebral causada por invasión de un ligamento, espondilosis, edema o espondilolistesis

Los síntomas de estas afecciones se alivian temporalmente aplicando suficiente fuerza para separar las vértebras y aumentar el tamaño de los agujeros intervertebrales. Si los síntomas son muy irritables y pesos grandes exacerban los síntomas, al principio puede tolerarse una tracción sostenida suave (inferior a la que se requiere para separar las vértebras durante no más de 10 minutos). La progresión depende de la respuesta del paciente. Se pasa a tracción intermitente cuando los síntomas del paciente se vuelven predecibles; entonces pueden tolerarse fuerzas mayores, lo cual permite la separación de las vértebras.

B. Hipomovilidad de las articulaciones por disfunción o cambios degenerativos

Siempre y cuando la amplitud del movimiento sea limitada, puede usarse tracción vertebral para movilizar las articulaciones, ya que la fuerza longitudinal causa deslizamiento de las superficies cigapofisarias. La desventaja primaria es que la tracción vertebral longitudinal afecta a más de una articulación, por lo que no es una forma específica de estiramiento.

1. Para localizar potencialmente la fuerza de estiramiento en la columna cervical[12]

a. La columna cervical adopta una posición neutra para afectar a los segmentos superiores.

b. Se flexiona la columna cervical para afectar a los segmentos inferiores.

2. Para localizar potencialmente la fuerza de estiramiento en la columna lumbar [1]

a. La columna lumbar adopta una postura neutra para afectar a los segmentos inferiores.

b. Se flexiona la columna lumbar y las rodillas para afectar a los segmentos superiores y la región torácica inferior.

3. Para obtener efectos unilaterales

El segmento vertebral adopta una posición de inclinación lateral con ligera rotación antes de aplicar la fuerza de tracción. También se emplea tracción posicional para este propósito.

a. Para una tracción máxima de las carillas de un lado del cuello, se flexiona lateralmente el cuello en dirección contraria y luego se gira hacia el lado sobre el que se quiere actuar.

b. Para un deslizamiento máximo de las carillas de un lado, el cuello se flexiona lateralmente y se gira en sentido contrario al lado que se quiere afectar.

c. Para una tracción y deslizamiento máximos de la columna lumbar, se flexiona el tronco hacia el lado contrario y luego se gira hacia el lado que se quiere afectar.

4. Para conseguir una fuerza de estiramiento

Debe producirse separación vertebral. El avance del tratamiento depende de la respuesta del paciente.

5. Precaución

Hay que tener cuidado con las articulaciones degenerativas; un exceso de movimiento podría aumentar su irritabilidad. Si la tracción causa más dolor o reduce la amplitud del movimiento, se usaba demasiada fuerza de tracción o ésta es inapropiada para continuar como método de tratamiento. No debe usarse tracción cuando hay inestabilidades potenciales por necrosis ligamentaria en casos de artritis reumatoide[16] o afecciones en las que se ha prolongado la toma de esteroides.

C. Artralgia a causa de articulaciones cigapofisarias sintomáticas

1. Estadio agudo

Se cree que pequeños movimientos dentro de la amplitud articular disponible estimulan los mecanorreceptores y bloquean la percepción del dolor a nivel vertebral, además de ayudar a estimular el intercambio normal de líquidos.[8,15] Fuerzas suaves de tracción intermitente tal vez alivien el dolor; las fuerzas no deben causar separación de las vértebras ni estirar ningún tejido dañado.

2. Estadio crónico

El dolor por hipomovilidad requiere dosis que aplican una fuerza de estiramiento sobre los tejidos que imponen la limitación. La tolerancia del paciente dicta si se emplean dosis mayores de tracción intermitente o dosis menores de tracción sostenida o posicional.

D. Espasmos musculares o rigidez refleja de la musculatura

1. Si la causa de los espasmos o la rigidez refleja de la musculatura es la protrusión del núcleo pulposo o se relaciona con un problema cigapofisario, habrá que tratar la causa del problema, y no sólo los espasmos musculares.

2. En el caso de una lesión de tejidos blandos o el desgarro de un músculo, el área dañada debe mantenerse en una posición acortada durante el estadio agudo de la curación, para luego elongarla gradualmente a medida que la cicatriz se vuelve estable (ver capítulo 7).

a. La flexión de la columna genera una fuerza de estiramiento sobre las estructuras de tejidos blandos y los músculos posteriores de la columna, y aumenta el grado de contracción muscular [7]; por tanto, debe evitarse la flexión durante el estadio agudo de la curación.

b. La columna adopta una posición indolora.

c. Por lo general, se prefiere tracción intermitente suave después de cualquier lesión aguda cuando se desconoce la extensión de la lesión de los tejidos blandos.

d. Si hay cualquier exacerbación de los síntomas, no se aplicará tracción alguna.

E. Bloqueo del tejido meniscoide

Si el tejido meniscoide queda atrapado, bloqueará el movimiento; con frecuencia, el paciente inclina el tronco hacia delante y no puede volver a la posición erguida. La tracción longitudinal deslizará las carillas articulares y someterá a tensión la cápsula articular; la tracción posicional causará separación en las superficies articulares así como tensión sobre la cápsula articular. Cualquiera de ellas, aplicada en dosis suficiente para causar el movimiento deseado, debería liberar el tejido meniscoide atrapado.

F. Dolor discógeno, fractura poscompresión y otras afecciones de columna

Estas afecciones pueden responder a la tracción vertebral. Se empieza con el segmento vertebral en una posición neutra o indolora. Los síntomas deben monitorizarse e introducir adaptaciones en la técnica, según la respuesta del paciente.

IV. Limitaciones, contraindicaciones y precauciones

A. Limitaciones de la tracción

1. El efecto de separación de las vértebras es temporal, aunque el alivio temporal tal vez baste para romper el ciclo de dolor reflejo.

2. No existen protocolos consistentes; la razón es hipotética y se basa en resultados clínicos poco consistentes.[9,25] La experiencia personal y la respuesta del pa-

ciente dictan el método, la fuerza, la duración y la frecuencia del tratamiento.[2]

3. La fuerza de tracción longitudinal es inespecífica del nivel vertebral. Afecta a toda la región.

B. Contraindicaciones[9,21,23]

1. Cualquier afección o proceso morboso vertebrales en los que el movimiento está contraindicado.

2. Distensiones musculares, esguinces e inflamación agudos o cualquier síntoma doloroso agravado por los tratamientos iniciales con tracción.

3. Fuerzas de estiramiento en áreas de hipermovilidad vertebral.

4. Artritis reumatoide de la columna cervical, donde la necrosis potencial de los ligamentos podría causar inestabilidad y subluxación o luxación de una vértebra y lesión de la médula espinal.[16]

5. Cualquier afección vertebral donde esté comprometida la integridad estructural, como un cáncer vertebral, osteoporosis, tumor o infección.

6. Son contraindicaciones para la tracción lumbar un embarazo, hipertensión descontrolada, aneurisma de la aorta, hemorroides graves, enfermedad cardiovascular, hernia abdominal y hernia de hiato.

C. Precauciones

1. El dolor de la articulación temporomandibular (ATM) puede ser provocado por el uso de cinchas cervicales, sobre todo cuando el barbiquejo ejerce mucha fuerza sobre la mandíbula. Esto se produce con mayor frecuencia cuando la cabeza está ligeramente flexionada.[7] Si el dolor aumenta en la ATM, se sugieren varias alternativas:

a. Se emplea tracción manual, con lo cual se evita la presión bajo la mandíbula.

b. Se colocan torundas de algodón trenzado entre los dientes posteriores; la presión bajo el mentón procedente de la cinta que ejerce tracción causará una distracción de la ATM.

c. Se emplea una unidad de tracción cervical que no requiera barbiquejo. La fijación depende de una cinta que ciñe la frente del paciente y de la tracción de una almohadilla bajo el occipucio.[23]

2. Los pacientes que lleven dentadura postiza no deben quitársela, ya que la ATM adoptaría una posición anómala en reposo y podría sufrir traumatismos con la presión del barbiquejo.

3. Algunas de las afecciones enumeradas como *contraindicaciones* se benefician de la cuidadosa aplicación de tracción. Cuando la tracción mecánica sea demasiado forzada para la afección, la tracción manual o posicional son alternativas adecuadas.

4. Pacientes con problemas respiratorios o que sufran claustrofobia cuando se metan en el aparato de tracción.

V. Procedimientos generales

A. Determinar la propiedad de la elección de tracción mediante prueba con tracción manual

(Ver secciones VI y VII donde aparecen las técnicas.)

1. Si la tracción de la prueba alivia o reduce los síntomas, se aplica un tratamiento inicial.

2. Por el contrario, si la tracción de la prueba agrava los síntomas, probablemente no debería aplicarse tratamientos con tracción.

3. Cuando se evalúe la lesión, se aplica la fuerza de tracción en distintas posiciones de flexión, extensión, inclinación lateral y rotación para hallar la posición que reduzca o alivie mejor los síntomas. Se emplea esa posición, si es posible, para el tratamiento inicial.

4. Se vuelve a evaluar al paciente inmediatamente después, así como al día siguiente, para determinar si debe modificarse o continuarse la tracción.

B. Determinar si se emplea tracción manual, posicional o mecánica

C. Posición del paciente para una comodidad y relajación máximas

Si se emplea tracción mecánica, se aseguran los arneses o la cincha al paciente y luego se ata a la máquina. Se comprueba que la tracción de la cuerda adopte el ángulo apropiado.

D. Determinar la dosis y duración

Remitimos a la sección III donde aparecen las pautas basadas en el problema del paciente. Para evitar la sensibilidad dolorosa al tratamiento:

1. La *dosis* elegida para el *tratamiento inicial* debe ser inferior a la que causaría separación de las vértebras. La progresión del peso debe determinarse mediante la respuesta y el problema del paciente que se trata.

2. La *duración* dependerá del tipo de tracción (intermitente o sostenida), del peso empleado, de la afección clínica del paciente y de los objetivos del tratamiento.

E. Reglas seguras para la tracción mecánica

1. Se emplean solo cables y cuerdas en buen estado.

2. Se asegura el equipamiento para que no se mueva cuando se aplique la fuerza de tracción.

3. Se comprueba que el dial del peso esté en cero antes de que se sitúe el paciente o de encender la máquina.

4. Se comprueba periódicamente la calibración del peso.

5. Se empleará una gasa u otro material para cubrir los puntos donde las cuerdas toquen la cara, boca o pelo del paciente. Existen cuerdas desechables, pero no se adaptan fácilmente a todos los pacientes,

6. Nunca debe estar el paciente desatendido mientras se somete a tracción a menos que tenga algún mecanismo para desactivar la unidad y algún medio de pedir ayuda.

VI. Técnicas de tracción cervical

A. Tracción manual

1. *Posición del paciente*: en decúbito supino sobre la mesa de tratamiento. El paciente debe estar todo lo relajado posible.

2. *Posición del terapeuta*: de pie a la cabeza de la mesa de tratamiento, sosteniendo el peso de la cabeza del paciente con las manos. La colocación de las manos depende de la comodidad. Sugerencias:

a. Se colocan los dedos de ambas manos bajo el occipucio (fig. 16.1A).

b. Se coloca una mano encima de la región frontal y la otra debajo del occipucio (fig. 16.1B).

c. Se rodea con los dedos índice la apófisis espinosa inmediatamente por encima del nivel vertebral que va a moverse. La colocación de la mano ejerce una tracción específica sólo sobre los segmentos vertebrales por debajo del nivel al que se colocan los dedos. Puede usarse un cinturón que rodee las caderas del terapeuta para reforzar la acción de los dedos y aumentar la facilidad de la aplicación de la fuerza de tracción (fig. 16.1C).

3. Cuando se emplea tracción manual para la evaluación del paciente, se varía la posición de la cabeza de éste en flexión, extensión, e inclinación lateral con rotación, y se aplica una fuerza de tracción en cada posición; se repara en la respuesta del paciente.

4. Cuando se administre el tratamiento, se emplea la posición que reduzca o alivie los síntomas con más eficacia.

5. El terapeuta aplica la fuerza fijando los brazos isométricamente, adoptando una postura estable de pie, y luego echándose hacia atrás de forma controlada. Si se emplea un cinturón, la fuerza se transmite a través de éste. Si se recurre sólo a los músculos de los brazos para aplicar la fuerza, el terapeuta se cansa con rapidez.

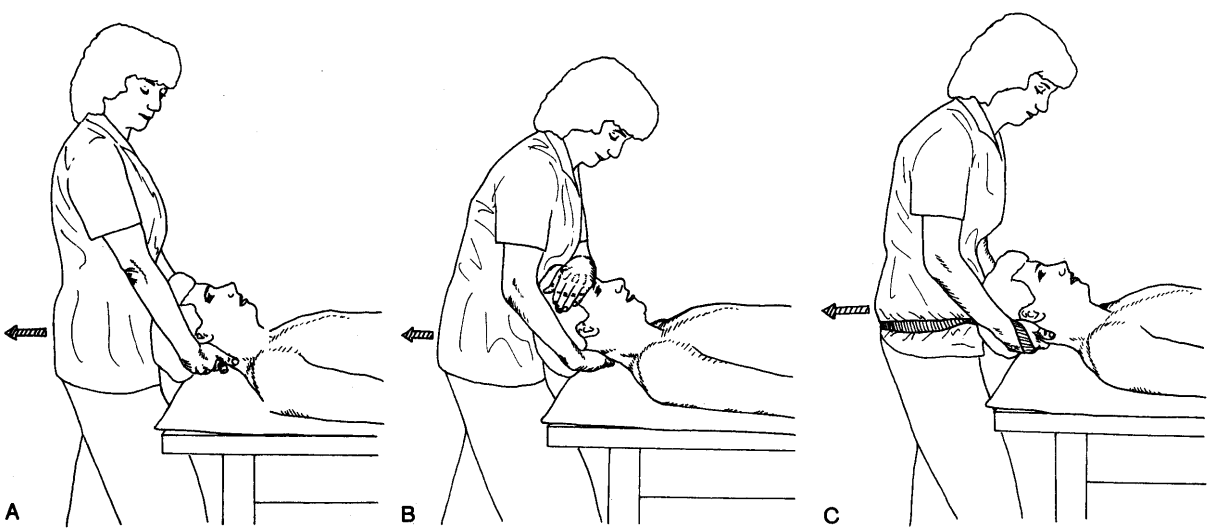


Figura 16.1. Tracción cervical manual (A) con los dedos de ambas manos bajo el occipucio, (B) con una mano sobre la región frontal y la otra debajo del occipucio, y (C) usando un cinturón como refuerzo de la fuerza de tracción de las manos.

6. La fuerza suele aplicarse de modo intermitente, con un incremento y liberación suaves y graduales de la fuerza de tracción. La intensidad y duración suelen estar limitadas por la fuerza y resistencia física del terapeuta.

7. *Valor de la tracción manual.*

a. El terapeuta puede controlar el ángulo de tracción y la posición de la cabeza.

b. Al rodear con los índices apófisis espinosas específicas, el nivel de tracción se controla en cierto grado.

c. No se somete a tensión la articulación temporomandibular, como sucede con frecuencia con la tracción mecánica.

B. Tracción posicional

1. *Posición del paciente*: en decúbito supino sobre la mesa de tratamiento.

2. *Posición del terapeuta*: de pie a la cabecera de la mesa de tratamiento, sosteniendo la cabeza del paciente con las manos. Se determina el segmento que debe recibir la mayor parte de la fuerza de tracción y se palpa la apófisis espinosa a ese nivel.

3. *Procedimiento* [18]: se flexiona la cabeza hasta que el movimiento de la apófisis espinosa se acabe de iniciar al nivel determinado. Se sostiene la cabeza con toallas dobladas a ese nivel de flexión. Luego se inclina lateralmente la cabeza lejos del lado que debe someterse a tracción hasta que se aprecie el movimiento de la apófisis espinosa al nivel deseado. Finalmente, se gira la cabeza unos pocos grados hacia el lado de la tracción. Se ajusta el apoyo conferido por las toallas con el fin de mantener esta posición durante el estiramiento de tracción sostenida y baja intensidad sobre la articulación cigapofisaria y los tejidos blandos circundantes.

4. *Valor de la tracción posicional*: la fuerza de tracción primaria puede aislarse en una articulación cigapofisaria específica. Esto tal vez sea beneficioso cuando se necesite un estiramiento selectivo, como cuando el segmento por encima o en el lado contralateral es hipermóvil y no debe estirarse.

C. Tracción mecánica

1. Hay que familiarizarse con el aparato revisando las instrucciones del fabricante. Hay que aprender su capacidad, sus limitaciones y los posibles ajustes del equipamiento.

2. *Posición del paciente para que esté cómodo.*

a. Sentado

(1) Esta posición exige menos espacio en las clínicas pero requiere más fuerza para superar la tensión muscular y conseguir la separación de las vértebras que en decúbito supino.[6]

(2) Se emplea una silla cómoda con brazos o se coloca una almohada sobre el regazo del paciente para que descansen los brazos.

(3) La altura de la silla debe sostener los muslos y dejar que los pies descansen cómodamente en el suelo o sobre un escabel.

b. En decúbito supino (fig. 16.2)

(1) Esta posición exige menos fuerza para superar la tensión muscular que en posición sedente.

(2) Esta posición tiende a reducir la curva lordótica causada a la fuerza de la gravedad sobre las vértebras.[6]

(3) Se apoya el paciente en cojines para conseguir la máxima comodidad.

(4) Dependiendo del ángulo de tracción, habrá que tener presente la fricción de la cabeza sobre la superficie de la mesa de tratamiento.

c. Parcialmente reclinado

(1) Se emplea una silla reclinada o una mesa inclinada para ofrecer posiciones alternativas en posición sedente o en decúbito supino.

(2) La fuerza de la gravedad puede o no tener influencia, dependiendo del ángulo de tracción.

3. La *posición de la cabeza* del paciente está determinada por la evaluación y por la afección que se esté tratando.

a. Para obtener la separación de las vértebras, la cabeza se flexiona 35 grados; cuanto mayor sea el ángulo de la flexión del cuello, mayor será la elongación posterior.[4]

b. Para obtener mayor relajación muscular, la posición de la cabeza está más cerca de la postura neutra.[7]

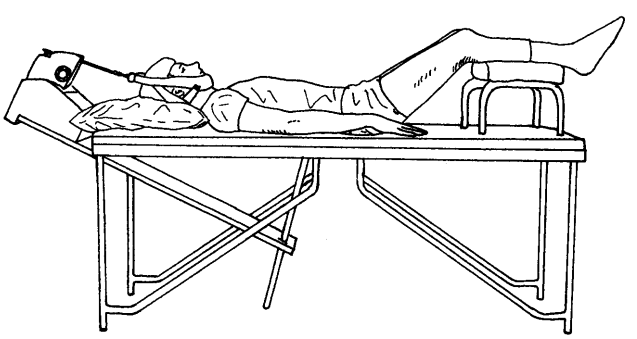


Figura 16.2. Tracción mecánica sobre la columna cervical, con el paciente en decúbito supino.

c. Para obtener efectos unilaterales, la cabeza adopta una posición de inclinación lateral o una flexión lateral con ligera rotación (como se describe en la sección sobre la tracción posicional) antes de aplicar la tracción. Se asegura el tórax del paciente con una cincha para que no se vuelva a alinear con la tracción de la cuerda.

4. *Aplicación del barbiquejo*

a. Primero, se forra el barbiquejo con gasa o un tejido.

b. Se ajusta el barbiquejo para que el paciente esté cómodo. La fuerza mayor de tracción debe ejercerse sobre el occipucio y no sobre el mentón con el fin de reducir al mínimo la compresión de la articulación temporomandibular. Cabe poner una gasa entre los dientes o una almohadilla bajo el mentón para absorber mejor la presión.

c. No debe quitarse la dentadura postiza si el paciente la lleva o la tensión se puede ejercer sobre las articulaciones temporomandibulares.

d. Las gafas se dejarán cerca en lugar seguro.

e. Se une el barbiquejo a la barra de la unidad de tracción; se comprueba que el paciente esté alineado para que la tracción sea correcta.

5. *Controles*.

a. El dial del peso debe situarse en cero antes de activar la unidad.

b. Si la unidad cuenta con programadores para la tracción intermitente, deben programarse los intervalos de tiempo deseados.

(1) Se necesitan sólo 7 segundos para una separación máxima en cualquier ciclo, si bien esta frecuencia tiende a ser irritante.

(2) Los intervalos iniciales sugeridos son 30 segundos en marcha, 30 segundos parado o 1 minuto en marcha y 30 segundos parado.

c. La duración del tratamiento es de 10 a 30 minutos en los casos de tracción sostenida o intermitente, dependiendo del estado del paciente y de los objetivos del tratamiento.

6. *Activar la unidad y aumentar gradualmente la fuerza de tracción*.

a. Para evitar la sensibilidad dolorosa causada por el tratamiento, el primero no debe superar 5 a 7 kg.

b. La progresión de la dosis en los tratamientos con éxito depende de los objetivos y de la reacción del paciente.

7. *Seguridad*.

Se muestra al paciente cómo apagar la unidad si los síntomas se agudizan.

8. A *la conclusión del tratamiento*.

a. Se apagan todos los controles y se ponen los diales e indicadores a cero. Se quita el barbiquejo de la barra ensanchadora y luego se quita el barbiquejo de la cabeza.

b. Se vuelve a evaluar el estado del paciente. El terapeuta se asegura de que el paciente no está mareado ni siente náuseas antes de salir del área de tratamiento.

c. Si el paciente refiere cefalea, náuseas, desvanecimiento o aumento de los síntomas durante o después del tratamiento, se reduce el peso o el tiempo del tratamiento en la siguiente visita o se suspenden los tratamientos si lo exige la afección.

D. Tracción a domicilio: mecánica

1. El paciente practica los preparativos bajo la supervisión del terapeuta. Hay que asegurarse de que entiende:

a. La posición y la postura del cuello que debe adoptar

(1) Con un sistema de poleas colocado encima de una puerta, el paciente se sienta mirando el peso si se recurre a la posición flexionada.

(2) Se sienta mirando a otra parte que no sea el peso si se emplea una posición neutra o extendida. En el caso de la posición neutra, la cabeza debe estar directamente bajo la polea; en el caso de la posición en extensión, la silla se desplaza hacia delante.

(3) Si se quiere una posición en decúbito supino, la cabeza suele colocarse flexionada con el ronzal para la cabeza conectado con el sistema de poleas; el peso del cuerpo actúa como contrafuerza.

b. Cómo ponerse cómodo

c. Cómo aplicar y liberar los pesos con seguridad

2. Varía la aplicación de peso. El método más corriente es con un saco lastrado en el sistema de poleas (fig. 16.3). Si el paciente emplea pesas, se pondrán en una silla o mesa junto a él. El paciente practicará usando las pesas para que el movimiento sea coordinado y seguro.

3. El método más fácil de aplicar es tracción sostenida (hasta 30 minutos) con pesos pequeños (5 kg). La tracción intermitente requiere que el paciente levante el peso para quitar la fuerza del cuello a intervalos frecuentes. Se evalúan ambas técnicas para determinar cuál proporciona mayor relajación y alivio de los síntomas.

E. Autotracción

1. El paciente se sienta o se tumba. Aprende a colocar las manos detrás del cuello con los dedos entrecruzados; el borde cubital de los dedos y manos queda bajo el occipucio y las apófisis mastoides. El paciente, a continuación, ejerce un movimiento ascendente con la cabe-

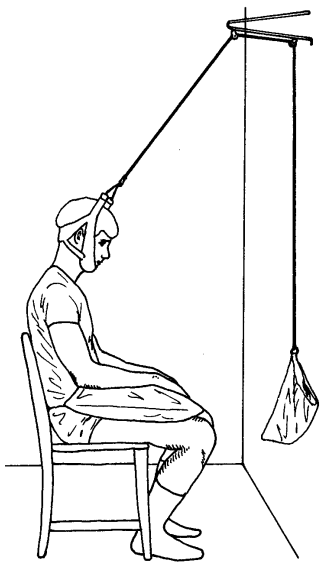


Figura 16.3. Tracción en casa para la columna cervical mediante un saco lastrado y suspendido de un sistema de poleas para generar fuerza de tracción con el paciente con la cabeza flexionada. Para el caso de una posición neutra o extendida, el paciente debe sentarse bajo la polea y mantener la columna cervical en posición neutra o en extensión.

za. La cabeza puede adoptar flexión, extensión, inclinación lateral o rotación para generar efectos más aislados. Puede aplicar la tracción con intermitencia o de forma sostenida.

2. La tracción posicional también se emplea para la autotracción. El paciente aprende a adoptar la posición determinada por el terapeuta como se describe en la sección VI.B.

VII. Técnicas de tracción lumbar

A. Tracción manual

1. La tracción manual en la región lumbar no se aplica con tanta facilidad como en la región cervical porque al menos debe moverse la mitad del peso del cuerpo y hay que superar el coeficiente de fricción de la parte que se desea mover.

2. *Posición del paciente*: en decúbito supino o sobre una mesa de tratamiento, preferiblemente una mesa de tracción partida para reducir al mínimo la resistencia causada por la fricción.

3. *Posición del terapeuta*: varía según la posición de las caderas y extremidades inferiores del paciente.

a. Cuando las extremidades inferiores están extendidas y también la columna lumbar, el terapeuta puede ejercer tracción sobre los tobillos.

b. Con las caderas flexionadas 90 grados y la columna lumbar flexionada, las piernas del paciente se pasan por encima de los hombros del terapeuta. A continuación, el terapeuta ejerce la fuerza con los brazos rodeando los muslos del paciente.

c. Puede emplearse un cinturón pélvico con cinchas.

4. Cuando se emplea tracción manual para la evaluación, se varía el grado de flexión, extensión o inclinación lateral, y se repara en la respuesta del paciente.

5. Durante el tratamiento, se emplea la posición de la columna que reduzca mejor los síntomas del paciente.

6. El terapeuta debe emplear todo el peso del cuerpo para generar cualquier fuerza de tracción. Cuando se aplica una dosis alta de tracción, el tórax se estabiliza. Se ciñe a la caja torácica del paciente un arnés que contrarreste la tracción y se asegura a la cabecera de la mesa, o se cuenta con una segunda persona que estabilice al paciente permaneciendo de pie al extremo de la cabecera de la mesa y cogiendo los brazos del paciente.

B. Tracción posicional[18,21,23]

1. *Posición del paciente*: decúbito lateral, con el lado que se trata arriba. Se coloca una toalla enrollada bajo la columna al nivel donde se desee la fuerza de tracción; ésta provoca inclinación lateral hacia el lado contrario al que se trata y, por tanto, un deslizamiento ascendente de las articulaciones cigapofisarias (fig. 16.4A).

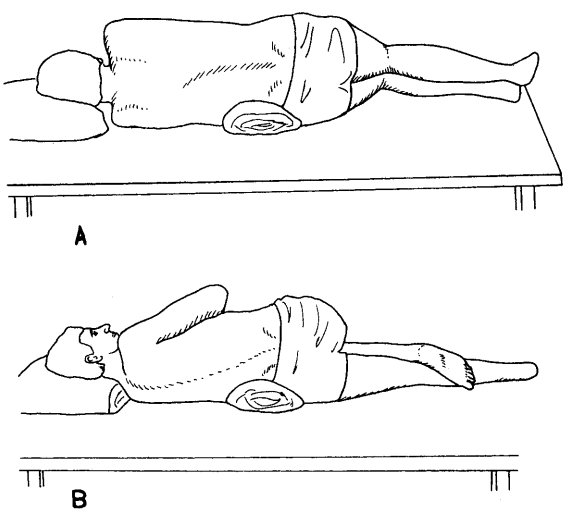


Figura 16.4. Tracción posicional para la columna lumbar. (A) La inclinación lateral sobre una toalla enrollada genera una tracción longitudinal en los segmentos del lado superior de la espalda. (B) La inclinación lateral con rotación suma una fuerza de tracción a las articulaciones cigapofisarias del lado superior.

2. *Posición del terapeuta*: de pie, al lado de la mesa de tratamiento y mirando al paciente. El terapeuta determina el segmento que recibe la mayor parte de la fuerza de tracción, y palpa las apófisis espinosas a ese nivel y al inmediatamente superior.

3. *Procedimiento*[18]: el paciente se relaja en la posición de inclinación lateral. Se añade rotación para aislar una fuerza de tracción sobre el nivel deseado. Se gira la porción superior del tronco ejerciendo una ligera tracción sobre el brazo del paciente sobre el cual descansa al tiempo que palpa las apófisis espinosas con la otra mano con el fin de determinar cuándo la rotación ha alcanzado el nivel justo por encima de la articulación que quiere traccionarse. Luego se relaja el muslo de la pierna superior del paciente de nuevo palpando las apófisis espinosas hasta que se produzca la flexión de la porción inferior de la columna al nivel deseado. El segmento en el que se encuentran esas dos fuerzas opuestas genera ahora una fuerza máxima de tracción posicional (fig. 16.4B).

4. *Valor de la tracción posicional*: la fuerza primaria de tracción puede dirigirse al lado en que se aprecian los síntomas o puede aislarse sobre una articulación cigapofisaria específica, y entonces es beneficiosa para un estiramiento selectivo.

C. Tracción mecánica (fig. 16.5)

1. Hay que familiarizarse con la unidad o aparato repasando las instrucciones de funcionamiento del fabricante. La tracción más eficaz se aplica mediante una mesa de masajes de varios cuerpos, con lo cual se elimina la necesidad de superar el coeficiente de fricción de la mitad del peso del paciente.

2. *Aplicación de tracción con el arnés de contratracción*.

a. Saunders recomienda un arnés de tracción intensa fabricado con vinilo que se ciñe directamente sobre la piel del paciente para que no resbale.[21]

b. El arnés de tracción se ciñe sobre la pelvis para que la porción superior quede asegurada por encima de la cresta ilíaca.

c. El arnés de contratracción se emplea para que el paciente no resbale. Se ciñe sobre la porción inferior de la caja torácica.

3. *Posición del paciente en decúbito supino o prono*.

a. El tórax debe hallarse en la parte estática de la mesa, y la pelvis sobre la parte móvil (que se mantiene bloqueada hasta que el paciente esté listo para activar la unidad) con lo cual la columna lumbar queda sobre la parte sin apoyo de la mesa.

b. Si la columna está flexionada, extendida o en inclinación lateral se determina mediante la evaluación de la comodidad y el estado del paciente, así como con los objetivos del tratamiento.

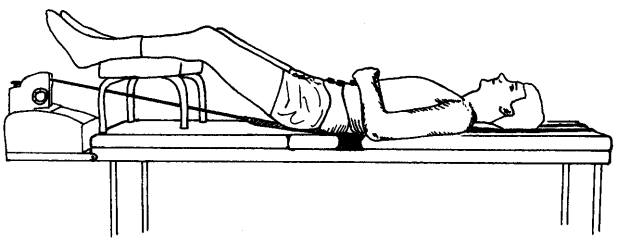


Figura 16.5. Tracción mecánica sobre la columna lumbar en flexión empleando una mesa de tracción partida y con el paciente en decúbito supino.

c. Para conseguir separación posterior de las vértebras, la columna lumbar debe estar flexionada (aplanada).

(1) En decúbito supino, las caderas se flexionan y los muslos descansan sobre una banqueta acolchada.

(2) En decúbito prono, se colocan varios cojines bajo el abdomen del paciente.

4. *Asegurar las cinchas de anclaje*.

a. El arnés de contratracción o estabilizador se asegura al extremo de la mesa de masajes de varios cuerpos.

b. Las cinchas del arnés de tracción pueden prenderse a la barra ensanchadora, que se ata a la cuerda de tracción.

c. Si va a aplicarse tracción unilateral, se prende sólo una cincha de anclaje del arnés pélvico directamente a la cuerda de tracción.[22]

d. Se comprueba que el paciente esté alineado para una tracción correcta, para luego quitar toda la tensión a las cinchas.

5. *Controles*.

a. Hay que familiarizarse con el tipo de unidad. Los modelos computadorizados presenta opciones como una fase progresiva durante la cual aumenta de modo gradual la fuerza de tracción con intervalos programados. Otras unidades deben estar a cero antes de ser activados.

b. Si la unidad cuenta con programadores para la tracción intermitente, se programarán para conseguir los intervalos de tiempo deseados.

c. Se establece la duración del tratamiento. La duración puede ser de hasta 30 minutos en el caso de la mayoría de las unidades mecánicas. La duración depende de los objetivos y del estado del paciente y su reacción a la tracción.

6. *Desbloquear la mesa de masajes de varios cuerpos* para que se separe cuando se active la unidad.

7. *Activar la unidad y aumentar gradualmente la fuerza* (si no se ha programado la unidad para que lo haga de modo automático).

a. Para evitar sensibilidad dolorosa al tratamiento, el primero de ellos no debe superar la mitad del peso del paciente.

b. La progresión de la dosis en los tratamientos exitosos dependerá de los objetivos y de la reacción del paciente.

8. *Seguridad*.

Se muestra al paciente cómo apagar la unidad si los síntomas empeoran mientras la unidad está en marcha. El terapeuta se asegura de que cuente con un avisador para pedir ayuda en caso de necesidad.

9. A *la conclusión del tratamiento*:

a. Se apagan todos los controles y los indicadores se ponen a cero.

b. Se bloquea la mesa de masajes de varios cuerpos antes de que el paciente trate de levantarse.

c. Se vuelve a evaluar al paciente; se aprecia cualquier cambio en los síntomas o en la amplitud del movimiento.

D. Tracción a domicilio: mecánica

1. En el mercado hay variedad de unidades de tracción para el hogar. Se elige una que cubra los objetivos del paciente. El montaje y las instrucciones son específicas del diseño de cada unidad. El paciente practicará el montaje y ejecución de la tracción bajo la supervisión del terapeuta. Hay que asegurarse de que sepa:

a. La posición.

b. Cómo estar cómodo.

c. Cómo aplicar y liberar la fuerza de tracción con seguridad.

2. Como la mayoría de las unidades para el hogar emplean el peso y posición del cuerpo dentro de un sistema de poleas para generar la fuerza de tracción, lo más fácil es usar tracción sostenida. Se establece una duración segura para el paciente y compatible con los objetivos del tratamiento.

E. Autotracción: manual

1. Para separar el segmento posterior de la columna lumbar, el paciente se tumba en decúbito supino. Luego lleva ambas rodillas hacia el pecho y las aguanta (asiendo las piernas por los muslos). Esto puede hacerse de modo intermitente soltando las piernas y dejándolas que bajen parcialmente, para luego volverlas a subir de nuevo hasta el pecho (fig. 15.5).

Precaución: Al flexionar la columna de este modo aumenta la presión intradiscal; por tanto, esta técnica no debe usarse para tratar los síntomas de una protrusión discal aguda.

2. La tracción posicional puede usarse para la autotracción. El paciente aprende a adoptar la posición determinada por el terapeuta como se describe en la sección VII.B (ver fig. 16.4).

VIII. Resumen

En este capítulo se han descrito los conceptos básicos, las indicaciones, contraindicaciones y precauciones de la tracción vertebral, a lo cual le han seguido las pautas y técnicas para aplicar tracción cervical y lumbar con técnicas manuales, posicionales y mecánicas. Como la tracción vertebral es sólo una técnica para el tratamiento de los problemas de columna y espalda, se ha sugerido el estudio de este capítulo junto con los capítulos 14 y 15.

Bibliografía

1. Broden, J: "Manueell Medicin och Manipulation". *Lakartidningen* 63:1037, 1966. (As reported by Saunders, HD: Lumbar Traction. Jounrnal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy 1:36, 1979.)
2. Cailliet, R: *Neck and Arm Pain*, ed 3. FA Davis, Filadelfia, 1991.
3. Cailliet, R: *Low Back Pain Syndrome*, ed 4. FA Davis, Filadelfia, 1988.
4. Colachis, S, y Strohm, B: "A study of tractive forces and angle of pull on vertebral interspaces in the cervical spine". *Arch Phys Med Rehabil* 46:220, 1965.
5. Colachis, S, y Strohm, B: "Effects of intermittent traction on separation of lumbar vertebrae". *Arch Phys Med Rehabil* 50:251, 1969.

6. Deets, D, Hands, K, y Hopp, S: "Cervical traction: A comparison of sitting and supine positions". *Phys Ther* 57:255, 1977.

7. DeLacerda, F: "Effect of angle of traction pull on upper trapezius muscle activity". JOSPT 1:205, 1980.

8. Grieve, G: "Manual mobilizing techniques in degenerative arthrosis of the hip". *Bull Orthop Sec* APTA 2/1:7, 1977.

9. Harris, P: "Cervical traction: Review of literature and treatment guidelines". *Phys Ther* 57:910, 1977.

10. Hood, C, y otros: "Comparison of electromyographic activity in normal lumbar sacrospinalis musculature during continuous and intermittent pelvic traction". *Journal of orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2:137, 1981.

11. Judovich, B: "Lumbar traction therapy". JAMA 159:549, 1955.

12. Maitland, GD: *Vertebral Manipulation*, ed 5. Butterworth & Co, Londres, 1986.

13. Matthews, J: "Dynamic discography: A study of lumbar traction". *Ann Phys Med* 9:275, 1968.

14. Mathews, J: "The effects of spinal traction". *Physiotherapy* 58:64, 1972.

15. McDonough, A: "Effect of immobilization and exercise on articular cartilage: A review of literature". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 3:2, 1981.

16. Moneur, C, y Wiliams, HF: "Cervical spine management in patients with rheumatoid arthritis". *Phys Ther* 68:509, 1988.

17. Murphy, MJ: "Effects of cervical traction on muscle activity". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 13:220, 1991.

18. Parris, S: Spinal Dysfunction: *Etiology and Treatment of Dysfunction Including Joint Manipulation*. Manual of Course Notes, Atlanta, 1979.

19. Pelleechia, GL: "Lumbar traction: A review of the literature". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 20:263, 1994.

20. Reilly, J, Gersten, J, y Clinkingbeard, J: "Effect of pelvic-femoral position on vertebral separation produced by lumbar traction". *Phys Ther* 59:282, 1979.

21. Saunders, H: "Lumbar traction". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 1:36, 1979.

22. Saunders, H: "Unilateral lumbar traction". *Phys Ther* 61:221, 1981.

23. Saunders, HD: "Spinal traction". En Saunders, HD: *Evaluation, Treatment and Prevention of Musculoskeletal Disorders*. Viking, Minneapolis, 1985.

24. *Taber's Cyclopedic Medical Dictionary*, ed 17. FA Davis, Filadelfia, 1993.

25. van der Heijden, GJMG, y otros: "The efficacy of traction for back and neck pain: A systematic, blinded review of randomized clinical trial methods". *Phys Ther* 75:93, 1995.

26. Wyke, B: *Neurological aspects of pain for the physical therapy clinician*. PT Forum '82 (notas), Columbus, 1982.

Parte

III

Áreas especiales del Ejercicio terapéutico

Capítulo

17

Principios del ejercicio para pacientes obstétricas

CATHY J. KONKLER, BS, PT • CAROLYN KISNER, MS, PT

Durante y después del embarazo, las mujeres constituyen un reto único para los fisioterapeutas. El embarazo es un momento de profundos cambios musculoesqueléticos, físicos y emocionales, si bien supone un estado dentro del bienestar. Para muchas clientes, el terapeuta suele poder evaluar y vigilar los cambios físicos siendo el interés primario mantener el bienestar. Los terapeutas también pueden evaluar y ayudar a la cliente con manifestaciones musculoesqueléticas específicas al incorporar conocimientos sobre lesiones y curación de tejidos a los conocimientos sobre los cambios durante el embarazo. Este capítulo no presente un protocolo específico de ejercicio para su empleo durante el embarazo y el puerperio; sino que más bien ofrece al lector información básica sobre los cambios físicos del embarazo como base para el desarrollo de programas seguros y eficaces de ejercicio. El capítulo también aborda la modificación de los ejercicios generales para cubrir las necesidades de la cliente obstétrica, y ofrece información que ayuda al lector a tomar decisiones sobre los ejercicios que hay que incluir en un programa de ejercicio para embarazos sin complicaciones. Los partos por cesárea, los embarazos de alto riesgo y las necesidades especiales de las clientes en estas situaciones se tratarán por separado al final del capítulo.

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, el lector podrá:

1. Identificar los estadios y características principales del embarazo, el parto y el alumbramiento.

2. Describir los cambios fisiológicos normales del embarazo en los sistemas de órganos y el sistema musculoesquelético.

3. Identificar los ajustes posturales corrientes para el embarazo.

4. Definir la diastasis recti abdominis y su importancia durante el embarazo.

5. Describir el procedimiento de evaluación para la diastasis recti abdominis y los ejercicios correctores para la afección.

6. Identificar otras patologías del sistema musculoesquelético causadas por el embarazo.

7. Describir la estructura, función e importancia del suelo de la pelvis.

8. Describir las técnicas de rehabilitación del suelo de la pelvis.

9. Resumir los objetivos y pautas de un programa obstétrico de ejercicios para embarazos sin complicación.

10. Identificar las contraindicaciones posibles y absolutas del ejercicio durante el embarazo.

11. Establecer una programa seguro de ejercicio terapéutico que aborda o modifica los cambios del embarazo y ayuda a la preparación para el parto.

12. Describir las respuestas de la madre y el feto al ejercicio.

13. Definir el parto por cesárea y el embarazo de alto riesgo.

14. Identificar los objetivos del ejercicio y la rehabilita-

ción para las clientes de alto riesgo o sometidas a cesárea.

15. Describir modificaciones o adiciones para el programa de ejercicio para las clientes de alto riesgo o sometidas a cesárea.

I. Revisión del embarazo, el parto y el alumbramiento

A. Embarazo (40 semanas desde la concepción hasta el alumbramiento)[4,16,35]

El embarazo se divide en tres trimestres.

1. Cambios durante el primer trimestre: semanas 0 a 12 del embarazo

a. La implantación del huevo fecundado o cigoto en el útero se produce 7 a 10 días después de la fecundación.

b. La madre puede sentir náuseas o vomitar, estar muy cansada y orinar con más frecuencia por la presión del útero en crecimiento.

c. Puede aumentar el tamaño de las mamas.

d. Se produce un ligero aumento de peso de 0 a 1.455 g.

e. Puede haber cambios emocionales.

f. Al final de la semana duodécima, el feto tiene de 6 a 7 cm de largo y pesa aproximadamente 20 g. El bebé puede dar patadas, girar la cabeza y tragar, y tiene un corazón que late, si bien la madre no siente todavía estos movimientos.

2. Cambios durante el segundo trimestre: semanas 13 a 26 del embarazo

a. El embarazo resulta visible a los demás.

b. La madre empieza a sentir el movimiento hacia las 20 semanas.

c. Durante este trimestre, la mayoría de las mujeres se siente muy bien. Por lo general, han desaparecido las náuseas y el cansancio.

d. Al final del segundo trimestre, el feto tiene de 19 a 23 cm de longitud y pesa aproximadamente 600 g.

e. El feto tiene ahora cejas, pestañas y uñas, y tendría mínimas posibilidades de sobrevivir si naciera prematuramente.

3. Cambios durante el tercer trimestre: semanas 27 a 40 del embarazo (las semanas 38 a 42 se consideran embarazo a término)

a. El útero tiene ahora gran tamaño y presenta contracciones regulares, aunque sólo se sientan ocasionalmente.

b. Manifestaciones corrientes durante el tercer trimestre son micciones frecuentes, dolor de espalda, edema y cansancio en las piernas, dolor en el ligamento redondo del útero, respiración entrecortada y estreñimiento.

c. Hacia el momento del parto, el bebé tiene entre 33 y 39 cm de longitud y pesa unos 3.400 g (aunque un peso menor también sea normal).

B. Parto[4,33,35]

1. Inicio del parto

a. No se conoce el mecanismo exacto de la inducción del parto.

b. El síntoma primario del parto son contracciones involuntarias fuertes y regulares de los músculos lisos del útero.

c. El parto provocará cambios palpables en el cuello del útero.

(1) B*orramiento*: acortamiento o adelgazamiento del cuello del útero, pasando de un espesor de 5 cm antes del inicio del parto hasta el espesor de un folio de papel (fig. 17.1).

(2) D*ilatación*: abertura del cuello del útero que pasa del diámetro de la yema de un dedo hasta aproximadamente 10 cm (fig. 17.1).

2. Parto: estadio 1

a. Éste es el estadio de la dilatación y borramiento del cuello del útero. Al final de este estadio, el cuello está completamente dilatado y el bebé está listo para salir del útero.

b. El estadio 1 del parto se divide en tres fases principales.

(1) F*ase de dilatación del cuello del útero*. El cuello del útero se dilata de 0 a 3 cm y se adelgazará casi por completo. Las contracciones del útero se producen de arriba abajo, haciendo que el cuello del útero se abra y empuje el feto hacia abajo.

(2) F*ase media*. El cuello del útero se dilata 4 a 7 cm. Las contracciones son más fuertes y más regulares.

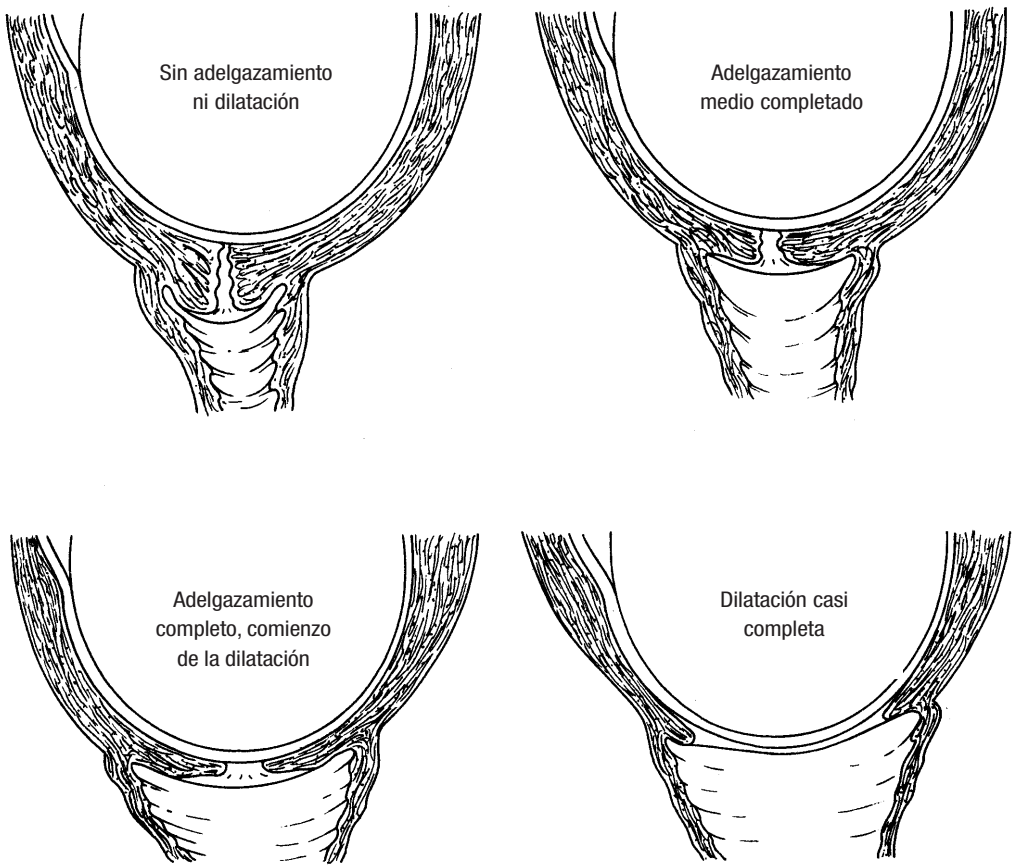


Figura 17.1. Borramiento y dilatación del cuello del útero (de Sandberg, E: Synopsis of Obstetrics, ed 10. CV Mosby, St Louis, 1978, pág. 192, reproducido con autorización).

(3) F*ase de transición*. El cuello del útero se dilata 8 a 10 cm y la dilatación es completa. Las contracciones del útero son muy fuertes y cercanas en el tiempo.

3. Parto: estadio 2 (expulsión del feto)

a. La presión intraabdominal es la fuerza primaria que expulsa el feto. Esta presión se produce mediante la contracción voluntaria de los músculos abdominales y el diafragma.

b. Descenso del feto

(1) E*ncajamiento*. El diámetro transverso mayor de la cabeza del feto pasa por el estrecho superior de la pelvis (entrada superior de la pelvis menor).

(2) D*escenso*. Progresión continua hacia abajo del feto.

(3) F*lexión*. El mentón del feto se acerca al tórax; esto se produce cuando el descenso de la cabeza se enfrenta con la resistencia de las paredes y suelo de la pelvis y el cuello del útero.

(4) R*otación interna*. El feto gira el occipucio hacia la sínfisis del pubis de la madre cuando la cabeza del feto llega al nivel de las espinas ciáticas.

(5) E*xtensión*. La cabeza flexionada del feto llega a la vulva; el feto extiende la cabeza, dejando el occipucio en contacto directo con el borde inferior de la sínfisis del pubis de la madre; esta fase termina al salir la cabeza fetal.

(6) R*otación externa*. El feto gira el occipucio hacia el sacro de la madre para permitir que los hombros del feto pasen por la pelvis.

c. Expulsión

El hombro anterior del feto pasa debajo de la sínfisis del pubis y le sigue el resto del cuerpo.

4. Parto: estadio 3 (alumbramiento)

a. E*xpulsión de la placenta*

(1) El útero sigue contrayéndose y encogiéndose después del alumbramiento; a medida que el útero disminuye de tamaño, la placenta se desprende de las paredes del útero, los vasos sanguíneos sufren constricción y se ralentiza la hemorragia. Esto puede ocurrir 5 a 30 minutos después de la expulsión del feto.

(2) Se forma un hematoma encima del lugar de implan-

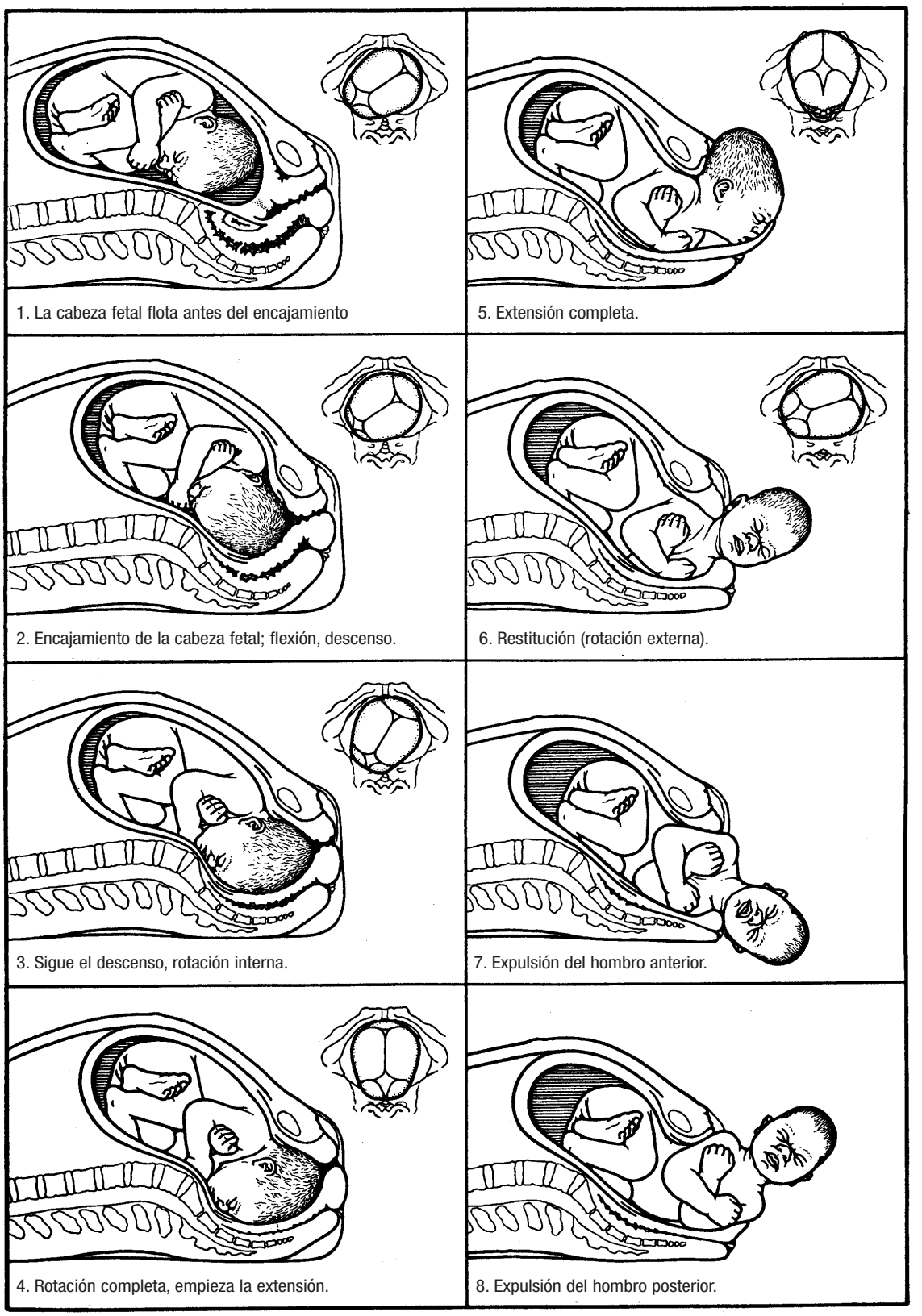


Figura 17.2. Movimientos principales del mecanismo del parto y el alumbramiento, posición anterior izquierda del occipucio (de Pritchard J, y MacDonald, P: *Williams Obstetrics*, ed 16. Appleton-Century Crofts, Norwalk, CT, 1980, reproducido con autorización).

tación de la placenta en el útero para prevenir que siga la pérdida de sangre; persiste una hemorragia leve 3 a 6 semanas después del parto.

b. *Involución uterina*

El útero sigue contrayéndose y se reduce de tamaño durante las 3 a 6 semanas después del parto; el útero siempre queda un poco mayor que antes del embarazo.

II. Cambios anatómicos y fisiológicos del embarazo*

A. Aumento de peso durante el embarazo

Es normal un aumento de un tanto por ciento del peso total durante el embarazo. Es necesario para nutrir el feto. El aumento del peso se produce por (cifras promedio):

Feto	3,63-3,88 kg
Placenta	0,48-0,72 kg
Líquido amniótico	0,72-0,97 kg
Útero y mamas	2,42-0,97 kg
Sangre y líquidos	1,94-3,99 kg
Músculos y grasa	0,48-2,91 kg
	9,70-14,55 kg

B. Sistemas de órganos

1. Sistema reproductor

a. El útero aumenta de tamaño antes del embarazo (5 por 10 cm) hasta 25 por 36 cm.

b. El útero aumenta su tamaño de 5 a 6 veces, incrementa 3.000 a 4.000 veces su capacidad, y 20 veces en peso al término del embarazo.

c. Al final del embarazo, cada miocito del útero ha incrementado su longitud unas 10 veces respecto al período anterior al embarazo.[40]

d. Una vez que el útero se expande hacia arriba y sale de la pelvis, se convierte más en un órgano abdominal que pélvico.

2. Sistema urinario

a. La longitud de los riñones aumenta 1 cm.

b. Los uréteres entran en la vejiga urinaria en un ángulo perpendicular por el aumento de tamaño del útero. Esto tal vez cause un reflujo de la orina de vuelta a los uréteres; por tanto, aumentan las posibilidades de desarrollar infecciones en las vías urinarias durante el embarazo por la estasis de la orina.

3. Sistema respiratorio

a. El edema y la congestión del tejido de las vías respiratorias superiores se producen al comienzo del embarazo por los cambios hormonales.

b. Se produce hipersecreción de las vías respiratorias superiores (estimuladas hormonalmente).

c. Aumenta progresivamente el ángulo subcostal; las costillas se expanden hacia arriba y afuera.

d. Aumentan 2 cm los diámetros anteroposterior y transverso del pecho.

e. La circunferencia total del pecho aumenta de 5 a 7 cm y no siempre recupera el estado previo al embarazo.

f. Los cambios en la posición de las costillas están estimulados hormonalmente y se producen antes del aumento de tamaño del útero.

g. El diafragma se eleva unos 4 cm; es un cambio pasivo causado por el cambio de la posición de las costillas.

h. El ritmo respiratorio no cambia, pero aumenta la profundidad de la respiración.[33]

i. Aumenta el volumen corriente y la ventilación minuto, pero la capacidad pulmonar total no cambia o se reduce ligeramente.[33,40]

j. Hay un aumento del 15 al 20 por ciento del consumo de oxígeno; existe un estado natural de hiperventilación durante el embarazo. Esto se produce para cubrir las demandas de oxígeno del embarazo.[33,40]

k. Aumenta el trabajo de la respiración por la hiperventilación; la disnea se presenta con un ligero ejercicio hacia las 20 semanas del embarazo.[33,40]

4. Sistema cardiovascular

a. El volumen sanguíneo aumenta progresivamente un 35 a 59 por ciento (1,5 a 2 litros) durante el embarazo, y vuelve a la normalidad 6 a 8 semanas después del embarazo.

b. El aumento plasmático es mayor que el aumento de eritrocitos, lo cual produce "anemia fisiológica" del embarazo, que no es una anemia real, pero representa el mayor aumento del volumen plasmático. El aumento del volumen plasmático se produce como resultado de

* Refs. 3-5, 21, 26, 29, 31, 33, 35, 40.

la estimulación hormonal para cubrir las demandas de oxígeno del embarazo.

c. La presión venosa de las extremidades inferiores aumenta en bipedestación como resultado del aumento del tamaño del útero y aumenta la distensibilidad venosa.

d. La presión de la vena cava inferior aumenta al final del embarazo, sobre todo en decúbito supino, debido a la compresión del útero justo debajo del diafragma. En algunas mujeres, el declive del retorno venoso y la reducción resultante del gasto cardíaco causa un síndrome hipotenso sintomático en decúbito supino.[12] La aorta sufre oclusión parcial en decúbito supino.

e. Aumenta el tamaño del músculo cardíaco, y se eleva el corazón debido al movimiento del diafragma.

f. Los trastornos del ritmo cardíaco son más corrientes durante el embarazo.

g. La frecuencia cardíaca suele aumentar 10 a 20 latidos por minuto al llegar a término y vuelve a los niveles normales unas 6 semanas después del embarazo.

h. El gasto cardíaco aumenta un 30 a 60 por ciento durante el embarazo y se incrementa de modo más significativo al tumbarse en decúbito lateral sobre el costado izquierdo. En esta posición, el útero ejerce una presión mínima sobre la aorta.

i. La tensión arterial disminuye al comienzo del primer trimestre. Hay una ligera reducción de la tensión arterial sistólica y una mayor disminución de la tensión arterial diastólica. La tensión arterial alcanza su nivel menor hacia la mitad del embarazo, para aumentar gradualmente desde este momento hasta el nivel previo al embarazo unas 6 semanas después del parto. Aunque se reduce el gasto cardíaco, la tensión arterial disminuye por la distensibilidad de las venas.

5. Sistema musculoesquelético[26,31,40]

a. Los músculos abdominales se estiran hasta el punto de su límite elástico hacia el término del embarazo.

b. La influencia de las hormonas sobre los ligamentos es profunda y genera una reducción general de la resistencia a la tracción de los ligamentos y un aumento de la movilidad de las estructuras sostenidas por los ligamentos.

c. Se produce la hipermovilidad articular como resultado de la laxitud ligamentaria y predispone a la paciente a lesiones articulares y ligamentarias, sobre todo en las articulaciones en carga de la espalda, la pelvis y las extremidades inferiores.

d. Los músculos del suelo de la pelvis han de soportar el peso del útero; el suelo de la pelvis desciende hasta 2,5 cm.[31]

e. El suelo de la pelvis puede estirarse o practicarse en él una incisión durante el proceso del nacimiento.

6. Sistema termorregulador[12]

a. Durante el embarazo aumenta la tasa metabólica basal y la producción de calor.

b. Se necesita un aumento de 300 kilocalorías para cubrir las necesidades metabólicas básicas del embarazo.

c. La glucemia en ayunas de las mujeres embarazadas suele ser menor que la de las mujeres no embarazadas.

C. Cambios mecánicos

1. Centro de gravedad

El centro de gravedad se desplaza hacia arriba y hacia delante por el aumento de tamaño del útero y las mamas. Esto requiere compensaciones posturales para el equilibrio y la estabilidad.

2. Postura[26,31,40]

a. La cintura escapular y la porción superior de la espalda se redondean con protracción escapular y rotación interna de las extremidades superiores por el aumento de tamaño de las mamas y la posición puerperal para el cuidado del recién nacido.

b. Aumenta la lordosis cervical de las vértebras cervicales superiores, y se desarrolla una postura de la cabeza hacia delante para compensar el alineamiento de los hombros.

c. Aumenta la lordosis lumbar para compensar la desviación del centro de gravedad y las rodillas se hiperextienden, probablemente por el cambio de la línea de gravedad.

d. El peso se desplaza hacia los talones para desviar el centro de gravedad a una posición más posterior.

e. Los cambios de postura no suelen corregirse espontáneamente después del parto, y la postura del embarazo tal vez se mantenga como una postura aprendida. Llevar el bebé en brazos también puede perpetuar la postura errónea.

3. Equilibrio

Al aumentar el peso y producirse la redistribución de la masa del cuerpo, hay compensaciones para mantener el equilibrio.

a. La mujer suele caminar con una base más amplia de soporte.

b. Algunas actividades como caminar, agacharse, subir escaleras, levantar pesos y estirarse para coger cosas se vuelven más difíciles.

c. Algunas actividades que requieren equilibrio fino y cambios rápidos de dirección, como el aeróbic y montar en bicicleta, llegan a ser peligrosas, sobre todo durante el tercer trimestre.

III. Patologías inducidas por el embarazo

A. Diastasis recti abdominis[2,6,19,26,31,33,40]

1. Definición

Separación de los músculos rectos del abdomen en la línea media de la línea blanca. Se desconoce la etiología de la patología, pero se interrumpe la continuidad de la pared abdominal (fig. 17.3).

2. Incidencia

Se considera significativa cualquier separación superior a 2 cm.[2,26]

a. La afección no es exclusiva de las mujeres embarazadas, pero sí es frecuente en esta población.

b. La diastasis recti abdominis posiblemente se produce durante el embarazo como resultado de los efectos hormonales sobre el tejido conjuntivo y los cambios bioquímicos del embarazo. No causa malestar.[26]

c. Es relativamente poco frecuente durante el primer trimestre, pero la incidencia aumenta a medida que progresa el embarazo, llegando al mínimo durante el tercer trimestre.

d. No siempre se resuelve de modo espontáneo después del parto y a veces prosigue pasado el puerperio de 6 semanas.

e. Puede producirse por encima, por debajo o a nivel del ombligo, pero suele ser menos frecuente por debajo del ombligo.

f. Parece ser menos corriente en mujeres con buen tono abdominal antes del embarazo.[2]

3. Importancia

a. La afección de diastasis recti abdominis puede producir síntomas musculoesqueléticos, como lumbalgia, posiblemente como resultado de la reducción de la capacidad de los músculos abdominales para controlar la pelvis y la columna lumbar.

b. En los casos graves de separación, el segmento anterior de la pared abdominal se compone sólo de piel, fascia, grasa subcutánea y peritoneo.[2,6,33] La falta de soporte abdominal proporciona menos protección al feto.

c. Los casos graves terminan en ocasiones en una hernia de las vísceras abdominales a través de la separación de la pared abdominal.

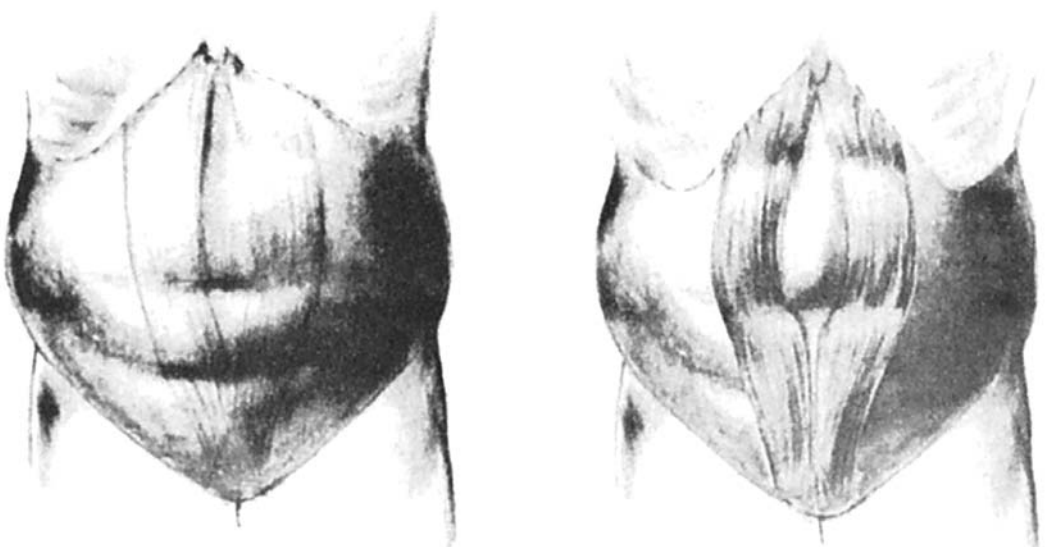


Figura 17.3. Representación esquemática de la diastasis recti abdominis (de Biossonnault, JS, y Kotarinus, RK: Diastasis recti. En Wilder, E [ed]: *Obstetric and Gynecologic Physical Therapy*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1988, pág. 397, reproducido con autorización).

4. Prueba de la diastasis recti abdominis[2,5,6,10,26,40]

Posición del paciente: en decúbito supino con las rodillas flexionadas. La paciente levanta lentamente la cabeza y los hombros del suelo, extendiendo las manos hacia las rodillas, hasta que la espina escapular deje el suelo. El terapeuta coloca los dedos de una mano en sentido abdominal sobre la línea media del abdomen, en el ombligo (fig. 17.4). Si existe una separación, los dedos se hundirán en el hueco. La diastasis se mide por el número de dedos que se introducen entre los vientres de los músculos rectos del abdomen. También puede estar presente una diastasis en forma de bulto longitudinal a lo largo de la línea blanca. Como puede haber diastasis por encima, por debajo o a nivel del ombligo, debe someterse a prueba las tres áreas.

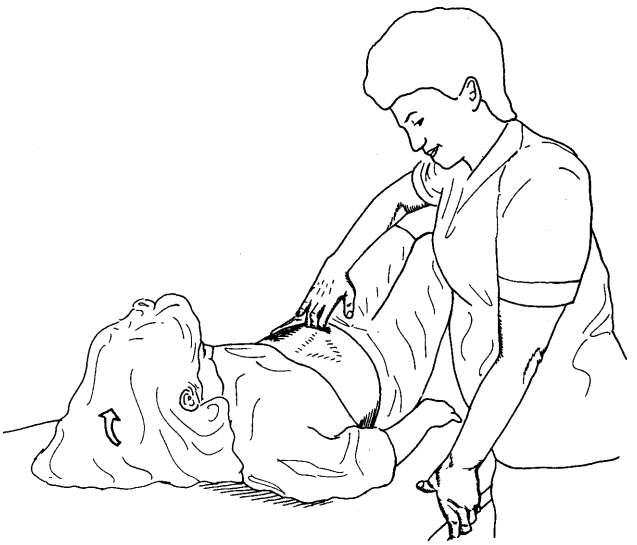


Figura 17.4. Prueba de la diastasis recti abdominis.

5. Tratamiento de la diastasis recti abdominis

a. Se somete a prueba a todas las embarazadas para detectar la presencia de diastasis antes de realizar ejercicios de abdominales.

b. Se practican ejercicios correctores para la diastasis recti abdominis en exclusiva hasta que la separación disminuya a 2 cm o menos (ver sección V).[26] En este momento, puede reanudarse el ejercicio de los abdominales, si bien hay que vigilar la integridad de la línea alba para asegurarse de que sigue disminuyendo la separación.

B. Lumbalgia y dolor pélvico[1,5,13,26,30,31,33,40]

1. Dolor de espalda postural: síntomas y tratamiento

a. El dolor suele producirse por cambios posturales del embarazo, aumento de la laxitud ligamentaria y reducción de la función abdominal.

b. Los síntomas de lumbalgia suelen empeorar con fatiga muscular por posturas estáticas o a medida que avanza el día; los síntomas suelen aliviarse con reposo o cambios de posición.

c. Los síntomas de lumbalgia pueden tratarse con eficacia con una mecánica corporal correcta, instrucciones sobre la postura y mejora de la técnica en el trabajo[30] (ver capítulo 15, ver también sección V de este capítulo). El uso de agentes térmicos, estimulación eléctrica y tracción suele estar contraindicado durante el embarazo.

d. Normalmente, los síntomas de la espalda desaparecen después del embarazo si se emplea una mecánica corporal correcta durante la atención al bebé y en las actividades diarias.

e. Las mujeres físicamente en forma suelen sufrir menos lumbalgias durante el embarazo.[30]

2. Dolor sacroilíaco: síntomas y tratamiento

a. La incidencia del dolor en la porción posterior de la pelvis es desconocida pero parece ser bastante corriente durante el embarazo. Un estudio ha descrito una incidencia cuatro veces mayor de dolor pélvico posterior que de lumbalgia durante el embarazo.[30] Los síntomas sacroilíacos están causados por laxitud ligamentaria junto con adaptaciones posturales.

b. El dolor suele localizarse en la porción posterior de la pelvis y se describe como un dolor lacerante y profundo en las nalgas, distal y lateral a L_5/S_1. El dolor puede irradiar por la porción posterior del muslo o la rodilla, pero no por el pie.

c. Son posibles síntomas dolor al permanecer mucho tiempo sentada, de pie o caminando; dolor al subir escaleras o al darse la vuelta en la cama; actividades de torsión, y carga unilateral estando de pie. El dolor no se alivia con el descanso y con frecuencia se agudiza con la actividad. Tal vez haya también malestar y/o subluxación de la sínfisis del pubis.[32]

d. Se emplea estabilización externa como cinturones o corsés pensados para su uso por embarazadas, lo que ayuda a reducir el dolor en la porción posterior de la pelvis, sobre todo al caminar.[30]

e. El ejercicio debe modificarse para que no agrave la afección. Hay que evitar el peso en carga sobre una sola pierna. Las actividades tal vez requieran modificaciones con el fin de reducir la tensión sobre los tejidos sintomáticos, como entrar y salir de un coche manteniendo las piernas juntas, para luego moverlas junto con la colum-

na como si fuera una unidad, tumbarse en decúbito lateral con un cojín entre las piernas, y adaptar las actividades sexuales con el fin de evitar la abducción completa de las caderas.

C. Varices[33]

1. Las varices empeoran durante el embarazo por el aumento del peso del útero, por la estasis venosa en las piernas, y por el aumento de la distensibilidad de las venas.

2. Ocasionalmente, hay un margen que va de un malestar leve a un dolor intenso en las extremidades inferiores, sobre todo cuando las piernas están en la posición dependiente.

3. Si se aprecia malestar, habrá que modificar los ejercicios de manera que se requiera una posición de dependencia mínima de las piernas.

4. Hay que llevar medias elásticas que aporten un gradiente de presión externa para las venas distendidas, y hay que animar a las mujeres a elevar las extremidades inferiores con la mayor frecuencia posible.

D. Disfunción del suelo de la pelvis[7,17,26,33,38-41]

1. Estructura del suelo de la pelvis (fig. 17.5A)

El suelo de la pelvis es una túnica de múltiples hojas de músculo que se encuentra estirado entre el pubis y el cóccix, formando el sostén inferior de la cavidad abdominal y pélvica. Atraviesan el suelo de la pelvis la uretra, la vagina y el recto. El músculo principal del suelo de la pelvis es el músculo pubococcígeo.

2. Funciones del suelo de la pelvis

a. Aporta sostén a los órganos de la pelvis y su contenido

b. Soporta el aumento de la presión intraabdominal

c. Proporciona control de los esfínteres de los orificios perineales

d. Funciona en las actividades reproductoras y sexuales

3. Disfunción

a. Laxitud de músculos y tejidos blandos

(1) Los órganos situados en la pelvis descienden por debajo de su alineamiento normal por el aumento de la presión que soporta la musculatura del suelo de la pelvis, y tal vez se produzca un prolapso orgánico (fig. 17.5B).

(2) Puede haber incontinencia urinaria tras el aumento de la presión intraabdominal (la pérdida involuntaria de orina aumenta con la presión abdominal) y empeorar durante embarazos posteriores, con el aumento del peso o el envejecimiento.

b. Disrupción del suelo de la pelvis

(1) Episiotomía: incisión practicada en el suelo de la pelvis durante el parto para aumentar el orificio vaginal y permitir un parto más rápido. Puede causar dolor prolongado, cicatriz o infección.

(2) Pueden producirse desgarros y roturas durante el parto, sobre todo si el bebé es grande o si se precisa parto con fórceps.

c. Hipertonía: aumento de la tensión muscular o tirantez fascial del suelo de la pelvis lo bastante importante como para deteriorar las funciones normales de eliminación y sexuales. Este problema se presenta como resultado de una curación inadecuada durante el puerperio y puede ser muy doloroso.[40]

4. Técnicas de tratamiento para la disfunción del suelo de la pelvis

a. Se enseñan técnicas de ejercicio terapéutico para los músculos del suelo de la pelvis para mejorar el control y para la relajación de los músculos (ver sección V).

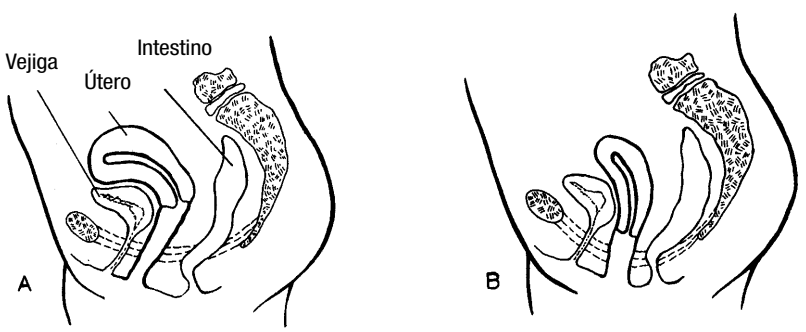


Figura 17.5. (A) Buen sostén del suelo de la pelvis con una base firme y los órganos en su sitio. (B) Con un sostén insuficiente y en el estadio de curva en hamaca, el contenido desciende.

b. Modalidades como calor superficial, hielo y masaje se utilizan antes del parto para aliviar el malestar. La estimulación transcutánea eléctrica o la estimulación muscular eléctrica también se usan en el puerperio para modular el dolor y estimular las contracciones musculares, respectivamente.

E. Laxitud articular[5,12,13,26,31,33,40]

1. Importancia

a. Todas las estructuras articulares corren mayor riesgo de lesión durante el embarazo y el puerperio.

b. La cualidad de resistencia a la tracción del sostén de los ligamentos se reduce y, por tanto, pueden sufrir lesiones las mujeres que no aprendan a recurrir a la protección articular.

2. Tratamiento de la laxitud articular

a. La mujer aprende ejercicios seguros para su práctica durante el embarazo, incluyendo modificación de ejercicios para reducir el exceso de tensión articular (ver sección V).

b. También se realizan actividades aeróbicas sin carga o menos estresantes como la natación, pasear o montar en bicicleta, sobre todo para mujeres que hacían un ejercicio mínimo antes del embarazo.

IV. Efectos del ejercicio aeróbico durante el embarazo

A. Respuesta de la madre al ejercicio aeróbico[1,8,12,13,22,40]

1. Riego sanguíneo

El ejercicio aeróbico no reduce el riego sanguíneo al cerebro y el corazón. Sin embargo, provoca una redistribución del riego sanguíneo que rodea los órganos internos y posiblemente el útero y se dirige a los músculos activos. Esto provoca dos preocupaciones: que la reducción del riego sanguíneo disminuya la disponibilidad de oxígeno y nutrientes para el feto, y que se estimulen las contracciones del útero y el parto previos pretérmino.[8] El volumen sistólico y el gasto cardíaco aumentan durante el ejercicio en condiciones de lactato estable. Esto, combinado con el aumento del volumen sanguíneo y la reducción de la resistencia vascular general durante el embarazo, ayuda a compensar los efectos del cortocircuito vascular.[12]

2. Frecuencia respiratoria

La frecuencia respiratoria de las madres parece adaptarse al ejercicio leve, pero no aumenta en la misma proporción durante el ejercicio moderado e intenso si se compara con el estado de las no embarazadas. La mujer embarazada alcanza una capacidad máxima de ejercicio con un nivel inferior de trabajo que una mujer no embarada debido al aumento de los requisitos de oxígeno del ejercicio.

3. Nivel del hematócrito

El nivel del hematócrito durante el embarazo disminuye; no obstante, sube un porcentaje de 10 puntos durante los 15 minutos iniciales de un ejercicio vigoroso. Este estado prosigue hasta 4 semanas del puerperio. Como resultado, la reserva cardíaca se reduce durante el ejercicio.[13]

4. Compresión de la vena cava inferior

La compresión de la vena cava inferior por el útero puede producirse después del cuarto mes de embarazo, alterando el retorno venoso y el gasto cardíaco. Se ha sugerido como una causa posible de **desprendimiento prematuro de la placenta** del útero.

5. Necesidades energéticas

Se produce hipoglucemia de forma más rápida durante el embarazo, por lo que es importante una ingesta adecuada de hidratos de carbono en las mujeres embarazadas que hacen ejercicio.[12] Se necesita una ingesta calórica de 500 calorías adicionales para mantener las necesidades energéticas del embarazo y el ejercicio, en oposición al aumento de 300 calorías por día en el caso de mujeres gestantes sedentarias.[1]

6. Temperatura central

La actividad física vigorosa y la deshidratación por el sudor pueden aumentar la temperatura central del cuerpo. Esto le ocurre a todo el que hace ejercicio. Se ha expresado la preocupación porque ocurra en las mujeres embarazadas debido a la relación de la temperatura central elevada y los defectos del tubo neural del feto. Los estudios describen que durante el embarazo la temperatura central de las mujeres físicamente en forma se reduce. Aparentemente, experimentan un aumento de

la eficacia reguladora de la temperatura central, por lo que se reduce la tensión térmica sobre el embrión y el feto.[9,12]

7. Contracciones uterinas

Los niveles de adrenalina y noradrenalina aumentan con el ejercicio. La noradrenalina aumenta la fuerza y frecuencia de las contracciones del útero. Esto supone un problema para las mujeres con riesgo de tener un parto prematuro.

8. Respuesta de la mujer sana

Los estudios han demostrado que la mujer sana que sigue corriendo durante el embarazo tiene el parto un promedio de 5 a 7 días antes en comparación con los controles.[8,9] Clapp[9] concluye que, cuando se evalúo a corredoras, bailarinas y controles, no hubo diferencias entre los grupos respecto a parto prematuro (<37,5 semanas) o rotura prematura de las membranas y afirma que el ejercicio, incluso en carga (incluso movimientos balísticos como la danza aeróbica) puede realizarse a mediados y al final del embarazo sin riesgo de parto pretérmino o rotura prematura de membranas. El informe del American College of Obstetricians and Gynecologist también respalda esto.[12]

B. Respuesta del feto al ejercicio aeróbico materno[9,12,18,22,40]

1. Ninguna investigación con personas ha sido concluyente ni ha probado una respuesta perjudicial para el feto al ejercicio de intensidad leve o moderada de la madre. Los estudios sugieren que incluso el ejercicio vigoroso no tiene efectos perjudiciales para el feto como antes se temía, razón por la cual se han mitigado las restricciones sobre el ejercicio por la preocupación respecto a los efectos sobre el embrión y el feto.[9,12]

2. Se necesita una reducción del 50 por ciento o mayor del riego sanguíneo del útero antes de que resulte afectado el bienestar del feto (según estudios con animales). Ningún estudio ha documentado estas reducciones en mujeres embarazadas que se ejercitan con vigor. Se sugiere que las adaptaciones cardiovasculares de las mujeres embarazadas equilibran cualquier redistribución de la sangre a los músculos durante el ejercicio.[9,12]

3. El ejercicio corto y submáximo de la madre (hasta el 70 por ciento de la capacidad aeróbica) no afecta negativamente la frecuencia cardíaca del feto.[12] La frecuencia cardíaca fetal (FCF) suele aumentar 10 a 30 latidos por minuto al comienzo del ejercicio materno. Después de un ejercicio materno leve a moderado, la FCF suele recuperar niveles normales en 15 minutos, pero en ciertos casos la FCF permanece elevadas durante 30 minutos después de un ejercicio vigoroso de la madre. Se han registrado casos de bradicardia fetal (que muestran hipoxia fetal) durante el ejercicio materno en la literatura con vuelta a los niveles de FCF previa al ejercicio en 3 minutos después del ejercicio materno, seguido por un período corto de taquicardia fetal.[18] El feto sano parece tolerar períodos cortos de hipoxia sin resultados perjudiciales.

4. El feto no cuenta con mecanismo alguno como la transpiración o la respiración mediante los cuales se disipe el calor. Pero como las mujeres en buena forma pueden disipar el calor y regular su temperatura central, ya no se considera una razón para restringir el ejercicio.[9,12]

5. Basándose en el promedio de 310 g, se ha registrado un ligero descenso del peso al nacer de los recién nacidos de mujeres que siguen practicando ejercicio de fondo durante el tercer trimestre del embarazo. No hay cambios en la circunferencia de la cabeza o en la longitud coronilla a talones. Se propone que la disminución del peso es el resultado de un parto ligeramente adelantado y del menor porcentaje de grasa corporal. [9]

V. Ejercicio durante el embarazo y el puerperio[13,14,26,29,31,32,40]

A. Resumen de deficiencias/problemas potenciales del embarazo

1. Desarrollo de posturas defectuosas

2. La tensión sobre las extremidades superiores causada por los cambios físicos del embarazo y los requisitos musculares del cuidado del recién nacido.

3. Cambio de la imagen corporal.

4. Alteración de la circulación, varices, edema de las extremidades inferiores.

5. Distensión o traumatismo en el suelo de la pelvis.

6. Estiramiento y traumatismo de los músculos abdominales y diastasis recti abdominis.

7. Se reduce la capacidad cardiovascular por falta de conocimientos sobre formas seguras y adecuadas de ejercicio.

8. Falta de conocimientos sobre los cambios físicos durante el embarazo y el parto, lo que aumenta la posibilidad de que se produzcan comportamientos que induzcan lesión.

9. Destrezas inadecuadas para relajarse, necesarias para el parto y el alumbramiento.

10. Mecánica corporal inadecuada.

11. Desarrollo de patologías musculoesqueléticas (descritas en la sección III) asociadas con el embarazo.

12. Falta de la preparación física (fuerza, resistencia, relajación) necesaria para el parto y el alumbramiento.

13. Progresión insegura del ejercicio en el puerperio.

B. Objetivos generales y plan para el programa de ejercicio

Objetivos	***Plan de asistencia***
1. Favorecer una mejor postura antes y después del embarazo.	1. Evaluación de la postura. Ejercicios para estiramiento, preparación y fortalecimiento de los músculos posturales.
2. Aumento de la conciencia de la mecánica correcta del cuerpo.	2. Enseñar una mecánica corporal correcta sentado, de pie, alzando objetos y tumbado así como transiciones de una posición a otra.
3. Preparar las extremidades superiores para las exigencias de los bebés.	3. Ejercicios resistidos para los músculos apropiados.
4. Favorecer el aumento de la conciencia del cuerpo y una imagen positiva de éste.	4. Conciencia del cuerpo y actividades de propiocepción. Refuerzo de la postura.
5. Preparar las extremidades inferiores para las demandas del aumento del peso en carga y el compromiso circulatorio.	5. Evaluación del estado de las extremidades inferiores. Empleo de medias elásticas de presión. Ejercicios de estiramiento para reducir los calambres. Ejercicios resistidos para fortalecer los músculos adecuados. Evaluación del calzado correcto.
6. Mejorar la conciencia y el control de la musculatura del suelo de la pelvis.	6. Aprender la conciencia de la contracción y relajación de los músculos del suelo de la pelvis.
7. Mantener la función de los abdominales y prevenir o corregir la patología de la diastasis.	7. Evaluar y vigilar la diastasis. Enseñar ejercicios adecuados. Enseñar ejercicios seguros de fortalecimiento del abdomen.
8. Favorecer o mantener la capacidad cardiovascular.	8. Enseñar ejercicios aeróbicos seguros y progresivos según las pautas del American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) y la American Physical Therapy Association (APTA).
9. Aportar información sobre los cambios del embarazo y el parto	9. Clases de preparación para el parto.
10. Mejorar la capacidad de relajación.	10. Enseñar técnicas de relajación.
11. Prevenir problemas asociados con el embarazo (p. ej., lumbalgia, debilidad del suelo de la pelvis, y reducción de la circulación).	11. Formación sobre los problemas potenciales del embarazo. Enseñar técnicas de prevención y ejercicios adecuados.
12. Preparación física para el parto, el alumbramiento y las actividades del puerperio.	12. Fortalecer los músculos necesarios para el parto y el alumbramiento.
13. Formación sobre una progresión segura en los ejercicios del puerperio.	13. Instrucción sobre ejercicios para el puerperio.

C. Pautas para la instrucción sobre ejercicio*

1. Sugerir a las pacientes que se sometan a una exploración física por parte de un médico antes de participar en un programa de ejercicio.

2. Hay que evaluar a cada persona individualmente antes de la participación para detectar problemas musculoesqueléticos preexistentes y determinar la postura y el nivel de forma física. Los niveles del ejercicio no deben superar los niveles previos al embarazo.

3. Los ejercicios de estiramiento deben ser específicos para un solo músculo o grupo de músculos y no deben reclutar varios grupos al mismo tiempo. El estiramiento asimétrico o el estiramiento de múltiples grupos de músculos puede favorecer la inestabilidad articular. Hay que evitar los movimientos balísticos.

4. No hay que forzar ninguna articulación por encima de su amplitud fisiológica normal.

5. Los estiramientos de los isquiotibiales y aductores deben practicarse con precaución. El estiramiento excesivo de estos grupos de músculos puede incrementar la inestabilidad o hipermovilidad de la pelvis.

6. Hay que limitar las actividades en las que se requiere equilibrio o peso en carga sobre una sola pierna, como dar patadas de pie. Además de la posible pérdida del equilibrio, estas actividades favorecen el malestar sacroilíaco o en la sínfisis del pubis.

7. Se sugiere que la posición en decúbito supino no supere 5 minutos en cualquier momento después del cuarto mes de embarazo para evitar que el útero comprima la vena cava. En decúbito supino, se coloca una cuña pequeña o una toalla plegada bajo la cadera derecha para mitigar los efectos de la compresión uterina sobre los vasos abdominales, y mejorar el gasto cardíaco al girar un poco a la paciente hacia la izquierda (fig. 17.6).[1,29]

8. Para evitar los efectos de la hipotensión ortostática al levantarse del suelo y ponerse de pie, esta acción se llevará a cabo con lentitud.[13]

9. Se desaconseja que la paciente aguante la respiración así como las actividades que aumenten la tendencia a la maniobra de Valsalva, ya que esto puede generar fuerzas descendentes indeseables sobre el útero y el suelo de la pelvis.

10. Hay que hacer altos con frecuencia para recuperar líquidos. El riesgo de deshidratación durante el ejercicio aumenta durante el embarazo.

11. Hay que animar a vaciar por completo la vejiga antes del ejercicio. Tener la vejiga llena aumenta la tensión sobre el suelo de la pelvis ya debilitado.

12. Hay que incluir actividades apropiadas de calentamiento y recuperación activa.

13. Se adaptará o interrumpirá cualquier ejercicio que cause dolor.

14. Cuando la embarazada esté en decúbito prono, se evitará la posición de rodillas al pecho con las nalgas elevadas por encima del nivel del tórax, sobre todo en puérperas, dado el riesgo de embolia gaseosa.[23,25,27] Las mujeres embarazadas sólo corren riesgo si se aprecia hemorragia u otros síntomas de un desprendimiento prematuro de placenta. Puede ocurrir una embolia gaseosa cuando se elevan las nalgas y se mueve el útero en sentido superior. El cambio de la presión provoca que entre aire en la vagina y el útero, desde donde puede entrar en el sistema circulatorio por la herida abierta en la placenta.

15. Hay que observar bien a las participantes por si hay signos de sobreesfuerzo o posibles complicaciones. Los siguientes signos son motivos para interrumpir el ejercicio y acudir a un médico[13]:

a. Dolor

b. Hemorragia

c. Respiración entrecortada

d. Arritmias

e. Mareos

f. Desfallecimientos

g. Taquicardia

h. Dolor de espalda o de pubis

i. Dificultad para caminar

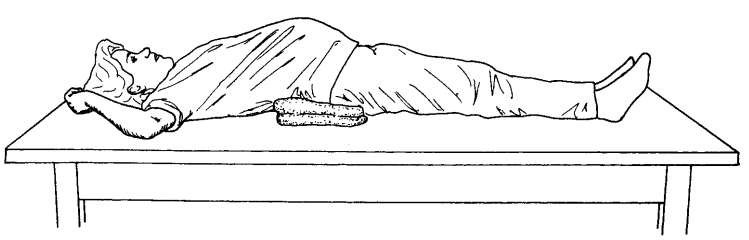


Figura 17.6. Para prevenir la compresión de la vena cava con la paciente en decúbito supino, se coloca una toalla plegada bajo el costado derecho de la pelvis para que la paciente se incline un poco hacia la izquierda.

* Refs. 1, 12, 13, 25, 26, 29, 31, 37.

D. Recomendaciones sobre el ejercicio físico[12]

NOTA: Estas recomendaciones son para mujeres embarazadas sin factores de riesgo para la madre o el feto y están adaptadas por el American College of Obstetricians and Gynecologists.[12]

1. En la actualidad no hay datos sobre seres humanos que sugieran que las mujeres embarazadas necesiten reducir la intensidad del ejercicio o bajar la frecuencia cardíaca asignada, aunque, debido a la disminución del aporte de oxígeno, deberían modificar la intensidad de sus síntomas. Cuando estén fatigadas, deben interrumpir el ejercicio y nunca ejercitarse hasta el agotamiento.

2. Es preferible hacer ejercicio con regularidad al menos 3 veces por semana que hacerlo de modo intermitente.

3. Los ejercicios aeróbicos sin carga como la bicicleta estática o la natación se emplean para reducir el riesgo de lesión, aunque, si las mujeres son capaces, pueden seguir con actividades como correr y la danza aeróbica.

4. Si la mujer no puede mantener con seguridad el equilibrio por la desviación y el aumento del peso, tendrá que evitar ejercicios que puedan provocar caídas y lesiones a ella o al feto. También debe evitar cualquier actividad que cause un traumatismo abdominal.

5. Es vital una ingesta calórica adecuada para la nutrición, así como una ingesta adecuada de líquidos y una ropa apropiada para disipar el calor.

6. La reanudación de las prácticas de ejercicios para el embarazo durante el puerperio debe hacerse gradualmente. Los cambios fisiológicos y morfológicos del embarazo se prologan durante 4 a 6 semanas de puerperio.

E. Contraindicaciones para el ejercicio[1,3,12,13,27,29,31,40]

1. Contraindicaciones absolutas (ver más detalles en la sección VII).

a. Cuello del útero incompetente; dilatación prematura del cuello antes de que el embarazo llegue a término

b. Hemorragia vaginal de cualquier consideración

c. Placenta previa; la placenta se localiza sobre el útero en una posición en la que podría desprenderse antes del alumbramiento del bebé

d. Rotura de membranas: pérdida del líquido amniótico antes del inicio del parto

e. Parto prematuro: el parto comienza antes de la semana 37 de embarazo

f. Una cardiopatía de la madre

g. Diabetes o hipertensión de la madre

h. Retraso del crecimiento intrauterino

2. Precauciones para el ejercicio

La mujer con una o más de las siguientes afecciones puede participar en un programa de ejercicio bajo la observación de un médico[1,3,13,27,29] y un terapeuta siempre y cuando no surjan complicaciones. Los ejercicios tal vez requieran modificación.

a. Gestación múltiple (estos bebés suelen nacer prematuramente. Como algunos ejercicios pueden desencadenar las contracciones del útero, hay que vigilar a estas pacientes con atención[27]).

b. Anemia: reducción del número de glóbulos rojos, de la cantidad de hemoglobina o de ambos elementos (provoca una reducción de la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre).

c. Infección general

d. Fatiga extrema

e. Síntomas y/o dolor musculoesqueléticos

f. Hipertermia

g. Flebitis

h. Diastasis recti abdominis

i. Contracciones del útero (que duran varias horas después del ejercicio)

F. Secuencia sugerida en la clase de ejercicio[1,31,40]

1. Actividades rítmicas generales para el "calentamiento".

2. Estiramiento suave y selectivo.

3. Actividad aeróbica para la capacidad cardiovascular (15 minutos o menos).

4. Fortalecimiento de las extremidades superiores e inferiores.

5. Actividades de recuperación activa.

6. Ejercicios de abdominales.

7. Ejercicios para el suelo de la pelvis.

8. Técnicas de relajación.

9. Información formativa (según sea apropiado).

10. Formación sobre ejercicios puerperales (p. ej., cuándo iniciar los ejercicios, cómo avanzar con seguridad y las precauciones), ya que la cliente puede no estar asistiendo a las clases puerperales.

G. Cuidado de las áreas críticas y técnicas seleccionadas de ejercicio[1,12,14,26,27,29,31]

1. Ejercicios posturales

El feto en crecimiento ejerce una presión añadida sobre los músculos posturales cuando el centro de gravedad se desvía hacia delante y arriba, y el cuerpo se desvía para compensar y mantener la estabilidad. Además, después del alumbramiento, las actividades consistentes en sostener y cuidar al bebé someten a tensión los músculos posturales. Se enumeran los músculos que requieren atención para su fortalecimiento y estiramiento. En los capítulos respectivos se enumeran descripciones generales sobre el ejercicio. Además, en los siguientes apartados se describen adaptaciones de ejercicios específicos para mujeres embarazadas.

a. E*stiramiento* (con precaución)

(1) Extensores superiores del cuello y escalenos (capítulo 15).

(2) Protractores de la escápula, rotadores internos del hombro, y elevador de la escápula (capítulo 8).

(3) Extensores lumbares de la espalda (capítulo 15).

(4) Aductores de la cadera (capítulo 11). Precaución: no deben sobreestirarse en mujeres con inestabilidades pélvicas.

(5) Flexores de la rodilla (capítulo 12). Precaución: no deben sobreestirarse en mujeres con inestabilidades pélvicas.

(6) Flexores plantares del tobillo (capítulo 13).

b. F*ortalecimiento*

(1) Flexores cervicales superiores, extensores dorsales superiores y cervicales inferiores (capítulo 15).

(2) Retractores y depresores de la escápula (capítulo 8).

(3) Rotadores externos del hombro (capítulo 8).

(4) Flexores del tronco (abdominales) (capítulo 15).

(5) Extensores de la cadera (capítulo 11).

(6) Extensores de la rodilla (capítulo 12).

(7) Dorsiflexores del tobillo (capítulo 13).

2. Ejercicios para los músculos abdominales*

A medida que avanza el embarazo, los abdominales no toleran el ejercicio vigoroso. Por tanto, el ejercicio debe adaptarse y cubrir las necesidades de cada mujer. Siempre debe evaluarse la presencia de diastasis recti abdominis antes de iniciar el ejercicio abdominal.

a. E*jercicios correctores para la diastasis recti abdominis* (fig. 17.7)[5,26]

(1) Elevación de la cabeza.

Posición de la cabeza: en decúbito supino, con las piernas flexionadas y las manos cruzadas sobre la línea media en la diastasis para sostener el área. Cuando exhala el aire, la mujer levanta la cabeza del suelo o hasta el punto previo a la aparición de un bulto. Las manos deben ejercer una tracción suave de los músculos rectos del abdomen hacia la línea media. A continuación, la mujer baja la cabeza con lentitud y se relaja. Este ejercicio hace hincapié en el músculo recto del abdomen y deja inactivos los oblicuos.

(2) Elevación de la cabeza con inclinación pélvica.

Posición de la paciente: en decúbito supino con las piernas flexionadas. Si se aprecia diastasis recti abdominis, se cruzan los brazos sobre la diastasis y se tira con ellos hacia la línea media. Luego levanta con lentitud la cabeza del suelo al tiempo que practica una retroversión pélvica (ver capítulo 15), para a continuación bajar la cabeza y relajarse. Todas las contracciones abdominales se practican con una espiración para que se reduzca al mínimo la presión intraabdominal. Sólo debe practicarse este ejercicio y/o la elevación de cabeza hasta corregir 2 cm la separación.[26]

b. D*eslizamiento de las piernas* (figs. 17-8A y B)[26]

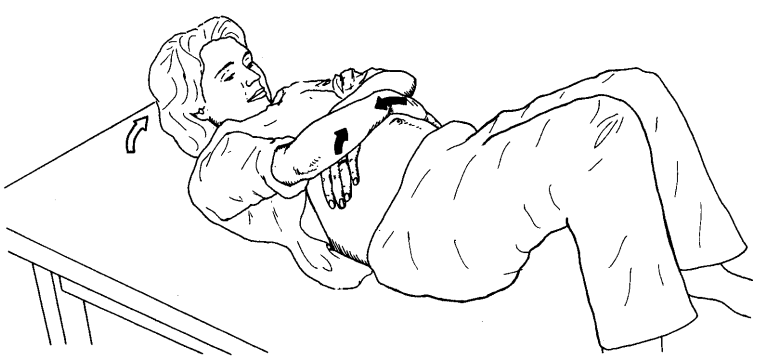


Figura 17.7. Ejercicio corrector para la diastasis recti abdominis. El paciente tira con los brazos hacia la línea media.

* Refs. 2, 5, 6, 10, 11, 19, 24, 26, 34, 40.

(1) Posición de la paciente: en decúbito supino con las piernas flexionadas y retroversión de la pelvis. La mujer mantiene la retroversión mientras desliza primero un pie por el suelo hasta extender la pierna. Se detiene el pie en el punto en que ya no pueda mantenerse la retroversión. Eleva lentamente la pierna y la devuelve a la posición inicial, para luego repetir la acción con la otra pierna. La respiración debe coordinarse con el ejercicio para que se produzca la contracción abdominal con la espiración.

(2) Este ejercicio puede practicarse con ambas piernas al mismo tiempo si los músculos abdominales pueden mantener la retroversión pélvica durante todo el ejercicio.

c. E*jercicio de inclinación pélvica a gatas*.[5,10,11,24]

(1) Posición de la paciente: a gatas. Se enseña a la paciente a practicar una retroversión pélvica. Al tiempo que se mantiene la espalda recta, mete el abdomen y mantiene la posición. Luego se relaja y realiza una anteversión a lo largo de la amplitud parcial.

(2) Para un ejercicio adicional, mientras se mete el abdomen y se mantiene la espalda recta, se flexiona lateralmente el tronco a la derecha (inclinación lateral), mirando a la cadera derecha, para luego hacerlo hacia la izquierda.

(3) Los ejercicios de ante y retroversión pélvicas se practican en variedad de posiciones, incluyendo en decúbito lateral y de pie.

d. F*lexiones de tronco*

(1) Las flexiones de tronco en ascenso y descenso son ejercicios abdominales clásicos para fortalecer el músculo recto del abdomen y pueden practicarse si se tolera y no hay diastasis. Se protege la línea blanca con las manos cruzadas sobre el pecho (fig. 17.7) mientras se practican las flexiones de tronco.

(2) Se practican flexiones diagonales para fortalecer los músculos oblicuos. La mujer eleva un hombro hacia el exterior de la rodilla opuesta mientras sube y baja el tronco protegiendo la línea blanca con las manos cruzadas.

e. R*etroversión pélvica resistida*

(1) Elevaciones de pelvis (ver fig. 15.26). La mujer yace en decúbito supino con las extremidades superiores elevadas 90 grados. Luego eleva las extremidades inferiores mientras la pelvis se levanta del suelo. Cuando este ejercicio resulte difícil de practicar durante el tercer trimestre mientras el útero aumenta de tamaño y ejerce presión sobre el diafragma, no debe intentarse. Una vez que la mujer aprenda a controlar la retroversión pélvica en el puerperio, podrá reanudar este ejercicio.

(2) Ejercicio modificado de bicicleta. La mujer permanece en decúbito supino con una extremidad inferior flexionada y con la otra parcialmente extendida. Los abdominales inferiores estabilizan la pelvis ante el peso variable de las extremidades inferiores que se flexionan y se extienden según un patrón de alternancia como si se pedaleara. Cuanto más se extiendan las extremidades inferiores, mayor será la resistencia. Para no distender la espalda, la mujer debe mantenerla plana contra el suelo controlando el arco del patrón de pedaleo (ver fig. 21.3).

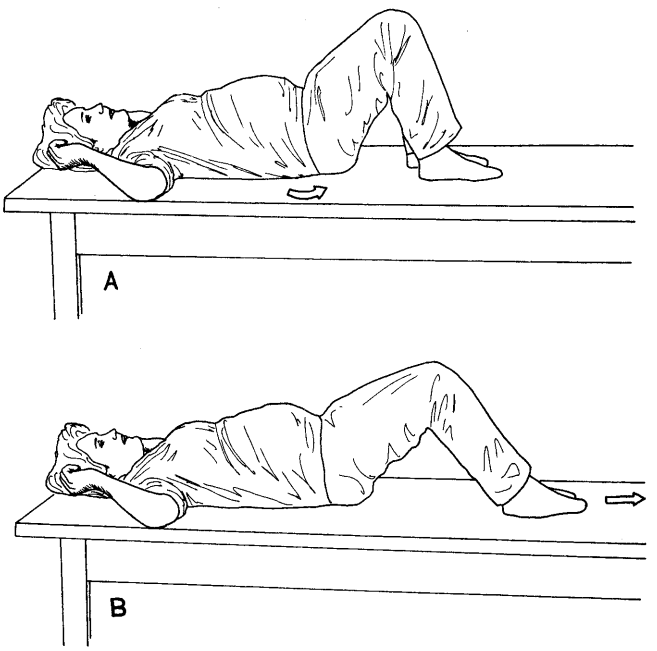


Figura 17.8. Deslizamiento de las piernas. (A) En decúbito supino con las piernas flexionadas y retroversión pélvica. (B) Se mantiene la retroversión pélvica mientras los pies se deslizan por el suelo alejándose del cuerpo.

(3) Los ejercicios consistentes en hacer bajar las piernas causan una distensión excesiva de la región lumbar y no deben practicarse en el embarazo; podrán reanudarse en el puerperio. Las piernas sólo deben bajar dentro de la amplitud en la que se mantenga el control de la retroversión pélvica y el aplanamiento de la región lumbar. Si se aprecia distensión de la región lumbar o la columna lumbar empieza a arquearse, este ejercicio no se practicará. La tracción del psoas mayor puede causar una fuerza de cizallamiento sobre las vértebras lumbares y distender los ligamentos sustentantes.

3. Ejercicios de estabilización

a. La progresión de los ejercicios para el desarrollo del control dinámico de la pelvis y las extremidades inferiores según se describe en el capítulo 15 debe realizarse

con la intensidad que pueda la mujer con un control seguro. Pueden practicarse durante el embarazo y el puerperio.

b. ***Precauciones***

(1) Como los músculos del tronco se contraen isométricamente mientras se estabilizan, hay una tendencia a aguantar la respiración: esto es perjudicial para la tensión arterial y la frecuencia cardíaca. La mujer debe tener cuidado de mantener un patrón respiratorio relajado y exhalar durante la fase de esfuerzo de cada ejercicio.

(2) Si se aprecia diastasis recti abdominis, se adaptan los ejercicios de estabilización para proteger la línea blanca según se describió con anterioridad.

4. Entrenamiento del movimiento pélvico

Estos ejercicios se emplean para desarrollar la conciencia propioceptiva y el control de los movimientos de la pelvis.

a. E*l "reloj pélvico"*[15,24]

Posición de la paciente: en decúbito supino con las piernas flexionadas. Se enseña a la mujer a imaginarse la pelvis como la esfera de un reloj. La parte superior del reloj (las doce en punto) es la sínfisis del pubis, y la parte inferior (6 en punto) es el sacro. La mujer gira con lentitud la pelvis hacia la derecha, manteniendo la armonía del movimiento, para luego invertir la dirección y girar la pelvis en sentido izquierdo.

b. P*rogresiones con el reloj pélvico*

El ejercicio, una vez dominado, puede realizarse también en decúbito lateral, a gatas, en posición sedente o de pie.

5. Preparación y fortalecimiento de la conciencia del suelo pélvico

a. E*jercicios isométricos*

(1) Posición de la paciente: el decúbito supino o el lateral son las posiciones más sencillas para empezar; aumenta la dificultad en posición sedente o de pie.

(2) Se pide a la mujer que tense el suelo de la pelvis como si tratara de detener el flujo de la orina. Se mantiene la tensión 3 a 5 segundos y se relaja.[26,36] La vejiga urinaria tiene que estar vacía al realizar este ejercicio.

(3) Esta preparación es valiosa para prevenir o tratar la incontinencia y el "escape de orina", que puede darse al toser, estornudar, reír y otras actividades similares.

(4) Los músculos del suelo de la pelvis se fatigan con mucha facilidad. Las contracciones no deben mantenerse más de 5 segundos y hasta un máximo de 10 repeticiones por sesión.[26,36] Cuando se fatiguen, su acción la pueden reemplazar los glúteos, los abdominales o los aductores de la cadera.

b. E*jercicio del "ascensor"* (*isométrico graduado*)

(1) Se enseña a la mujer a imaginarse que está subiendo en un ascensor. A medida que el ascensor pasa de un piso al siguiente, se contraen un poco más los músculos del suelo de la pelvis.

(2) Se relajan los músculos gradualmente, como si el ascensor fuera bajando un piso tras otro.

6. Fortalecimiento modificado de las extremidades superiores e inferiores

A medida que aumente de tamaño el abdomen, resultará imposible adoptar con comodidad la posición en decúbito prono. Los ejercicios que normalmente se hacen en esta posición deberán modificarse.

a. F*lexiones de brazos en bipedestación*[11,34]

Posición de la paciente: de pie y mirando una pared, apuntando hacia delante, con los pies separados la anchura de los hombros y aproximadamente un brazo de distancia de la pared. Las palmas se apoyan en la pared a la altura de los hombros. La mujer flexiona lentamente los codos, acercando el rostro a la pared, manteniendo una inclinación pélvica estable y los talones en el suelo. Los codos deben estar a la altura de los hombros. A continuación, la mujer empuja lentamente con los brazos, devolviendo el cuerpo a la posición original.

b. E*xtensión de las caderas*[10,11,26]

(1) El puente en decúbito supino (ver fig. 11.11).

(2) Elevación de piernas a gatas (fig. 17.9A y B).

Posición de la paciente: a gatas (las manos pueden estar cerradas en un puño o abiertas y planas sobre el suelo). Se enseña a la mujer a practicar primero una retroversión, para luego levantar lentamente una pierna, extendiendo la cadera a un nivel no superior al de la columna mientras se mantiene la retroversión pélvica. A continuación, se hace descender la pierna lentamente y se repite con el lado contrario. La rodilla permanece flexionada o extendida durante el ejercicio. Se vigila este ejercicio y se interrumpe si se aprecia tensión de las articulaciones sacroilíacas o los ligamentos. Si la mujer no puede estabilizar la pelvis mientras eleva la pierna, se hace que deslice una pierna en sentido posterior a lo largo del suelo y vuelta a empezar (ver fig. 15.27A).

c. S*entadillas modificadas*

Estos ejercicios se emplean para fortalecer los extensores de la cadera y la rodilla para una buena mecáni-

ca corporal y también para estirar el área peronea y mejorar la flexibilidad durante el proceso del alumbramiento.

(1) Se enseña a la mujer a permanecer de pie con los pies separados el ancho de los hombros o más, mirando una silla o pared sobre la cual apoyar las manos. A continuación, se acuclilla lentamente en una posición cómoda, manteniendo las rodillas separadas y sobre los pies, y manteniendo la espalda recta. Para proteger los pies, debe llevar un calzado con buen apoyo de los arcos. Una mujer con problemas de rodilla debe llevar la sentadilla hasta la mitad de la amplitud.

(2) Deslizamientos por la pared. La mujer permanece de pie con la espalda apoyada en una pared y con los pies separados el ancho de los hombros. Se desliza hacia abajo por la pared mientras flexiona rodillas y caderas dentro de unos límites cómodos, para luego volver a subir (ver fig. 11.15).

d. *Retracción escapular*

Cuando los ejercicios de retracción escapular sean dificultosos en decúbito prono, la mujer debe seguir con el fortalecimiento en posición sedente (ver fig. 8.32).

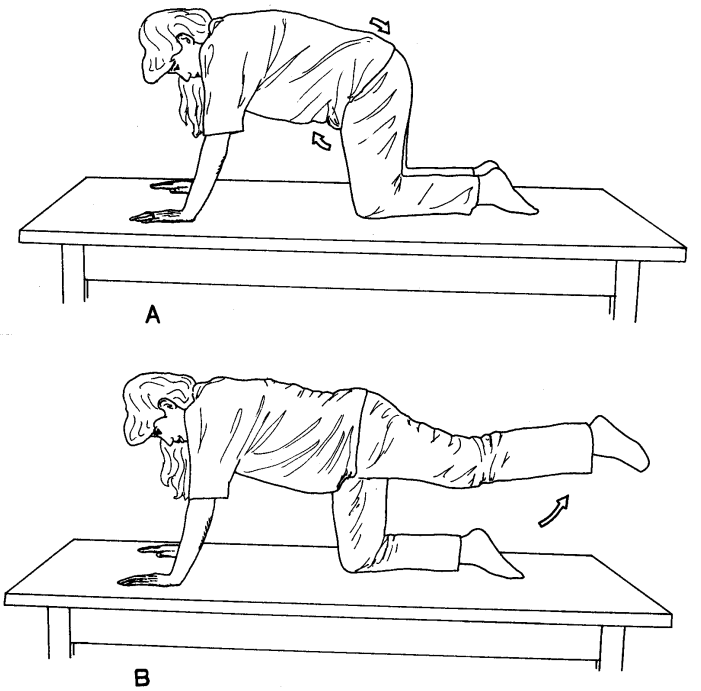


Figura 17.9. Elevación de piernas a gatas. (A) La paciente se pone a gatas con retroversión pélvica. (B) Se eleva la pierna sólo hasta que se alinea con el tronco.

7. Flexibilidad de los aductores y el periné

(Además de las sentadillas modificadas ya descritas estos, ejercicios de flexibilidad preparan las piernas y la pelvis para el parto.[5, 10, 26, 31]

a. *Autoestiramiento*

La mujer se tumba en decúbito supino o lateral, y se le pide que mueva las caderas en abducción y lleve las rodillas hacia los costados del tórax, manteniendo la posición mientras se sienta cómoda (al menos hasta contar 10).

b. *Posición sedente*

La mujer se sienta sobre un taburete bajo con las caderas en abducción y los pies planos sobre el suelo.

8. Relajación y respiración

El desarrollo de la capacidad para relajarse requiere conciencia del estrés y la tensión muscular. Las técnicas de relajación consciente permiten controlar y afrontar muy variadas tensiones, así como estar mentalmente alerta ante una tarea mientras se relajan los músculos tensos que son superfluos para la actividad. Esto es especialmente importante durante el parto y el alumbramiento cuando hay momentos en que la mujer debe relajarse y dejar que se produzcan ciertos procesos fisiológicos sin tensión excesiva de los músculos no relacionados.[27] Las técnicas de relajación para tratar el estrés aparecen en el capítulo 15. Además, exponemos las siguientes pautas para mujeres embarazadas como preparación para el parto y el alumbramiento.

a. *Visualización mental*

Se utiliza música y pautas verbales. Se enseña a la mujer a concentrarse en una imagen mental relajante. Se sugiere que se centre en la imagen durante el entrenamiento de la relajación de manera que la imagen pueda ser evocada cuando advierta la necesidad de relajarse.

b. *Ejercicios estáticos*

(1) La mujer se tumba en una postura cómoda.

(2) Se empieza con la parte inferior del cuerpo. Se le pide que tense y relaje suavemente primero los músculos de los pies, las piernas, los muslos, el suelo de la pelvis y las nalgas.

(3) A continuación se pasa a las extremidades superiores, el tronco y la cabeza.

(4) Se refuerza la importancia de mantenerse despierta y consciente de las sensaciones de los músculos que se contraen y relajan.

(5) Se añade una respiración honda, lenta y relajada a los ejercicios.

c. *Tensión selectiva*

Se avanza en la preparación haciendo hincapié en la conciencia de los músculos que se contraen en una parte del cuerpo mientras se relajan en otras. Por ejemplo, mientras una mujer tensa un puño y la extremidad superior, los pies y piernas deben mantenerse fláccidos. Se refuerzan ambas sensaciones así como la capacidad para controlar la tensión y la relajación.

d. *Respiración*

Las técnicas generales de respiración aparecen descritas en el capítulo 18. El método más eficaz para el intercambio gaseoso es una respiración diafragmática lenta y profunda, junto con técnicas de relajación para el control de la respiración durante el parto.

(1) La mujer aprende a relajar el abdomen durante la inspiración para sentir "llenarse" la cavidad abdominal. Durante la espiración, la cavidad abdominal mengua; no se precisa la contracción de los músculos abdominales durante la respiración relajada.

(2) Para evitar la hiperventilación, se evitará respirar hondo y con rapidez. La mujer debe tener cuidado de disminuir la intensidad de la respiración si se siente mareada o siente un hormigueo en los labios y dedos de la mano.

e. *Relajación del suelo de la pelvis*[5,17,26]

(1) Se pide a la mujer que contraiga el suelo de la pelvis como en el ejercicio de fortalecimiento, para luego dejar una liberación voluntaria total y la relajación del suelo de la pelvis.

(2) Esta actividad se coordina con la respiración. La mujer aprende a concentrarse en una respiración honda y lenta, y deja que el suelo de la pelvis se relaje por completo.

f. *Relajación y respiración durante el parto*[27]

(1) *Primer estadio*. Una vez que comienza el parto, las contracciones del útero progresan. La relajación durante las contracciones se vuelve más exigente. Se proporcionarán a la mujer técnicas para favorecer la relajación.

(a) Debe recibir apoyo moral del padre, miembros de la familia o una buena amiga para animarla y ayudarla.

(b) Hay que buscar posturas cómodas como caminar o tumbarse sobre almohadas; o movimientos suaves como balanceo pélvico.

(c) Debe respirar lentamente con cada contracción; empleará visualización mental y se relajará con cada contracción. A algunas mujeres les ayuda centrar la atención en un objeto visual. Otras sugerencias son cantar, hablar o quejarse con cada contracción para no aguantar la respiración y favorecer una respiración lenta.

(d) Durante la transición (hacia el final del primer estadio) suele experimentarse urgencia por empujar. Se enseñará a la mujer técnicas de soplido rápido, utilizando las mejillas, nunca los músculos abdominales, para superar el deseo de empujar.

(e) Se masajea o aplica presión sobre cualquier área que duela como la región lumbar. Emplear las manos ayuda a distraer la atención de las contracciones.

(f) Se aplica calor o frío a nivel local para tratar los síntomas locales; se pasará un apósito húmedo por la cara de la parturienta.

(2) *Segundo estadio*. Una vez que se produzca la dilatación del cuello del útero, la mujer puede participar de modo activo en el proceso del alumbramiento, para lo cual ayuda al útero durante las contracciones para empujar el bebé hacia el canal del parto.

(a) Mientras cede, la mujer inspira, contrae la pared abdominal y espira con lentitud. Esto aumenta la presión del abdomen y relaja el suelo de la pelvis.

Precaución: Si la mujer aguanta la respiración, se producirá un aumento de la tensión y resistencia del suelo de la pelvis. Además, el esfuerzo con la glotis cerrada, proceso conocido como maniobra de Valsalva, tiene efectos contraproducentes para el sistema cardiovascular.

(b) Para que la eficacia sea máxima, la mujer debe mantener las extremidades relajadas, sobre todo las piernas y el periné. También contribuye a ello mantener la cara y la mandíbula relajadas.

(c) Entre las contracciones hay que conseguir la relajación total del cuerpo.

(d) Mientras sale el bebé, la mujer debe "dejar que salga" y respirar de forma entrecortada o con ligeros gemidos para relajar el suelo de la pelvis mientras éste se estira.

H. Ejercicios que no son seguros durante el embarazo

1. Elevación bilateral de las piernas extendidas

Este ejercicio suele ejercer una tensión mucho mayor sobre los músculos abdominales y la región lumbar de la que éstos pueden tolerar. Puede provocar lesiones de espalda o diastasis recti abdominis, por lo que no se pondrá en práctica.

2. Ejercicio de la "boca de riego"

Este ejercicio se practica a gatas. Con las caderas y rodillas flexionadas, se mueve la cadera en abducción. Si se eleva demasiado la pierna, se producirá compresión

de la articulación SI. El ejercicio se practica con seguridad si la abducción de la cadera se mantiene dentro de la amplitud fisiológica (ver fig. 21.4). Deberá evitarlo cualquier mujer que haya mostrado síntomas SI previos.

3. Extensión de las caderas a gatas

Este ejercicio se practica con seguridad como ya se explicó con anterioridad en este capítulo (fig. 17.9). Se torna poco seguro y puede causar lumbalgia cuando la pierna se eleva superando la amplitud fisiológica de extensión de la cadera, lo cual provoca inclinación de la pelvis en sentido anterior, e hiperextensión de la columna lumbar.

4. Actividades en carga unilateral

El peso en carga sobre una pierna (lo cual incluye estar de pie y relajada con la mayor parte del peso desplazado sobre una piernas y la pelvis inclinada en descenso sobre el lado contrario) durante el embarazo puede causar irritación de la articulación SI y no lo practicarán mujeres con síntomas SI previos. La carga unilateral del peso también puede causar problemas de equilibrio debido al aumento del peso del cuerpo y desplazamiento del centro de gravedad. Esta postura se convierte en un problema significativo en el puerperio cuando la mujer lleva al niño apoyado en una cadera. Cualquier asimetría puede acentuarse y desarrollar síntomas dolorosos.

I. Ejercicio crítico para el puerperio[1,26,40]

1. Parto vaginal sin complicaciones

El ejercicio puede iniciarse después del parto en cuanto la mujer se sienta capaz de hacer ejercicio. Todos los ejercicios prenatales se practican con seguridad durante el puerperio. Algunos ejercicios se inician lo antes posible después del parto.

a. *Fortalecimiento del suelo de la pelvis*. Los ejercicios se inician lo antes posible después del parto. Este ejercicio puede aumentar la circulación y ayuda a la curación.[26]

b. *Corrección de la diastasis recti abdominis*. Los ejercicios se inician aproximadamente 3 días después del parto y se siguen hasta conseguir una corrección de 2 cm. En ese momento, pueden iniciarse ejercicios abdominales más vigorosos. Hasta 3 días después del parto, la musculatura del abdomen está demasiado estirada para que sea fiable la prueba de la diastasis. Por tanto, la prueba no debe practicarse hasta 3 días después del parto.

c. *Ejercicios aeróbicos y de fortalecimiento*. En cuanto la mujer se sienta capaz, el ejercicio se reanuda dentro de un programa progresivo. Se sugiere hacer una exploración física antes de iniciar un ejercicio vigoroso.

2. Precauciones

a. Si aumenta la hemorragia o la sangre es de color rojo brillante, se pospondrá el ejercicio. La mujer debe descansar más y dejar más tiempo para la recuperación.

b. Puede haber laxitud articular durante cierto tiempo después del parto, sobre todo si la mujer es lactante. Hay que tomar precauciones para proteger las articulaciones como se describió previamente.

c. Es importante un calentamiento y recuperación activa adecuados.

d. Se evitará la posición en decúbito prono con las rodillas y el tórax flexionados durante al menos 6 semanas de puerperio por el riesgo de embolia gaseosa (ver sección V).

VI. Parto por cesárea[5,19,26-28,33,35]

A. Definición

Alumbramiento del bebé mediante una incisión en la pared abdominal y el útero en vez de por la pelvis y la vagina. Puede usarse anestesia general, vertebral o epidural.

B. Importancia para los fisioterapeutas

1. La operación de cesárea es la operación más practicada en los Estados Unidos.[28]

2. La tasa de partos por cesárea en Estados Unidos es 22,7 por cada cien niños nacidos vivos (1985); por tanto, para quienes traten con la población obstétrica, la posibilidad de tratar a pacientes sometidas a cesárea es alta.[28]

3. Las mujeres que han dado a luz por cesárea requieren rehabilitación del suelo de la pelvis. Muchas mujeres experimentan un parto largo y tratan de empujar antes de que resulte necesaria una operación por cesárea. En consecuencia, los músculos y tejidos del suelo de la pelvis no se libran del estrés del parto. Además, el embarazo en sí genera suficiente tensión sobre los músculos y tejidos del suelo de la pelvis.

4. La rehabilitación de pacientes que han pasado por un parto por cesárea es en esencia la misma que para pacientes que han tenido un parto vaginal. No obstante, la operación de cesárea es una operación abdominal ma-

yor con todos los riesgos y complicaciones de este tipo de intervenciones. Las mujeres sometidas a operación de cesárea también requerirán rehabilitación postoperatoria general.

5. Muchas clases de preparación al parto no forman lo suficiente ni preparan a las parejas para la experiencia de un parto por cesárea. Como resultado, las operadas por cesárea con frecuencia consideran que su cuerpo ha fracasado, provocando en ellas más cambios emocionales de los que experimentan las que han pasado por un parto más tradicional.

C. Resumen de las deficiencias/problemas

1. Riesgo de neumonía.
2. Dolor y malestar postoperatorios.
3. Riesgo de complicaciones vasculares.
4. Desarrollo de adherencias en el lugar de la incisión.
5. Posturas erróneas.
6. Disfunción del suelo de la pelvis.
7. Debilidad abdominal.

D. Objetivos del tratamiento general y plan de asistencia

Objetivos	***Plan de asistencia***
1. Mejorar la función pulmonar y reducir el riesgo de neumonía.	1. Instrucción sobre respiración. Tos y/o espiración por la boca.[19,26]
2. Reducir el dolor de la incisión asociado con la tos, movimientos o con la lactancia materna.	2. TENS postoperatoria. Sujeción de la incisión con un cojín cuando se tosa o se dé el pecho.
	Sujeción de la incisión con un cojín o las manos cuando se haga ejercicio
	Formación sobre el cuidado de la incisión y el riesgo de sufrir nuevos daños.
3. Prevenir complicaciones vasculares postoperatorias.	3. Ejercicios activos de piernas. Deambulación temprana.
4. Mejorar la curación de la incisión con la circulación; prevenir la formación de adherencias.	4. Ejercicios abdominales suaves con sujeción de la incisión. Movilización cicatrizal y fricciones.
5. Reducir el malestar postoperatorio por flatulencia, prurito o un catéter.	5. Instrucción sobre posturas, masaje y ejercicios de sujeción.
6. Corregir posturas.	6. Instrucción sobre posturas.
7. Actividades de la vida diaria protegidas para prevenir lesiones.	7. Instrucción sobre la protección de la incisión y colocación para las AVD.
	Instrucción sobre mecánica corporal.
8. Prevenir disfunciones del suelo de la pelvis.	8. Ejercicios para el suelo de la pelvis.
9. Desarrollar la fuerza abdominal.	9. Ejercicios abdominales.

E. Actividades sugeridas para mujeres sometidas a operación de cesárea[19,26]

1. Ejercicios

a. La mujer debe aprender todos los ejercicios prenatales que se describen en la sección V.

b. Hay que enseñar a las mujeres ejercicios preventivos tan pronto como sea posible durante el período de recuperación.

(1) Se inicia la acción de bombeo de la musculatura del tobillo, la amplitud del movimiento activo de las extremidades inferiores, y se empieza a andar para favorecer la circulación y prevenir la estasis venosa.

(2) Se inician los ejercicios para el suelo de la pelvis con

el fin de recuperar el tono y el control de los músculos del periné.

(3) Se recurre a la respiración profunda y a la tos y la espiración por la boca para prevenir complicaciones pulmonares (ver el punto 2 a continuación).

c. Los ejercicios de abdominales deben progresar con mayor lentitud. Se comprobará si hay diastasis y se protegerá el área de la incisión como en los ejercicios para diastasis. Se inician técnicas no estresantes de ejercicio muscular estático y se avanza según la tolerancia de la paciente.

d. Se corrigen las posturas según sea necesario para reentrenar la conciencia postural y ayudar a recuperar la postura alineada de la mujer no embarazada y para desarrollar el control de los músculos de la cintura escapular como respuesta al aumento de la tensión generada por el cuidado del recién nacido.

e. Se refuerza el valor de las técnicas de respiración diafragmática honda para la ventilación pulmonar, sobre todo al hacer ejercicio, y técnicas de respiración relajada para aliviar el estrés y favorecer la relajación.

f. Las mujeres deben esperar al menos 6 a 8 semanas antes de reanudar el ejercicio vigoroso. Se debe hacer hincapié en la importancia de progresar en un lugar seguro y controlado, sin esperar empezar al nivel previo al embarazo.

2. Tos o espiración por la boca

a. Toser resulta difícil por el dolor. Una alternativa es respirar por la boca.[26] Al exhalar por la boca se usa más el diafragma que los abdominales para expulsar el aire de los pulmones. Los abdominales suben y se meten, en vez de salir, reduciendo la presión de la cavidad abdominal y causando menor tensión en la incisión.

b. La espiración por la boca debe hacerse con rapidez para generar suficiente fuerza y expeler las secreciones.

c. Instrucciones para el paciente:

(1) Sujeción de los abdominales con un cojín o las manos.

(2) Diga "ah" forzadamente mientras mete los músculos abdominales.

3. Ejercicio para aliviar los dolores por gases intestinales[19,26]

a. Masaje y amasamientos abdominales en decúbito lateral sobre el lado izquierdo.

b. Inclinación pélvica y/o hacer el puente (puede hacerse junto con masaje).

c. Hacer el puente y giro. Se mantiene una posición para hacer el puente mientras se giran las caderas a derecha e izquierda. Esta posición puede también facilitar la embolia gaseosa y debe usarse con precaución durante el inicio del puerperio.

d. Flexión ascendente y parcial de abdominales.

4. Movilización de la cicatriz

Debe iniciarse un masaje de fricciones cruzadas en cuanto se haya producido una curación suficiente. Esto reducirá al mínimo las adherencias que contribuyen a causar problemas posturales y dolor de espalda.

VII. Embarazo de alto riesgo[3,20,21,31,33]

A. Definición

Embarazo que se complica por enfermedad o problemas que ponen a la madre o al feto en peligro de enfermedad o muerte. Las afecciones pueden ser preexistentes, estar inducidas por el embarazo, o ser una reacción fisiológica anormal durante el embarazo.[20] El objetivo de la intervención médica es prevenir el parto prematuro, por lo general mediante reposo en cama, restricción de las actividades, y medicamentos cuando sea apropiado.

B. Afecciones consideradas de alto riesgo

1. Rotura prematura de las membranas

El saco amniótico se rompe y se pierde el líquido amniótico antes del parto. Esto puede resultar peligroso para el feto si se produce antes de que se complete su desarrollo. El parto puede iniciarse espontáneamente después de romperse las membranas. La posibilidad de infección fetal también aumenta cuando se pierde la protección del saco amniótico.

2. Inicio prematuro del parto

El parto empieza antes de las 37 semanas de gestación o antes de completarse el desarrollo del feto. La vida del feto corre peligro si el alumbramiento se produce demasiado pronto.

3. Incompetencia del cuello del útero

Dilatación indolora del cuello del útero que se produce durante el segundo trimestre (tras 16 semanas de gesta-

ción) o al comienzo del tercer trimestre del embarazo. Esto provoca una rotura prematura de las membranas y el alumbramiento de un feto demasiado pequeño para sobrevivir.

4. Placenta previa

La placenta se afianza demasiado baja en el útero, cerca del cuello del útero. A medida que el cuello se dilata, la placenta comienza a separarse del útero y puede presentarse antes que el feto, poniendo en peligro su vida. Los síntomas son una hemorragia intermitente, recidivante e indolora que aumenta de intensidad.

5. Hipertensión relacionada con el embarazo o preeclampsia

Se caracteriza por hipertensión, proteinuria y retención grave de líquidos. Esto puede derivar en convulsiones de la madre, estado de coma y muerte si aumenta la gravedad (eclampsia). Suele producirse durante el tercer trimestre y desaparece después del parto. La causa todavía no se ha comprendido satisfactoriamente.

6. Embarazo múltiple

Se forma más de un feto. Son complicaciones del embarazo múltiple un parto y un alumbramiento prematuros, aumento de la incidencia de mortalidad perinatal, menor peso de los neonatos y aumento de la incidencia de las complicaciones materiales (p. ej., hipertensión).

7. Diabetes

La diabetes materna puede remontarse a antes del embarazo o ser el resultado de la tensión fisiológica del embarazo. La diabetes gestacional (causada por el embarazo) suele desaparecer después del embarazo, aunque permanece una mayor tendencia a desarrollar la enfermedad en el futuro.

C. Resumen de las deficiencias/problemas de las pacientes encamadas[31]

1. Rigidez articular y mialgias.
2. Debilidad y atrofia musculares.
3. Complicaciones vasculares.
4. Reducción de la propiocepción de las partes distales del cuerpo.
5. Estreñimiento causado por la falta de ejercicio.
6. Cambios posturales.
7. Aburrimiento.
8. Estrés emocional; la paciente tal vez corra el riesgo de perder el bebé.
9. Sentimiento de culpabilidad por creer que alguna actividad causó el problema o porque la paciente cree que no se cuidó lo bastante.
10. Ansiedad por la situación en casa o por el nacimiento inminente.

D. Objetivos generales y plan de tratamiento para pacientes encamadas [31]

Objetivos	***Plan de asistencia***
1. Reducir la rigidez.	1. Instrucciones sobre la posición. Facilitar el movimiento articular dentro de la amplitud disponible.
2. Mantener la longitud y el volumen musculares mejorar la circulación.	2. Ejercicios de estiramiento y fortalecimiento dentro de los límites impuestos por el médico.
3. Mejorar la propiocepción.	3. Actividades de movimiento para el mayor número posible de partes del cuerpo.
4. Mejorar la postura dentro de los límites disponibles.	4. Instrucción sobre posturas, modificadas si es necesario y basándose en el nivel de actividad permitido.
5. Aliviar el aburrimiento.	5. Variar las actividades y la posición para los ejercicios.
6. Tratamiento del estrés y mejora de la relajación.	6. Técnicas de relajación.
7. Preparación para el parto.	7. Formación para el parto, técnicas de respiración y ejercicios para ayudar y preparar el parto.
8. Mejorar la recuperación posparto.	8. Enseñanza de ejercicios y de un programa en casa para el puerperio. Enseñar la mecánica corporal.

E. Pautas y precauciones[31]

1. Todos los programas de ejercicio para poblaciones de alto riesgo deben establecerse de modo individual basándose en el diagnóstico, las limitaciones, la evaluación de la exploración física y la interconsulta con el médico. Las actividades deben cubrir las necesidades de las pacientes, pero no deben agravar la afección.

2. El terapeuta debe volver a evaluar a la paciente después de cada tratamiento y reparar en cualquier cambio que se produzca.

3. Se debe vigilar de cerca a la paciente durante todas las actividades.

4. Algunos ejercicios, en especial los de abdominales, pueden estimular las contracciones uterinas y, por tanto, tal vez hayan de modificarse o interrumpirse.

5. Una vejiga llena puede estimular las contracciones uterinas. Hay que animar a la paciente a vaciar la vejiga con frecuencia.

6. Hay que vigilar e informar sobre cualquier contracción uterina, hemorragia o pérdida de líquido amniótico.

7. No deben permitirse maniobras de Valsalva. Se evitará cualquier aumento de la presión intraabdominal.

8. Los ejercicios han de ser lentos, armónicos y sencillos, y deben requerir un esfuerzo mínimo.

9. Es necesario desarrollar una buena comunicación con la paciente; la paciente debe confiar en el terapeuta.

10. Muchos embarazos de alto riesgo terminan en partos por cesárea, por lo que hay que formar a las pacientes sobre la rehabilitación de un parto por cesárea.

11. Se incorporan en todos los movimientos actividades musculares máximas.

12. Hay que enseñar a las pacientes técnicas de auto monitorización.

F. Sugerencias para los programas de ejercicio en embarazos de alto riesgo[31]

1. Instrucciones para la posición

a. En decúbito lateral sobre el lado izquierdo para prevenir la compresión de la vena cava, mejorar el gasto cardíaco y reducir el edema de las extremidades inferiores.

b. Cojines para sostener ciertas partes del cuerpo y mejorar la relajación.

c. En decúbito supino durante períodos cortos, con una cuña bajo la cadera derecha para reducir la compresión de la vena cava inferior (fig. 17.6).

d. Posición modificada en decúbito prono (decúbito lateral, parcialmente en decúbito prono, con un cojín debajo del abdomen) para reducir el malestar lumbar y la presión.

2. Instrucciones sobre la amplitud del movimiento

a. Amplitud activa de todas las articulaciones.

b. Los movimientos deben ser lentos, no estresantes, y si es posible en toda la amplitud.

c. Se enseñará una posición neutra si la amplitud articular antigravedad fuera demasiado estresante.

d. El número de repeticiones y la frecuencia deben individualizarse según la afección de la mujer.

3. Ejercicios sugeridos

a. En decúbito

(1) En decúbito supino o lateral con alzamiento alternativo de las piernas hasta el pecho.

(2) Bombeo de la musculatura de los tobillos.

(3) Flexión y extensión de los hombros, codos y dedos; se alzan los brazos al techo, movimientos circulares con los brazos.

(4) Elevación unilateral de las piernas extendidas en decúbito supino o lateral.

(5) Movilizaciones activas bilaterales en patrones diagonales para las extremidades superiores e inferiores.

(6) Abducción y aducción de las extremidades inferiores.

(7) Inclinación pélvica, puente, ejercicios estáticos para los glúteos.

(8) Ejercicios de abdominales (comprobar si hay diastasis); deben ser muy suaves y vigilarse estrechamente.

(9) Ejercicios para el suelo de la pelvis.

b. En posición sedente (tal vez no se pueda)

(1) Los pies penden en el borde de la cama.

(2) Estiramiento de los aductores de la cadera y los rotadores internos; posición del escriba.

(3) Flexiones de brazos.

(4) Movilizaciones activas en patrones diagonales para las extremidades inferiores y superiores.

(5) Ejercicios de bombeo de la musculatura del tobillo.

(6) Movilizaciones activas y en alternancia de flexión y extensión de las rodillas.

(7) Extensión de las rodillas con dorsiflexión de los tobillos para estirar los isquiotibiales y los tendones de Aquiles.

(8) Los brazos se extienden hacia el techo, luego hacia los lados, se añaden movimientos circulares.

(9) Retracción escapular, con las manos detrás de la cabeza.

(10) Movilizaciones de la columna cervical haciendo hincapié en la flexión e inclinación lateral.

c. Deambulación (casi siempre contraindicada; cuando se permita, por lo general sólo para ir al lavabo).

(1) Buena postura durante la deambulación.

(2) Caminar sobre los talones o de puntillas.

(3) Amplitud parcial en sentadillas suaves para estirar los cuádriceps.

(4) Rotación de las extremidades inferiores.

4. Técnicas de relajación (ver sección V)

5. Movilidad en la cama y transferencia de las actividades

a. Erguirse, echarse, girar de un lado a otro en la cama

b. Rodamiento: se incorpora el cuello y las extremidades superiores e inferiores para ayudar al movimiento

c. En decúbito supino para sentarse, con ayuda de los brazos

6. Preparación para el parto

a. Técnicas de relajación

b. Sentadillas modificadas: en decúbito supino, sentada o en decúbito lateral con las rodillas en el pecho (ver sección IV)

c. Relajación del suelo de la pelvis

d. Ejercicios respiratorios

7. Formación sobre los ejercicios puerperales (ver sección V)

VIII. Resumen

En este capítulo se ha ofrecido una revisión sobre el embarazo, el parto y el alumbramiento a todos los terapeutas que trabajen con pacientes obstétricas. Se han enumerado los cambios anatómicos y fisiológicos específicos que se producen durante el embarazo, como aumento de peso, cambios de los sistemas de órganos y cambios posturales. Se han expuesto algunas patologías inducidas por el embarazo como diastasis recti abdominis, lumbalgia, varices, disfunción del suelo de la pelvis y laxitud articular, junto con las pautas para el tratamiento. Se han descrito las respuestas maternas y fetales al ejercicio aeróbico.

Se han subrayado los ejercicios específicos para el embarazo y el puerperio. Se han cubierto áreas críticas de interés para el ejercicio, las contraindicaciones y la secuencia de las clases de ejercicio. Se han abordado por separado las pautas y precauciones para el ejercicio en embarazos de alto riesgo y en partos por cesárea.

Bibliografía

1. Artal, R, Y Wiswell, R: *Exercise in Pregnancy*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1986.
2. Boissonnault, J, y Blaschak, M: "Incidence of diastasis recti abdominis during the childbearing years". *Phys Ther* 68:1082, 1988.
3. Boston Children's Medical Center y Feinbloom, R: *Pregnancy, Birth and the Newborn Baby*, ed 1. Dell Publishing, Nueva York, 1979.
4. Boston Women's Health Book Collective: *Our Bodies, Our Selves*, ed 2. Simon & Schuster, Nueva York, 1979.
5. Brewer, G: *The Pregnancy After 30 Workbook*, ed 1. Rodale, Emmaus, PA, 1978.
6. Bursch, S: "Interrater reliability of diastasis recti abdominis measurement". *Phys Ther* 67:1077, 1987.
7. Chiarelli, P, y O'Keefe, D: "Physiotherapy for the pelvic floor". *Australian Journal of Physiotherapy* 27:4, 1981.
8. Clapp, JF: "A clinical approach to exercise during pregnancy". *Clin Sports Med* 13:443, 1994.
9. Clapp, JF: "Exercise and fetal health". *J Dev Physiol* 15:9, 1991.
10. Dale, B, y Roeber, J: *The Pregnancy Exercise Book*. Pantheon Books, Nueva York, 1982.
11. De Lyser, F: *Jane Fonda's Workout Book for Pregnancy, Birth and Recovery*. Simon & Schuster, Nueva York, 1982.
12. Exercise During Pregnancy and the Postpartum Period. ACOG: *An Educational Aid to Obstetrician-Gynecolo-*

gists (Technical Bulletin No 189). Washington, DC, ACOG, 1994.

13. *Exercise During Pregnancy and the Postnatal Period*. ACOG Home Exercise Programs, Washington, DC, 1985.
14. Feigel, D: "Evaluating Prenatal and Postpartum Exercise Classes". *Bulletin of Section on Obstetrics and Gynecology*, American Physical Therapy Association 7:12, 1983.
15. Feldenkrais, M: *Awareness Through Movement: Health Exercises for Personal Growth*, ed 1. Harper & Row, Nueva York, 1972.
16. Flanagan, G: *The First Nine Months of Life*, ed 2. Simon & Schuster, Nueva York, 1962.
17. Frahm, J: "Strengthening the Pelvic Floor". *Clinical Management in Physical Therapy* 5:30, 1985.
18. Freyder, SC: "Exercising while pregnant". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy Association* 10:358, 1989.
19. Gent, D, y Gottlieb, K: "Cesarean Rehabilitation". *Clinical Management in Physical Therapy* 5:14, 1985.
20. Gilbert, E, y Harman, J: *High-Risk Pregnancy and Delivery*, ed 1. CV Mosby, St Louis, 1986.
21. Ingalls, A, y Salerno, M: *Maternal and Child Health Nursing*, ed 5. CV Mosby, St Louis, 1983.
22. Jarski, RW, y Trippett, DL: "The risks and benefits of exercise during pregnancy". *J Fam Pract* 30:185, 1990.
23. Knee-Chest Exercises and Maternal Death: Comments. *Med J Aust* 1:1127, 1973.
24. Mandelstam, D: "The pelvic floor". *Physiotherapy* 64:8, 1978.
25. Markowiz, E, y Brainen, H: *Baby Dance: A Comprehensive Guide to Prenatal and Postpartum Exercise*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1980.
26. Nelson, P: "Pulmonary Gas Embolism in Pregnancy and the Puerpurium". *Obstet Gynecol Surv* 15, 1960.
27. Noble, E: *Essential Exercises for the Childbearing Years*, ed 2. Houghton Mifflin, Boston, 1982.
28. Noble, E: *Having Twins*, ed 1. Houghton Mifflin, Boston, 1980.
29. Norwood, C: "Cesarean Variations: Patients, Facilities or Policies". *International Journal of Childbirth Education* 1:4, 1986.
30. Ostgaard, HC, y otros: "Reduction of back and posterior pelvic pain in pregnancy". *Spine* 19:894, 1994.
31. *Perinatal Exercise Guidelines*. Section on Obstetrics and Gynecology, American Physical Therapy Association, 1986.
32. *Physical Therapy Assessment and Treatment of the Female Patient. Obstetrical and Gynecological Implications*, March 15-21, 1986. Sponsored by Programs in Physical Therapy, Northwestern University Medical School and Section on Obstetrics and Gynecology, American Physical Therapy Association.
33. Position Paper. Section on Obstetrics and Gynecology: *Bulletin of Section on Obstetrics and Gynecology*, American Physical Therapy Association 8:6, 1984.
34. Pritchard, J, y MacDonald, P (eds): *Williams' Obstetrics*, ed 16. Appleton-Century-Crofts, Nueva York, 1976.
35. Prudden, S, y Sussman, J: *Pregnancy and Back-to-Shape Exercise Program*. Workman Publishing, Nueva York, 1980.
36. Sandberg, E: *Synopsis of Obstetrics*, ed 10. CV Mosby, St Louis, 1978.
37. Santiesteban, A: "Electromyographic and dynamometric characteristics of female pelvic floor musculature". *Phys Ther* 68:344, 1988.
38. Shrock, P Simkin, P, y Shearer, M: "Teaching prenatal exercise: Part II–Exercises to think twice about". *Birth Fam J* 8:3, 1981.
39. Tchow, D, y otros: "Pelvic-floor musculature exercises in treatment of anatomical urinary stress incontinence". *Phys Ther* 68:652, 1988.
40. Wilder; E (ed): *Obstetric and Gynecologic Physical Therapy: Clinics in Physical Therapy*, Vol 20, ed 1. Nueva York, Churchill-Livingstone, 1988.
41. Zacharin, RF: *Pelvic Floor Anatomy and the Surgery of Pulsion Enterocele*. Springer-Verlag/Wien, Nueva York, 1985.

Capítulo

18

Tratamiento de los trastornos vasculares de las extremidades

Los trastornos vasculares, que causan alteraciones de la circulación de las extremidades, pueden provocar cierta pérdida funcional de las extremidades superiores o inferiores. Las alteraciones de la circulación pueden estar causadas por distintas afecciones clínicas agudas o crónicas denominadas *enfermedades vasculares periféricas* (EVP). Las enfermedades vasculares periféricas pueden afectar a los sistemas circulatorios arterial, venoso o linfático. Los procedimientos quirúrgicos que interfieren con el sistema linfático pueden causar también trastornos vasculares. Por ejemplo, la exéresis quirúrgica o la radiación de los vasos linfáticos forman parte de algunos procedimientos para el tratamiento del cáncer de mama. Uno o ambos son necesarios para el tratamiento eficaz del cáncer de mama, pero también pueden causar un linfedema crónico de las extremidades superiores.

Para contribuir a la evaluación y el tratamiento integrales de pacientes con trastornos vasculares periféricos, los terapeutas deben tener conocimientos sólidos sobre las deficiencias físicas asociadas con los distintos trastornos arteriales, venosos o linfáticos. Además, los terapeutas deben ser conscientes del uso y eficacia, así como de las limitaciones, del ejercicio terapéutico en la evaluación y rehabilitación de pacientes con trastornos vasculares. Aunque el ejercicio terapéutico es sólo un procedimiento para el tratamiento de trastornos vasculares de las extremidades, en este capítulo se hará hincapié sobre este aspecto del tratamiento cuando sea apropiado.

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, el lector podrá:

1. Definir los trastornos vasculares agudos y crónicos de las extremidades que se producen como resultado de variedad de afecciones médicas o quirúrgicas y que afectan a los sistemas circulatorios arteriales, venosos y linfáticos.

2. Describir las deficiencias primarias y secundarias asociadas con trastornos específicos del sistema vascular periférico.

3. Explicar el papel del ejercicio en la evaluación y detección de pacientes con trastornos vasculares conocidos o posibles que afectan a las extremidades.

4. Describir los principios y la efectividad del ejercicio terapéutico para la rehabilitación de pacientes con deficiencias vasculares periféricas.

5. Subrayar los objetivos del tratamiento y el plan de asistencia para pacientes con trastornos vasculares agudos o crónicos que causan disfunción circulatoria arterial, venosa o linfática.

6. Describir los problemas vasculares, musculoesqueléticos, respiratorios y funcionales de las pacientes después de una mastectomía.

7. Subrayar los objetivos del tratamiento y el plan postoperatorio de asistencia para pacientes sometidas a mastectomía.

8. Explicar las precauciones o contraindicaciones para el tratamiento de pacientes con trastornos vasculares.

I. Trastornos arteriales

A. Tipos de trastornos arteriales

1. Oclusión arterial aguda[11,17,20,26,38]

a. La pérdida acusada del riego sanguíneo a las arterias periféricas puede estar causada por un trombo (coágulo de sangre), una embolia o un traumatismo en una arteria.

(1) La localización más corriente de un émbolo arterial es en la bifurcación de la arteria poplítea y femoral, aunque puede haber un émbolo en otras bifurcaciones arteriales de las extremidades.

(2) Las lesiones por aplastamiento de vasos de las extremidades pueden interrumpir el riego arterial y deben repararse quirúrgicamente y con rapidez para restablecer la circulación y prevenir la necrosis del tejido.

b. La oclusión provocará una desaparición o disminución del pulso y una interrupción parcial o completa de la circulación de una extremidad.

c. La gravedad del problema depende de la localización y tamaño de la oclusión y de la disponibilidad de la circulación colateral.

d. Si se dispone de poca o ninguna circulación colateral, la oclusión arterial aguda causará isquemia hística y posiblemente gangrena de la porción distal de la extremidad.

2. Enfermedad vascular arteriosclerótica crónica (EVAC)[11,17,20,26,38]

a. También llamada *arteriosclerosis obliterante* (ASO), *enfermedad oclusiva aterosclerótica* o *arteriopatía oclusiva progresiva* (AOP), la EVAC es el más corriente de todos los trastornos arteriales que afectan a las extremidades inferiores.

b. La circulación se deteriora progresivamente por la estenosis, fibrosis y oclusión de las arterias grandes y medias, por lo general de las extremidades inferiores.

c. Esta enfermedad se ve más en pacientes ancianos y suele asociarse con diabetes mellitus.

3. Tromboangitis obliterante (enfermedad de Buerger)[10,11]

a. Esta enfermedad crónica, que se diagnostica predominantemente en pacientes varones jóvenes que fuman, comprende una reacción inflamatoria de las arterias a la nicotina.

b. Inicialmente se da en las arterias pequeñas de los pies y manos y progresa proximalmente generando vasoconstricción, reducción de la circulación arterial de las extremidades, isquemia, y necrosis final y ulceración de los tejidos blandos.

c. La reacción inflamatoria y los signos y síntomas resultantes pueden controlarse si el paciente deja de fumar.

4. Enfermedad de Raynaud (síndrome de Raynaud)[11,22,34]

a. Esta arteriopatía funcional está causada por vasospasmos, que sobre todo afectan las arteriolas y las arterias pequeñas de los dedos de la mano.

b. Está causado por una anomalía del sistema nervioso simpático y suele apreciarse en adultos jóvenes.

c. La enfermedad de Raynaud se caracteriza por:

(1) Sensibilidad al frío.

(2) Palidez y cianosis de las yemas de los dedos y los lechos de las uñas.

(3) Dolor intenso, pérdida sensorial (hormigueo o entumecimiento) y reducción funcional de las manos.

d. Los síntomas se alivian lentamente mediante calor.

B. Signos y síntomas de una arteriopatía

1. Cambios en el color y temperatura de la piel[11,17,20,25,26]

a. Palidez: color blanquecino, la piel palidece

b. Aspecto brillante y céreo de la piel y reducción del crecimiento de vello distal a la insuficiencia

c. Disminución de la temperatura cutánea

d. Sequedad de la piel

e. Úlceras, sobre todo en las áreas que soportan el peso del cuerpo y en las prominencias óseas

f. Gangrena

2. Trastornos sensoriales[11,20,26,38]

a. Disminución de la tolerancia al calor o el frío

b. Parestesia

(1) Hormigueo y entumecimiento final de la porción distal de las extremidades.

(2) Susceptibilidad a que las heridas se infecten después de sufrir laceraciones cutáneas menores.

3. Dolor[11,17,26,28]

a. **Claudicación intermitente** (dolor durante el ejercicio)

(1) El dolor durante el ejercicio (calambres musculares) se produce cuando hay un aporte insuficiente de sangre e isquemia en un músculo activo.

(2) Los calambres se producen en la musculatura distal al vaso cerrado. El punto más corriente en que se da claudicación intermitente es la pantorrilla debido a la oclusión de la arteria femoral. El dolor durante el ejercicio también puede producirse en el pie cuando se cierra la arteria poplítea o, menos corriente, en la nalga o región lumbosacra si las arterias ilíaca o aorta son los puntos de oclusión.

(3) El dolor remite lentamente con reposo.

(4) La tolerancia al ejercicio disminuye progresivamente, y el dolor isquémico aparece con mayor rapidez a medida que avanza la enfermedad.

b. Dolor en reposo

(1) Aparece un dolor urente y hormigueante en las extremidades debido a la gravedad de la isquemia.

(2) Con frecuencia aparece de noche porque disminuye en reposo la frecuencia cardíaca y el volumen del riego sanguíneo a las extremidades.

(3) A veces se consigue alivio parcial o completo del dolor si la pierna se coloca en una posición suspendida, por ejemplo, en el borde la cama.

(4) La elevación de la extremidad causará el aumento del dolor.

4. Parálisis[11,26]

a. Se produce atrofia de los músculos y la pérdida final de la función motriz, sobre todo en manos y pies en los casos de enfermedad vascular arterial progresiva.

b. La pérdida de la función motriz se acompaña de dolor, lo cual compromete aún más las capacidades funcionales.

C. Evaluación de los trastornos arteriales[11,21,24-26]

Para establecer el tipo y estado actual de una arteriopatía y determinar la eficacia de cualquier tratamiento posterior, se necesita una evaluación completa del flujo de la sangre arterial. El terapeuta tal vez haya de practicar ciertos procedimientos de evaluación y pruebas de detección; otros los practica exclusivamente el médico. El conocimiento de los procedimientos de las pruebas y su interpretación es importante para que el terapeuta pueda planificar un programa eficaz de tratamiento.

1. Tomar el pulso

a. La base de toda evaluación de la integridad del sistema arterial es la detección de los pulsos en la porción distal de las extremidades.

b. El pulso se describe como *normal*, *disminuido* o *ausente*. La ausencia de pulso es un signo de una insuficiencia arterial grave.

c. Los pulsos femorales, poplíteos, dorsales del pie y tibiales posterior suelen tomarse en la extremidad inferior.

d. Los pulsos radiales, cubitales y braquiales suelen tomarse en la extremidad superior.

e. **NOTA**: Los pulsos son difíciles de evaluar cuantitativamente. Otras pruebas conservadoras más precisas y fiables del riego sanguíneo como la ecografía con Doppler complementan la información obtenida al tomar los pulsos.

2. Temperatura cutánea

a. La temperatura de la piel puede evaluarse mediante palpación. Las extremidades con disminución del flujo de sangre arterial resultarán frías al tacto.

b. Si existiera discrepancia entre una extremidad afecta y otra normal, se hará una medición cuantitativa de la temperatura cutánea con un termómetro electrónico.

3. Integridad y pigmentación de la piel

a. La disminución o ausencia del riego de sangre arterial a una extremidad causa cambios tróficos en la piel a nivel periférico.

b. La piel del paciente está seca y el color palidece. También se produce pérdida del vello y un aspecto brillante de la piel. Tal vez también haya úlceras cutáneas.

4. Prueba del rubor/hiperemia reactiva

a. Se evalúan los cambios en el color de la piel con elevación y suspensión de la extremidad como resultado de la alteración del riego sanguíneo.

b. Procedimiento

(1) Se elevan las piernas durante varios minutos por encima del nivel del corazón mientras el paciente yace en decúbito supino.

(2) Se aprecia palidez de la piel en los pies al cabo de 1 minuto o menos si la circulación arterial es mala.

(3) Se anota el tiempo necesario para que se produzca la palidez.

(4) Luego las piernas se dejan en suspensión, y se repara en el color de los pies.

(5) Normalmente, aparece un rubor rosáceo en los pies al cabo de varios segundos.

(6) En la arteriopatía oclusiva se produce un enrojecimiento o rubor brillante de la porción distal de las piernas y pies.

(7) El rubor puede tardar hasta 30 segundos en aparecer.

c. Procedimiento alternativo

(1) También puede evaluarse la hiperemia reactiva restringiendo temporalmente el riego sanguíneo a la porción distal de la extremidad inferior con el brazalete de un tensiómetro.

(2) Esta restricción provoca una acumulación de CO_2 y ácido láctico en la porción distal de la extremidad. Estos metabolitos son vasodilatadores que afectan el lecho vascular del riego sanguíneo del área privada de sangre.

(3) Cuando se alivia la presión del brazalete y se reanuda el riego sanguíneo de la extremidad, suele aparecer en 10 segundos una hiperemia normal (rubefacción) de la extremidad.

(4) En la enfermedad vascular arteriosclerótica tal vez pasen 1 a 2 minutos hasta que aparezca la rubefacción.

(5) **NOTA:** Este método de evaluar la hiperemia reactiva es bastante doloroso y no lo toleran bien las personas o pacientes normales con arteriopatía oclusiva.

5. Tiempo de claudicación

a. Se practica una evaluación objetiva del dolor durante el ejercicio (claudicación intermitente) con el fin de determinar el tiempo que un paciente puede ejercitarse antes de sufrir calambres y dolor en la musculatura distal.

b. Una prueba corriente es que el paciente camine a una velocidad predeterminada lenta sobre un tapiz rodante plano (1,5 a 3 km/hora). Se anota el tiempo que camina el paciente antes de aparecer el dolor o que éste impida seguir caminando.[25,26]

c. Esta medición se toma para determinar una línea de base de la tolerancia al ejercicio antes de iniciar un programa que mejore dicha tolerancia.

6. Ecografía con Doppler

a. Esta evaluación incruenta emplea el principio Doppler para determinar la velocidad relativa del riego sanguíneo en las principales venas y arterias.[11,17,24,26]

b. Se coloca un cabezal cubierto de gel de acoplamiento directamente sobre la piel y la arteria que se evalúa. Se dirige un rayo ultrasónico por vía transcutánea a la arteria.

c. Los hematocitos que se mueven siguiendo la trayectoria del rayo causan una desviación de la frecuencia del sonido reflejado.

d. La frecuencia del sonido reflejado emitido varía con la velocidad del riego sanguíneo.

e. Esta información se transmite visualmente, en un osciloscopio o una cinta impresa o de modo audible, por un altavoz o estetoscopio.

f. También puede medirse la tensión arterial sistólica en distintos puntos de las arterias.

NOTA: Aunque la evaluación mediante ecografía con Doppler no la suelen practicar los terapeutas, un estudio ha demostrado que los terapeutas que han aprendido el uso de la técnica muestran competencia y fiabilidad.[24]

7. Arteriografía

a. Es un procedimiento cruento y suele ser la última prueba en hacerse. La practica un cirujano vascular antes de una operación vascular reconstructiva.[9]

b. Se inyecta un contraste radiopaco.

c. Se toma una serie de radiografías para detectar cualquier restricción del movimiento del contraste, lo cual manifiesta una oclusión completa o parcial del riego sanguíneo.

d. Aunque sea un procedimiento cruento, proporciona el cuadro más preciso de la localización y extensión de la obstrucción arterial.[9]

D. Tratamiento de una oclusión arterial aguda

El tratamiento de una oclusión arterial aguda suele ser una emergencia médica o quirúrgica. La viabilidad de la extremidad dependerá de la localización y extensión de la oclusión y la disponibilidad de la circulación colateral. Deben adoptarse medidas médicas o quirúrgicas para reducir la isquemia y restablecer la circulación. El tratamiento quirúrgico más corriente para una oclusión aguda es una *tromboembolectomía*. Si la circulación no puede mejorar significativamente o restablecerse, aparecerá gangrena en poco tiempo, y habrá que amputar la extremidad.[11,17,20,26] ***Precaución***: Con una oclusión aguda, el ejercicio terapéutico está contraindicado y el empleo de fisioterapia como la termoterapia refleja está limitado en el tratamiento de una oclusión arterial aguda.[11,17,20,22,26]

Objetivos del tratamiento general	***Plan de asistencia***
1. Reducción de la isquemia al restablecer o mejorar el riego sanguíneo.	1. Médica: reposo en cama; terapia de anticoagulación general completa. Física: termoterapia refleja del torso o la extremidad opuesta. ***Precauciones***: La termoterapia local directa de la extremidad está contraindicada, porque puede quemar con facilidad el tejido isquémico. El empleo de una media está contraindicado pues tal vez aumente la resistencia periférica al riego sanguíneo. La posición del paciente en la cama, con la cabeza un poco elevada, aumentará el riego sanguíneo de la porción distal de la extremidad.[11,17,20, 26] La tromboembolectomía y la operación reconstructora arterial o el injerto de derivación son alternativas al tratamiento conservador.[11,17,20]
2. Proteger la extremidad.	2. Hay que proteger la extremidad de cualquier traumatismo. Hay que minimizar la presión sobre la piel con un colchón especial, con la cumplimiento de un horario y recolocación periódica del paciente.[11,20,26]

E. Tratamiento de la arteriopatía crónica[9,11,17,20,26,31,39]

Las enfermedades vasculares arterioscleróticas crónicas con frecuencia se tratan de modo conservador por medios médicos y físicos. La enfermedad vascular arteriosclerótica no suele requerir atención médica o quirúrgica de urgencias, excepto en los estadios muy avanzados. Las medidas conservadoras también son útiles para el tratamiento de la tromboangitis y la enfermedad de Raynaud.

En todos los casos, hay que aconsejar a los pacientes que dejen de fumar y cambien la dieta, lo cual comprende la limitación o la ausencia de sal, azúcar y alcohol para bajar la tensión arterial, los triglicéridos y los niveles de colesterol. Estas medidas tal vez no curen los trastornos arteriales crónicos, pero reducirán al mínimo los factores de riesgo.

Los trastornos médicos relacionados también se tratan. La diabetes suele asociarse con la enfermedad vascular arteriosclerótica crónica, y debe reconocerse y tratarse adecuadamente. La hipertensión también se trata con medicamentos.

En el caso de pacientes con una enfermedad leve, debe iniciarse un programa graduado de paseos o ciclismo para mejorar la tolerancia al ejercicio y la capacidad funcional en las actividades de la vida diaria. Se ha demostrado que un programa regular de ejercicio de nivel leve a moderado reduce los casos de dolor durante el ejercicio (claudicación intermitente).[11,12,30,31,33]

NOTA: Los ejercicios de Buerger o Buerger-Allen, que se desarrollaron hace muchos años para favorecer progresivamente la circulación colateral, comprenden una serie de cambios posicionales de la extremidad afecta junto con ejercicios de dorsiflexión y flexión plantar activos.[10,17,20,43] Aunque estos ejercicios siguen incluyéndose ocasionalmente en ciertos programas de ejercicio para pacientes con enfermedad vascular periférica, hay pocas pruebas de que sean eficaces para mejorar el riego sanguíneo de la extremidad.[11,26] No lo aprueban las autoras de este libro.

La cirugía vascular reconstructora, como los injertos de derivación, puede estar indicada para pacientes que tienen dolor en reposo. Un programa de ejercicios graduados después de la cirugía de revascularización tal vez ayude a mantener la circulación periférica. Los pacientes con enfermedad vasospástica pueden beneficiarse por bloqueos simpáticos o simpatectomías para aumentar el riego sanguíneo. Si los pacientes desarrollan úlceras y gangrena que no pueden tratarse médicamente o con procedimientos quirúrgicos conservadores, será necesario amputar la extremidad.[9]

Objetivos del tratamiento general	*Plan de asistencia*
1. Mejorar la tolerancia al ejercicio en AVD y reducir la incidencia de claudicación intermitente.	1. Un programa de ejercicio aeróbico regular y graduado de paseos o ciclismo (ver capítulo 4).
2. Mejorar la vasodilatación.	2. Vasodilatación por iontoforesis.[1] Vasodilatación por termoterapia refleja.[1,22] **NOTA**: Aunque se ha abogado por estas medidas físicas, se cuestiona su eficacia.
3. Aliviar el dolor en reposo.	3. Dormir con las piernas suspendidas en el borde la mesa o con la cabeza de la cama un poco elevada.
4. Prevenir las contracciones articulares y la atrofia muscular, sobre todo si el paciente está confinado en cama.	4. Movilizaciones activas o resistidas leves de los ejercicios de las extremidades.
5. Prevenir las úlceras cutáneas.	5. Educación del paciente sobre la protección y asistencia adecuados de la piel, sobre todo los pies. Selección y ajuste del calzado. Evitar el uso de medias.
6. Favorecer la curación de las úlceras cutáneas que aparezcan.	6. Se usan clínicamente gran variedad de procedimientos para tratar las úlceras isquémicas, como estimulación eléctrica y oxigenoterapia.[11,27,38]

F. Principios y procedimientos de un programa de ejercicio graduado para pacientes con insuficiencia arterial crónica

1. Razones para el ejercicio graduado[11,12,20,26,31]

a. Durante la contracción activa de un músculo, el riego sanguíneo se reduce temporalmente, si bien se produce de inmediato un rápido aumento del riego sanguíneo después de la contracción muscular.

b. Tras acabar el ejercicio, se produce una rápida disminución del riego sanguíneo durante los primeros 3 a 4 minutos. A esto le sigue un lento declinar hasta llegar a los niveles de reposo al cabo de 15 minutos.

c. En el caso de ejercicio repetido de nivel moderado, puede aumentar el riego sanguíneo de los músculos 10 a 12 veces por encima de los valores en reposo.

d. Se ha sugerido que el ejercicio regular diario aumenta la resistencia para caminar antes de que aparezca el dolor. Aunque es cuestionable si un programa de ejercicio regular y graduado mejora la circulación colateral de las extremidades de los seres humanos con enfermedades vasculares, se ha comprobado que el ejercicio continuo en el tiempo mejora la eficacia de la utilización del oxígeno por los músculos activos. Esto permite a los pacientes tolerar el ejercicio más tiempo y caminar distancias más largas antes de que aparezca el dolor.[11,26,31,33,39]

2. Procedimiento

a. Hay que animar al paciente a caminar o montar en bicicleta todo lo posible, pero sin provocar claudicación intermitente.

b. El ejercicio graduado de fondo debe practicarse 3 a 5 días a la semana.

c. El paciente debe practicar actividades de calentamiento suaves antes de iniciar los paseos o el ciclismo. Son actividades de calentamiento estiramientos estáticos de los músculos de la pantorrilla y ejercicios isotónicos activos de bombeo de la musculatura para tobillos y dedos del pie.

d. En el capítulo 4 aparecen pautas específicas para establecer un programa de ejercicio aeróbico.

3. Precauciones

a. Debe establecerse una frecuencia cardíaca máxima como objetivo. En el capítulo 4 aparece una exposición sobre la frecuencia cardíaca máxima objetivo.

b. El paciente debe evitar hacer ejercicio al aire libre cuando haga mucho frío.

c. El paciente debe llevar un calzado que ajuste bien y que no cause irritaciones cutáneas, ampollas o llagas.

d. Los pacientes con antecedentes de cardiopatía deben ser controlados estrechamente. En el capítulo 4 aparece un resumen de estos procedimientos de evaluación.

4. Contraindicaciones

a. Se interrumpirá la deambulación o el ciclismo graduados si el dolor crural aumenta en vez de disminuir con el tiempo.

b. Los pacientes con dolor en reposo no deben participar en un programa de deambulación o ciclismo.

c. Los pacientes con úlceras en los pies y heridas o infecciones fúngicas no deben participar en un programa de paseos.

II. Trastornos venosos

A. Tipos de trastornos venosos[11,18,20,26,36,37]

a. Afección inflamatoria aguda con oclusión de una vena superficial o profunda por un trombo.[11,18,36]

(1) Trombosis venosa superficial.

Si se aloja un coágulo de sangre en una de las venas superficiales, la afección suele resolverse sin complicaciones crónicas.[11,18]

(2) Trombosis venosa profunda (TVP).

La **tromboflebitis** de una de las venas profundas puede provocar una embolia pulmonar y es potencialmente mortal.[11,18]

b. F*lebotrombosis* es otro término empleado para describir la oclusión de una vena por un coágulo de sangre.[21,37]

c. Los trastornos venosos agudos suelen afectar las extremidades inferiores.

d. Factores de riesgo asociados con la tromboflebitis: [11,37]

(1) Inmovilidad y reposo en casa durante un período prolongado.

(2) Obesidad.

(3) Edad del paciente (el riesgo aumenta con la edad).

(4) Lesiones del sistema locomotor.

(5) Pacientes postoperatorios.

(6) Insuficiencia cardíaca congestiva.

(7) Cáncer.

(8) Consumo de anticonceptivos orales.

(9) Embarazo.

2. Trastornos venosos crónicos

a. V*arices*

b. I*nsuficiencia venosa crónica*

c. Estos trastornos crónicos se asocian con hipertensión y estasis venosas en las extremidades inferiores y un retorno insuficiente de la sangre al corazón.

(1) Las válvulas de las venas no son competentes y el ejercicio ya no aumenta el retorno venoso.

(2) La insuficiencia venosa crónica o el desarrollo de una variz puede darse después de un episodio agudo de tromboflebitis.

B. Signos y síntomas de trastornos venosos

1. Tromboflebitis aguda[11,18,25,26,36]

NOTA: Los síntomas son más evidentes si está afectada una vena profunda.

a. Hinchazón de la extremidad, muy corriente en los casos de trombosis venosa profunda

b. Dolor

c. Sensibilidad dolorosa al tacto de los músculos de la pantorrilla, que aumenta cuando se mueve el tobillo en dorsiflexión.[25]

d. Inflamación y decoloración de la extremidad

2. Insuficiencia venosa crónica[11,18,20,26]

a. Edema postural

(1) Asociado con largos períodos de tiempo de pie o sentados.

(2) Suele empeorar al final del día.

(3) El edema disminuye si se eleva la pierna cuando el paciente yace en decúbito supino.

b. Dolor o cansancio en las piernas

c. Aumento de la pigmentación y la estasis de la extremidad

d. Úlceras cutáneas e infección secundaria, que puede derivar en celulitis

C. Evaluación de trastornos venosos

1. Flebografía[11,36]

a. El médico recurre a una prueba que se suma a la observación y a la exploración física para diagnosticar trastornos venosos.

b. Un procedimiento cruento parecido a la arteriografía, mediante un estudio radiológico y un contraste radiopaco inyectado en el sistema venoso. El procedimiento se emplea para detectar una trombosis venosa.

2. Mediciones del perímetro de la extremidad[11,25,26]

a. Se practican mediciones circunferenciales de la extremidad afectada para detectar un edema (o atrofia).

(1) Puede compararse el perímetro de la extremidad afectada con el perímetro de la extremidad sana.

(2) Si se emplean métodos inconsistentes al hacer las mediciones, el terapeuta puede determinar la eficacia del tratamiento a lo largo del tiempo.

b. Un método aceptado consiste en hacer mediciones circunferenciales cada 10 cm a lo largo de toda la extremidad.

3. Competencia de la vena safena magna (prueba de percusión)[25,26]

a. Prueba empleada con pacientes con varices

b. Procedimiento

(1) Se pide al paciente que permanezca de pie hasta que se llenen de sangre las varices de las piernas.

(2) Se palpa una porción de la vena safena por debajo de la rodilla y se golpea secamente la vena por encima de la rodilla.

(3) Si se nota una oleada de sangre con el dedo situado por debajo de la rodilla, es por insuficiencia de las válvulas.

4. Pruebas para una posible tromboflebitis venosa profunda

a. Signo de Homan[25,26]

(1) Con el paciente en decúbito supino, se practica la dorsiflexión forzada el pie y se aprietan los músculos posteriores de la pantorrilla.

(2) Muchos pacientes, aunque no todos, con tromboflebitis experimentan un dolor significativo en los músculos de la pantorrilla.

b. Aplicación del brazalete de un tensiómetro a la pantorrilla.[25]

(1) Se hincha el brazalete hasta que el paciente sienta dolor en la pantorrilla.

(2) Los pacientes con tromboflebitis aguda no suelen soportar presiones superiores a 40 mmHg.

D. Prevención de la tromboflebitis[20]

1. Hay que hacer todos los esfuerzos posibles para *prevenir* casos de tromboflebitis en los pacientes de riesgo.

2. Es sabido que el retorno venoso disminuye con períodos prolongados de reposo en cama.

3. El reposo en cama es la causa primaria de trombosis postoperatoria aguda en las venas profundas de las piernas.

4. El riesgo de tromboflebitis postoperatoria se reduce con una temprana deambulación y con ejercicios, como:

a. Ejercicios para el bombeo activo de la musculatura (dorsiflexión y circunducción del tobillo) realizados regularmente durante el día mientras el paciente guarde reposo en cama.

b. Cinesiterapia activa y resistencia leve con ambas extremidades si el estado postoperatorio lo permite.

c. Cinesiterapia pasiva a diario si el ejercicio activo no es posible por una afección neuromuscular o médica.

5. Mientras el paciente postoperatorio reposa en cama, las piernas se elevarán periódicamente.

E. Tratamiento de la tromboflebitis aguda[11,18,26]

El tratamiento médico inmediato es esencial para esta afección potencialmente mortal. Durante los estadios iniciales del tratamiento, el paciente hará reposo total en cama y estará sometido a un tratamiento anticoagulante general, mientras que la extremidad afectada permanecerá elevada. El movimiento de la extremidad causará dolor y aumentará la congestión de las venas durante el inicio del período inflamatorio.

NOTA: Los ejercicios de amplitud del movimiento pasiva o activa (cinesiterapia) están contraindicados durante este período inflamatorio inicial.

Objetivos del tratamiento general

1. Aliviar el dolor durante el período inflamatorio agudo.

2. En estadios posteriores, a medida que remitan los síntomas, recuperar la movilidad funcional.

3. Prevenir la recidiva del trastorno agudo.

Plan de asistencia

1. Aplicación de calor húmedo, como compresas calientes, en toda la extremidad afectada.

2. Deambulación gradual con las piernas vendadas con vendas elásticas o cuando se lleven medias con gradiente de presión.

3. El paciente debe evitar sentarse o estar de pie durante mucho tiempo.

Hay que descansar con las piernas elevadas y caminar.

F. Tratamiento de la insuficiencia venosa crónica y las varices[11,18,20,26,28,30]

La formación del paciente es primaria en el tratamiento de estos trastornos crónicos. Hay que enseñar al paciente a prevenir el edema postural y las úlceras e infecciones cutáneas. El terapeuta debe involucrarse en (1) la medición y ajuste de una media con gradiente de presión; (2) enseñar al paciente a ponerse la media antes de levantarse de la cama; (3) establecer un programa de ejercicio activo y regular; y (4) enseñar al paciente un cuidado adecuado de la piel.

Objetivos del tratamiento general

1. Aumentar el retorno venoso y reducir el edema.

2. Prevenir las úlceras cutáneas y la infección de heridas.

Plan de asistencia

1. Durante la deambulación se llevarán medias con un gradiente de presión a medida.

Masaje manual de la extremidad en dirección distal a proximal.

Empleo de bombeo intermitente de compresión.

Deambulación, ciclismo con regularidad o un programa de ejercicio activo.

NOTA: Se enseñará al paciente a elevar las extremidades inferiores tras una deambulación gradual hasta que la frecuencia cardíaca vuelva a la normalidad.

Se evitarán períodos prolongados de pie o sentados con las piernas hacia abajo.

Elevación de los pies de la cama cuando se descanse en ella.

2. Un cuidado adecuado de la piel.

III. Trastornos linfáticos

A. Trastornos del sistema linfático: posibles causas de linfedema[11,18,20,21,26,28,30]

1. Obstrucción primaria o congénita del sistema linfático.

2. Obstrucción del sistema linfático secundaria a traumatismo o infección (celulitis) de los tejidos extravasculares.

3. Insuficiencia venosa crónica.

4. Exéresis quirúrgica de vasos linfáticos.

a. La operación más corriente en que se extirpan vasos linfáticos es la mastectomía radical o radical modificada. El linfedema también puede aparecer como resultado de radioterapia en el área de los ganglios linfáticos.

b. Los problemas postoperatorios asociados con la mastectomía no se reducen al linfedema de la extremidad superior. Por eso se abordará por separado y en detalle la mastectomía en la sección IV de este capítulo.

B. Linfedema: base del problema[21]

1. **Linfedema** es una acumulación excesiva de líquido extravascular y extracelular en los espacios hísticos. Está causado por un trastorno del equilibrio hídrico y proteínico de la membrana capilar.

a. El sistema linfático está específicamente concebido para eliminar las proteínas plasmáticas que se filtran en los espacios hísticos.

b. La obstrucción o eliminación de los vasos linfáticos provoca retención de proteínas en los espacios hísticos.

c. El aumento de la concentración de proteínas atrae mayores cantidades de agua al espacio intersticial, lo cual deriva en linfedema.

2. Signos y síntomas de los trastornos linfáticos:[11,20,21]

a. El linfedema (hinchazón indolora) de la porción distal de la extremidad suele apreciarse con mayor frecuencia en el dorso de la mano o el pie. El *edema con fóvea* manifiesta una hinchazón de corta duración, mientras que el *escleredema* se asocia con insuficiencia venosa crónica.

b. Aumento de peso o pesadez de la extremidad

c. Trastornos sensoriales (parestesia) en la mano o el pie

d. Rigidez de los dedos de manos y pies

e. Tirantez de la piel

f. Susceptibilidad de la piel a romperse

g. Reducción de la resistencia a infecciones, lo cual provoca episodios frecuentes de celulitis

C. Evaluación de los trastornos linfáticos[4,11,20]

1. Medición de las circunferencias de la extremidad.

2. Mediciones volumétricas de la extremidad.

a. Se sumerge la extremidad afectada en un tanque de agua

b. Se mide la cantidad de agua desplazada a medida que se sumerge la extremidad en el agua

3. Palpación de la extremidad suspendida para diferenciar el edema con fóvea del escleredema con fibrosis subcutánea.

D. Tratamiento del linfedema[11,18,20,40]

La mayoría de los pacientes que ven los terapeutas en hospitales presentan linfedema secundario a obstrucción del sistema linfático por traumatismos, infección, radioterapia o cirugía. Si un paciente corre riesgo de desarrollar linfedema, el mejor objetivo es la *prevención*.

Para incrementar el drenaje linfático, hay que aumentar la presión hidrostática de los tejidos. Esto se consigue mediante compresión externa de la piel. El retorno venoso y linfático también aumenta con la elevación de la extremidad. Los casos de linfedema provocados por trastornos linfáticos, como linfangitis y celulitis, no se reducen tan fácilmente con la elevación de la extremidad como sucede con edemas secundarios a trastornos venosos.

Objetivos del tratamiento general	***Plan de asistencia***
1. Reducir el linfedema.	1. Compresión mecánica intermitente con bomba neumática y una vaina o bolsa varia horas al día. Elevación de la extremidad por encima del nivel del corazón (unos 30 a 45 grados) al dormir o siempre que sea posible durante el día. Masaje manual en sentido distal a proximal en toda la longitud de la extremidad. Ejercicios isométricos e isotónicos de bombeo de los músculos distales.
2. Prevenir nuevos edemas.	2. Media elástica, ajustada y calibrada para el paciente de modo individual. Elevación regular de la extremidad. Evitar las fuentes de aumento de la carga sobre los vasos linfáticos como: – posición estática y suspendida de la extremidad, – aplicación de calor a nivel local, – empleo prolongado de músculos incluso para tareas poco pesadas, – un entorno cálido.

→

Objetivos del tratamiento general	*Plan de asistencia*
3. Prevenir infecciones y celulitis.	3. Atención de las excoriaciones cutáneas, pequeñas quemaduras y picaduras de insectos. Evitar detergentes y sustancias químicas fuertes. Aplicación frecuente de hidratantes para la piel. Empleo de antibióticos.

IV. Mastectomía

Según la American Cancer Society, el carcinoma de mama es una de las formas más habituales de cáncer en las mujeres de más de 40 años. También es la principal causa de defunción en mujeres entre 40 y 60 años. En torno a 1 de cada 10 mujeres desarrollará cáncer de mama en algún período de su vida.[3,32] Los tumores que se detectan pronto y están localizados se tratan con éxito mediante cirugía, radioterapia, quimioterapia y tratamiento hormonal. Aunque esté aumentando el empleo de procedimientos quirúrgicos, como la tumorectomía y la mastectomía parcial, la **mastectomía** (ablación de la mama) sigue siendo el procedimiento más corriente en la prevención de la metástasis del cáncer de mama y la consecución de una tasa elevada de supervivencia.

Después de una mastectomía y la exéresis o radioterapia de los ganglios linfáticos axilares, la paciente corre el riesgo de desarrollar linfedema en la extremidad superior, pérdida de movimiento en el hombro, y empleo funcional limitado del brazo y la mano. La disección de los ganglios axilares interrumpe y enlentece el flujo de la linfa, lo cual, a su vez, puede derivar en linfedema de la extremidad superior. La radioterapia puede provocar fibrosis del área de la axila, lo cual obstruye los vasos linfáticos y contribuye a la colección de linfa en el brazo y la mano. El movimiento del hombro puede quedar comprometido como resultado del dolor de la incisión, la curación retrasada de la herida, y úlceras cutáneas asociadas con la radioterapia, y debilidad postoperatoria de los músculos de la cintura escapular. Para prevenir o reducir al mínimo el linfedema y la pérdida funcional de la extremidad superior, hay que diseñar un plan postoperatorio e integral de asistencia que incluya ejercicio terapéutico con el fin de cubrir las necesidades individuales y conseguir los objetivos de la paciente que ha sido sometida a la operación y la radioterapia para el cáncer de mama.

Todos los terapeutas deben conocer el Reach to Recovery, un programa individualizado de formación de las pacientes, patrocinado por la American Cancer Society. Los representantes de este programa, la mayoría mujeres que han sobrevivido a un cáncer de mama, aportan el apoyo emocional que necesita la paciente y su familia, así como información actualizada sobre prótesis mamarias y cirugía reconstructiva.

A. Procedimientos quirúrgicos[2,5,14,19,32]

1. Mastectomía radical

a. La mastectomía radical comprende la ablación de la mama, los músculos pectorales, la fascia torácica y los ganglios linfáticos axilares ipsolaterales, así como quimioterapia y radioterapia en el área afectada. Tal vez también se altere parte de la inervación de la musculatura torácica y del hombro.

b. La mastectomía radical fue el tratamiento de elección hasta la década de 1970, pero hoy en día sólo se practica en casos avanzados de cáncer de mama.

c. Como resultado se produce linfedema, debilidad de la extremidad superior y una desfiguración importante.

2. Mastectomía radical modificada

a. Se practica la ablación de toda la mama, la fascia del músculo mamario, y los ganglios linfáticos axilares.

b. Los músculos pectorales permanecen intactos, lo cual reduce la deformidad cosmética y la debilidad de la extremidad superior.

c. Tal vez se necesite radioterapia y quimioterapia después de la operación.

d. La mastectomía radical modificada se emplea con bastante más frecuencia hoy en día para la mayoría de los cánceres de mama que la mastectomía radical.

3. Mastectomía total

a. Comprende la ablación quirúrgica de toda la mama.

b. Se preservan el sistema linfático y los músculos pectorales.

c. Suele emplearse radioterapia postoperatoria para reducir la recidiva local de la enfermedad. Aunque el sistema linfático permanezca intacto, la radiación puede causar fibrosis en los vasos linfáticos y predisponer al paciente a desarrollar un linfedema.

4. Mastectomía parcial y tumorectomía

a. Estos procedimientos, que preservan una porción del tejido mamario normal, se emplean cada vez más como alternativa a la mastectomía.

b. Para reducir al mínimo el riesgo de recidiva del cáncer de mama, con frecuencia se practica la disección de los ganglios linfáticos axilares.

c. A estos procedimientos les sigue radioterapia.

d. El riesgo postoperatorio de desarrollar linfedema es parecido al de las mastectomías totales o radicales modificadas.

B. Deficiencias y problemas postoperatios*

1. Dolor postoperatorio

a. Dolor por la incisión

(1) Se practica una incisión transversa sobre la pared torácica para la ablación del tejido mamario y la fascia subyacente de la musculatura pectoral.

(2) La piel suturada del área mamaria tal vez tire a lo largo de la incisión; el movimiento del brazo tira de la incisión y resulta incómodo para la paciente.

(3) La curación de la incisión puede demorarse por la radioterapia, que prolonga el dolor en el área de la incisión.

b. Dolor cervical posterior y en la cintura escapular[7]

(1) Puede haber dolor y espasmos musculares en la región del cuello y el hombro como resultado de la rigidez refleja de la musculatura.

(2) A menudo se aprecia sensibilidad dolorosa al tacto en los músculos elevador de la escápula, redondos mayor y menor e infraspinoso, y pueden restringir el movimiento activo del hombro.

(3) El uso reducido de la extremidad superior afectada después de la operación marca el estadio en que la paciente tal vez desarrolle capsulitis adhesiva escapulohumeral crónica y aumenta la posibilidad de linfedema en la mano y el brazo.

2. Linfedema[2,5-8,14,19,35,41,42,45]

a. La exéresis de la cadena axilar de ganglios linfáticos interrumpe la circulación normal de la linfa y provoca hinchazón de la extremidad superior.

b. La radioterapia puede llevar a la formación de tejido cicatrizal en la axila y es posible una esclerosis de los vasos como resultado de la quimioterapia; ambas situaciones pueden obstruir los vasos linfáticos.

c. El empleo reducido del brazo en actividades funcionales y el mantenimiento del brazo en una posición suspendida también contribuyen al desarrollo de linfedema postoperatorio.

d. La acumulación de líquidos extravasculares y extracelulares en la extremidad superior del lado operado deriva en:

(1) Aumento del tamaño de la extremidad.

(2) Tirantez de la piel y riesgo de desgarro e infección cutáneos.

(3) Rigidez y reducción de la amplitud del movimiento de los dedos de la mano.

(4) Trastornos sensoriales de la mano.

(5) Reducción de la funcionalidad de la extremidad superior afectada.

3. Adherencias en la pared torácica[2,15,16,19,42]

a, Puede haber una cicatrización restrictiva del tejido subyacente de la pared torácica por la operación, fibrosis por radiación o infección de la herida.

b. Las adherencias en la pared torácica pueden derivar en:

(1) Aumento del riesgo de complicaciones pulmonares postoperatorias.

(2) Pérdida de la amplitud articular del hombro del lado afectado.

(3) Disfunción postural.

(4) Malestar en el cuello, cintura escapular y región dorsocervical.

4. Debilidad de la extremidad superior afectada[5,7,29]

a. Debilidad de los músculos aductores horizontales del hombro

(1) Si se practica una mastectomía radical, se extirpa el músculo pectoral mayor.

(2) Esto causa una reducción permanente de la fuerza y movimiento activo de la extremidad superior del lado afectado.

b. Debilidad del músculo serrato anterior[7]

(1) En una mastectomía radical o radical modificada, se extirpan los ganglios linfáticos axilares. La disección de los ganglios linfáticos también puede practicarse con una mastectomía parcial o una tumorectomía.

(2) Puede resultar temporalmente dañado el nervio torácico largo durante la disección axilar y la ablación de los ganglios linfáticos axilares.

* Refs. 2, 6-8, 12, 14-16, 19, 29, 35, 41, 42, 44.

(3) Esto causa debilidad del músculo serrato anterior y deteriora la función y estabilización del hombro.

(4) Sin la estabilización y rotación ascendente de la escápula que por lo general depende del músculo serrato anterior, quedarán limitadas la flexión y abducción activas del brazo.

(5) La biomecánica errónea del hombro y el empleo de movimientos sustitutivos con la porción superior del trapecio y el músculo elevador de la escápula durante las actividades con el brazo por encima de la cabeza pueden causar compresión subacromial y omodinia. Esto puede preceder a una capsulitis adhesiva escapulohumeral.

c. A menudo disminuye la fuerza de prensión debido al linfedema y es secundaria a la rigidez de los dedos de la mano.

5. Alteraciones posturales[2,5,7]

a. La paciente se sienta o permanece de pie con la espalda encorvada y cifosis por el dolor, la tirantez de la piel, o por razones psicológicas. Esto contribuye a la biomecánica alterada del hombro y termina restringiendo el uso activo de la extremidad superior afectada.

b. La asimetría del tronco y el alineamiento anormal de la escápula tal vez también se produzcan como resultado de una sutil desviación lateral del peso, sobre todo en el caso de mujeres con grandes mamas.

6. Restricción de la movilidad del hombro[2,14-16,19,42,44]

Está bien documentado que muchas pacientes experimentan cierta pérdida de la movilidad del hombro después de la operación y la terapia asociada para el cáncer de mama. Los factores siguientes pueden contribuir potencialmente a la restricción de la movilidad del hombro:

a. Dolor por la incisión

b. Adherencias en la pared torácica

c. Sensibilidad dolorosa a la palpación y rigidez refleja de la musculatura cervical posterior y de la cintura escapular

d. Debilidad temporal o permanente de los músculos de la cintura escapular

e. Espalda y tronco encorvados

f. Linfedema

g. Reducción del uso de la mano y brazo afectados en actividades funcionales.

7. Consideraciones psicológicas[2,14,19,32,44]

a. Las pacientes sometidas a tratamiento para cáncer de mama experimentan gran variedad de tensiones emocionales y sociales. Las necesidades y preocupaciones de las pacientes y la familia deben ser tenidas en cuenta. Las pacientes y miembros de la familia deben afrontar la naturaleza potencialmente mortal de la enfermedad así como un régimen difícil de tratamiento.

b. Es corriente que las pacientes sientan ansiedad, agitación, rabia, depresión y una pérdida significativa del buen humor durante el tratamiento y la recuperación de un cáncer de mama.

c. Además de la desfiguración evidente y la alteración de la imagen corporal asociada con la mastectomía, los fármacos inmunosupresores y los corticosteroides también afectan al estado emocional de las pacientes.

d. Las manifestaciones psicológicas afectan al bienestar físico y pueden causar cansancio general, y afectar a la percepción que tiene la paciente de la discapacidad funcional y a la motivación durante el tratamiento.

8. NOTA: Debe quedar claro que muchos de estos problemas clínicos y deficiencias potenciales están relacionados y han de tenerse en cuenta cuando el terapeuta desarrolle un plan postoperatorio e integral de asistencia para las pacientes.

C. Objetivos del tratamiento con fisioterapia y plan de asistencia*

Objetivos del tratamiento general	***Plan de asistencia***
1. Prevenir las complicaciones pulmonares postoperatorias.	1. Educación preoperatoria sobre ejercicios eficaces de respiración profunda y tos (ver capítulo 19).
2. Prevenir o minimizar el linfedema postoperatorio.	2. Elevación de la extremidad superior afectada con cojines (unos 30 grados) si la paciente está en la cama o sentada en una silla.

* Refs. 2, 5-8, 14-16, 19, 23, 29, 35, 41, 42, 44, 45.

	Vendar la extremidad superior afectada con vendas elásticas o un manguito elástico con gradiente de presión.
	Ejercicios de bombeo de la musculatura del brazo del lado operado.
	Ejercicios tempranos de la amplitud del movimiento y ergometría para la extremidad superior.
	Precaución: Evitar una posición suspendida y estática del brazo.
3. Reducir el linfedema si lo hay o cuando se desarrolle.	3. Empleo diario de presión neumática mecánica durante al menos 1 hora y media a 2 horas dos veces al día.
	Elevación continua de la extremidad superior afectada de noche y empleo de un manguito elástico durante el día.
	Uso activo del brazo afectado en actividades funcionales ligeras.
	Masaje proximal a distal mientras el brazo está elevado.
4. Prevenir deformidades posturales.	4. Instrucciones sobre la colocación correcta en la cama antes de la operación o el primer día postoperatorio, subrayando la colocación simétrica y en la línea media de los hombros y el tronco.
	Adoptar una postura simétrica en sedestación y bipedestación.
	Animar a la paciente a que adopte una postura erecta sentada o de pie para reducir al mínimo la espalda encorvada.
	Práctica de posturas y sobre todo ejercicios de retracción escapular.
5. Prevenir la tensión muscular y la rigidez refleja de la musculatura.	5. Amplitud del movimiento activa de la columna cervical y favorecer la relajación cervical.
	Ejercicios de encogerse de hombros y trazar círculos con los hombros.
	Masaje suave de la musculatura cervical.
6. Mantener la amplitud normal del movimiento de la extremidad superior afectada.	6. Los ejercicios de movilidad activa-asistida y movilidad activa del hombro, codo y mano se inician lo más pronto posible aunque con cuidado después de la operación, por lo general el primer día postoperatorio. **NOTA**: El ejercicio puede iniciarse incluso con los tubos de drenaje y los puntos de sutura.
	Precaución: Observar con cuidado la incisión y las suturas durante los ejercicios. Evitar cualquier tensión en la incisión o la cicatriz durante aquéllos.
	Ejercicios de "cambio de marcha" (ver fig. 8.9).
	Autoestiramiento del hombro con el brazo apoyado en una mesa (ver figs. 8.14 a 8.17).
7. Mantener o aumentar la fuerza del hombro afectado.	7. Ejercicios isométricos para la musculatura del hombro, iniciados el primer día postoperatorio con la paciente en la cama.
	Flexiones de brazos en cadena cinética cerrada con la paciente de pie y inclinada sobre una pared para fortalecer los estabilizadores de la escápula (ver fig. 9.29).
	Ejercicio dinámico resistido manualmente que se inicial unos 3 a 4 días después de la operación.
	Puede aplicarse resistencia durante el ejercicio de hombros en cadena cinética cerrada con una mancuerna ligera (1 a 1,5 kg) o un material de resistencia elástica ligera.
8. Mejorar la tolerancia al ejercicio, la sensación de bienestar, y reducir el cansancio.	8. Un programa de ejercicio aeróbico gradual y de baja intensidad, como caminar o ciclismo.
9. Preparar a la paciente para la participación activa en un programa en casa y la posible participación en un grupo de apoyo.	9. Se inicia la formación de la paciente el primer día después de la operación. La permanencia en el hospital será de unos pocos días a una semana.

NOTA: Aunque a menudo se recomienda el control del linfedema y ejercicio para pacientes sometidas a mastectomía, pocos estudios han analizado la eficacia de los procedimientos específicos de rehabilitación. Además, algunas pacientes sometidas a mastectomía no se inscriben en un programa de fisioterapia para que participen en la rehabilitación postoperatoria por las dudas que albergan los médicos sobre los beneficios de la terapia o la preocupación porque el movimiento temprano aumente la incidencia de complicaciones postoperatorias, como es una mala curación de las heridas.[13,23]

Los pocos estudios que se han realizado sostienen la eficacia de los programas de fisioterapia postoperatoria (ejercicios de movilidad activa-asistida, activa y resistida; facilitación neuromuscular propioceptiva; actividades funcionales, y asistencia del brazo y la mano) y su impacto positivo sobre la movilidad postoperatoria y el empleo funcional de la extremidad superior afecta. En estos estudios[15,41,42] la eficacia de la fisioterapia (que suele comprender ejercicios tempranos para el hombro) en la prevención o reducción del linfedema no tuvo una apariencia consistente. Debe repararse en que en estos estudios apenas se hizo, cuando así fue, una descripción de las actividades realizadas por las pacientes para prevenir o reducir el linfedema. Estos estudios también sugieren que la fisioterapia postoperatoria no prolonga la estancia hospitalaria ni aumenta la incidencia de complicaciones postoperatorias.

V. Resumen

Hemos ofrecido una revisión de la enfermedad vascular periférica con una exposición específica de los trastornos arteriales, venosos y linfáticos. Se han descrito los signos y síntomas de los trastornos vasculares agudos y crónicos. Se han explicado brevemente los procedimientos diagnósticos y de evaluación básica para evaluar los trastornos vasculares. También se han incluido las líneas de los objetivos del tratamiento y el plan de asistencia para pacientes con trastornos arteriales o venosos agudos y crónicos, y con disfunción linfática. Como las pacientes sometidas a mastectomía corren riesgo de desarrollar linfedema y presentar pérdida funcional asociada de la extremidad superior afecta, hemos ofrecido en este capítulo una exposición más amplia sobre la mastectomía y los problemas postoperatorios asociados.

Bibliografía

1. Abramson, DI: "Physiologic basis for the use of physical agents in peripheral vascular disorders". *Arch Phys Med Rehabil* 46:216, 1965.
2. Adcock, JL: "Rehabilitation of the breast cancer patient". En McGarvey, CL (ed): *Physical Therapy for the Cancer Patient*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1990, págs. 67-84.
3. American Cancer Society: *Cancer Facts and Figures*, 1993. American Cancer Society, Atlanta, GA. 1993.
4. Beach, RB: "Measurement of extremity volume by water displacement". *Phys Ther* 57:286, 1977.
5. Beeby, J, y Broeg, PE: "Treatment of patients with radical mastectomies". *Phys Ther* 50:40, 1970.
6. Bertelli, G, y otros: "Conservative treatment of postmastectomy lymphedema: A controlled randomized trial". *Am Oncology* 2(8):575, 1991.
7. Bork, BE: *Physical therapy for the post mastectomy patient*. University of Iowa, Educational Program in Physical Therapy, 1980.
8. Brennan, MJ: "Lymphedema following the surgical treatment of breast cancer: A review of pathophysiology and treatment". *Journal of Pain and Symptom Management* 7(2):110-116, 1992.
9. Burgess, EM: "Amputations of the lower extremities". En Nickel, VL (ed): *Orthopedic Rehabilitation*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1982.
10. Correlli, F: "Buerger's disease: Cigarette smoker's disease may always be cured by medical therapy". *J Cardiovasc Surg* 14:28, 1973.
11. Eisenhardt, JR: "Evaluation and physical treatment of the patient with peripheral vascular disorders". En Irwin, S, y Tecklin, JS (eds): *Cardiopulmonary Physical Therapy*, ed 3. Mosby-Year Book, St Louis, 1995, pág.s 215-233.
12. Ekroth, R, y otros: "Physical training of patients with intermittent claudication: Indications, methods, and results". *Surgery* 84:640, 1978.
13. Fell, TJ: "Wound drainage following radical mastectomy. The effect of restriction of shoulder movement". *Br J Surg* 66:302, 1979.
14. Ganz, PA: "Current issues in cancer rehabilitation". *Cancer* 65(Suppl 3):742-751, 1990.
15. Guttman, H, y otros: "Achievements of physical therapy in patients after modified radical mastectomy compared with quadrantectomy, axillary dissection

and radiation for carcinoma of the breast". *Arch Surg* 125:389-391, 1990.

16. Hladiuk, M, y otros: "Arm function after axillary dissection for breast cancer: A pilot study to provide parameter estimates". *J Surg Oncol* 50(1):47-52, 1992.
17. Hurst, PAE: "Peripheral vascular disease–Assessment and treatment". En Downie, PA (ed): *Cash's Textbook of Chest, Heart and Vascular Disorders for Physiotherapists*, ed 4. JB Lippincott, Filadelfia, 1987.
18. Hurst, PAE: "Venous and lymphatic disease–Assessment and treatment". En Downie, PA (ed): *Cash's Textbook of Chest, Heart and vascular Disorders for Physiotherapists*, ed 4. JB Lippincott, Filadelfia, 1987.
19. Kaplan, E, y Gumport, SL: "Cancer rehabilitation". En Goodgold, J (ed): *Rehabilitation Medicine*. CV Mosby, St Louis, 1988, págs. 289-292.
20. Kim, DJ, y Ebel, A: "Therapeutic exercise in peripheral vascular disease". En Basmajian, JV, y Wolf, SL (eds): *Therapeutic Exercise*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1990, pág. 371.
21. Kottke, FJ: "Common cardiovascular problems in rehabilitation". En Kottke, FJ, Stillwell, GK, y Lehmann, JF (eds): *Krusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation*, ed 3. WB Saunders, Filadelfia, 1982.
22. Lehmann, JE, y Delateur, BJ: "Diathermy: Superficial heat and cold therapy". En Kottke, FJ, Stillwell, GK, y Lehmann, JF (eds): *Krusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation*, ed 3. WB Saunders, Filadelfia, 1982.
23. Lotze, MT, y otros: "Early versus delayed shoulder motion following axillary dissection. A randomized prospective study". *Am Surg* 193:288, 1981.
24. MacKinnon, JL: "Study of Doppler ultrasonic peripheral vascular assessment performed by physical therapists". *Phys Ther* 63:30, 1983.
25. McCulloch, JM: "Examination procedure for patients with vascular system problems". *Clinical Management in Physical Therapy* 1:17, 1981.
26. McCulloch, JM: "Peripheral vascular disease". En O'-Sullivan, SB, y Schmitz, TJ (eds): *Physical Rehabilitation: Assessment and Treatment*, ed 3. PA Davis, Filadelfia, 1994.
27 McCulloch, JM, Kloth, L, y Feedar; JA (eds): *Wound Healing: Alternatives and Management*, ed 2. PA Davis, Filadelfia, 1995.
28. McGarvey, CL: "Pneumatic compression devices for lymphedema". *Rehabil Oncol* 10:16-17, 1992.
29. Neel, DI: "Physical therapy following radical mastectomy". *Phys Ther Rev* 40:371, 1960.
30. Peters, K, y otros: "Lower leg subcutaneous blood flow during walking and passive dependency in chronic venous insufficiency". *Br J Dermatol* 124(2):177, 1991.
31. Ruell, PA, y otros: "Intermittent claudication. The effect of physical training on walking tolerance and venous lactate concentration". *Eur J Appl Physiol* 52:420, 1984.
32. Scanlon, EF: "Breast cancer". En Holleb, AI, Fink, DJ, y Murphy, GP (eds): *Clinical Oncology*. American Cancer Society, Atlanta, GA, 1991.
33. Sidoti, SP: "Exercise and peripheral vascular disease". *Clinics Podiatr Med Surg* 9(1):173, 1992.
34. Spencer-Green, G: "Raynaud's phenomenon". *Bull Rheum Dis* 33:1, 1983.
35. Stillwell, GK, y Redford, JWB: "Physical treatment of postmastectomy lymphedema". *Proceedings of the Mayo Clinic* 33:1, 1958.
36. Strandness, DE, Jr: "Invasive and noninvasive techniques in the detection and evaluation of acute venous thrombosis". *Vas Surg* 11:205, 1977.
37. Vallbona, C: "Bodily responses to immobilization". En Kottke, FJ, Stillwell, GK, and Lehmann, FJ (eds): *Krusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation*, ed 3. WB Saunders, Filadelfia,1982.
38. Wagner; FW: "The dysvascular lower limb". En Nickel, VL (ed): *Orthopedic Rehabilitation*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1982.
39. Whitaker, R: "Peripheral vascular disease–The place of physiotherapy". En Downie, PA (ed): *Cash's Textbook of Chest, Heart and Vascular Disorders for Physiotherapists*, ed 4. JB Lippincott, Filadelfia, 1987.
40. Wing, MT: "Conservative management of peripheral edema". *Phys Ther Forum* 6:1, octubre 21, 1987.
41. Wingate, L: "Efficacy of physical therapy for patients who have undergone mastectomies". *Phys Ther* 65:896, 1985.
42. Wingate, L, y otros: "Rehabilitation of the mastectomy patient: A randomized, blind, prospective study". *Arch Phys Med Rehabil* 70:21-24, 1989.
43. Wisham, LH, Abramson, AS, y Ebel, A: "Value of exercise in peripheral arterial disease". JAMA 153:10, 1953.
44. Woods, EN: "Reaching out to patients with breast cancer". *Clinical Management in Physical Therapy* 12:58-63, 1992.
45. Zeissler, RH, Rose, GB, y Nelson, PA: "Postmastectomy lymphedema: Late results of treatment in 385 patients". *Arch Phys Med Rehabil* l53:159, 1972.

Capítulo

19

Fisioterapia respiratoria

La fisioterapia respiratoria es un área de la práctica profesional de múltiples facetas que aborda la evaluación y el tratamiento de pacientes de todas las edades con trastornos pulmonares agudos y crónicos. Utiliza gran variedad de ejercicios terapéuticos y modalidades afines para una evaluación y un tratamiento eficaces de los pacientes con disfunciones cardiopulmonares.[8,10]

Los objetivos de la fisioterapia respiratoria son:[8,10,16,18]

1. Prevenir la obstrucción de las vías respiratorias y la acumulación de secreciones que interfieren en la respiración normal.

2. Mejorar la distensibilidad y ventilación de las vías respiratorias mediante la movilización y el drenaje de las secreciones.

3. Mejorar la capacidad aeróbica y la tolerancia general al ejercicio.

4. Reducir los costes de energía durante la respiración mediante la reeducación respiratoria.

5. Prevenir o corregir deformidades posturales asociadas con trastornos respiratorios.

6. Favorecer la relajación.

7. Mantener o mejorar la movilidad torácica.

8. Mejorar la eficacia de la tos.

Los lugares para el tratamiento varían mucho. Los pacientes hospitalarios pueden recibir tratamiento en unidades de cuidados intensivos, postoperatorias o de asistencia crónica; los pacientes ambulatorios pueden recibir asistencia en casa o en consultorios de neumología o centros de rehabilitación.

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, el lector podrá:

1. Definir la fisioterapia respiratoria.

2. Identificar los objetivos de la fisioterapia respiratoria.

3. Resumir los procedimientos de evaluación pertinentes para el examen del neumópata.

4. Describir los procedimientos específicos de la evaluación.

5. Identificar los objetivos, indicaciones y principios básicos de los ejercicios respiratorios y el reentrenamiento.

6. Describir los procedimientos y una secuencia para enseñar a los pacientes ejercicios respiratorios específicos.

7. Describir el propósito y las técnicas de los ejercicios de movilización torácica.

8. Describir el mecanismo normal de la tos.

9. Resumir los factores que deterioran el mecanismo de la tos.

10. Explicar el procedimiento para enseñar al paciente una tos eficaz.

11. Resumir los objetivos, indicaciones y principios del drenaje postural.

12. Describir el procedimiento, posiciones y técnicas del drenaje postural.

13. Identificar las precauciones y contraindicaciones del drenaje postural.

I. Revisión de la estructura y función respiratorias

A. El tórax

1. Función

a. La función principal de la caja torácica es proteger los órganos internos de la respiración, circulación y digestión.

b. La caja torácica proporciona un lugar de inserción a los músculos de la respiración para aumentar mecánicamente de tamaño el tórax para la inspiración, o para comprimir el tórax durante la espiración.

c. También es el lugar de inserción de los músculos de las extremidades superiores, que operan durante las actividades de tracción, empuje y levantamiento. Estas actividades suelen practicarse junto con el esfuerzo inspiratorio.

2. Estructura esquelética

a. *Posterior*

La porción dorsal de las costillas se articula con las 12 vértebras dorsales en las articulaciones costotransversal y costovertebrales.

b. *Anterior*

(1) Las costillas I a VII se articulan directamente con el esternón por medio del cartílago costal.

(2) Las costillas VIII a X presentan inserciones cartilaginosas con la costilla inmediatamente superior.

(3) Las costillas XI y XII son costillas flotantes.

B. Músculos de la respiración[7-9,12,34,39,46]

1. Inspiración

a. *Diafragma*

(1) El diafragma es el músculo principal de la inspiración. Durante la inspiración relajada, es el músculo agonista responsable del movimiento del aire.

(2) Mientras se contrae, se mueve en sentido caudal para aumentar la capacidad de la caja torácica.

(3) Inervación: nervio frénico (C_3, C_4, C_5).

b. *Intercostales externos*

(1) Los músculos intercostales externos actúan durante la inspiración. Los intercostales internos y transversos participan mínimamente.

(2) Su función es mantener los espacios entre las costillas y proporcionar tono entre las costillas mediante cambios de la presión intratorácica. Durante la inspiración, los intercostales externos también elevan las costillas y aumentan las dimensiones de la cavidad torácica en sentido anteroposterior y transverso.

(3) Inervación: D_1 a D_{12} respectivamente.

c. *Músculos accesorios de la inspiración*

Los músculos esternocleidomastoideos (ECM), porción superior del trapecio y escaleno no participan directamente en el movimiento de las costillas durante la inspiración. Estos músculos se vuelven más activos cuanto mayor sea el esfuerzo inspiratorio, lo cual sucede con frecuencia durante una actividad física vigorosa. Los músculos accesorios de la inspiración pueden convertirse en los músculos primarios de la inspiración cuando el diafragma se muestre ineficaz o débil por enfermedades neuromusculares o pulmonares crónicas.

(1) Los *músculos* ECM elevan el esternón para aumentar el diámetro anteroposterior (AP) del tórax. En pacientes con debilidad apreciable del diafragma, los músculos ECM actúan como agonistas de la inspiración. La inervación corresponde al XI nervio (par) craneal y a C_2 y C_3.

(2) La *porción superior de los trapecios* eleva los hombros e, indirectamente, la caja torácica durante una inspiración laboriosa. También fijan el cuello de modo que los escalenos tengan una inserción estable. Su inervación corresponde al XI nervio craneal.

(3) Los músculos *escalenos* participan mínimamente en la inspiración normal en reposo para estabilizar la primera costilla. Durante la respiración profunda o patológica, los escalenos elevan las primeras dos costillas y aumentan el tamaño de la cavidad torácica si sus inserciones superiores del cuello están fijas.

(4) Durante la respiración profunda, otros músculos, como el *serrato anterior* y los *pectorales mayor y menor*, también actúan como músculos de la inspiración elevando las costillas o ejerciendo tracción sobre ellas hacia los brazos mediante la acción inversa cuando las extremidades superiores están fijas.

2. Espiración

a. *Espiración relajada*

La espiración es un proceso pasivo cuando estamos en reposo. Cuando el diafragma se relaja después de una contracción, el diafragma se eleva y descienden las costillas. El retroceso elástico de los tejidos reduce el área intratorácica y aumenta la presión intratorácica, lo cual provoca la espiración del aire.

b. *Espiración activa* (*controlada*, *forzada*, *prolongada*)

La contracción de los músculos, específicamente los abdominales y los intercostales internos, provoca una espiración activa.

(1) *Abdominales*.

(a) Los músculos recto del abdomen, oblicuos superior e inferior, y el transverso del abdomen se contraen para forzar y hacer bajar la caja torácica y forzar el contenido del abdomen en sentido superior dentro del diafragma. Cuando se contraen los abdominales, la presión intratorácica aumenta y el aire se expulsa de los pulmones.

(b) Inervación: D_{10} a D_{12}

(2) *Intercostales internos*.

(a) Los intercostales internos actúan como agonistas durante la espiración forzada deprimiendo las costillas

(b) Inervación: D_1 a D_{12} respectivamente

C. Mecanismos de la respiración[7-9,12,16,36,46]

1. Movimientos del tórax durante la respiración

Cada costilla tiene un patrón de movimiento, si bien pueden hacerse generalizaciones. Las costillas se insertan en sentido anterior en el esternón (excepto XI y XII) y, en sentido posterior, en los cuerpos, discos y apófisis transversas de las vértebras, creando una cadena cinemática cerrada. El tórax aumenta de tamaño en los tres planos durante la inspiración.

a. Aumento del diámetro AP

(1) Se produce un movimiento hacia delante y arriba del esternón y las costillas superiores. Se describe como movimiento *en espeque* (palanca de una bomba de agua).

(2) La columna dorsal se extiende (endereza), permitiendo una mayor excursión del esternón.

b. Aumento del diámetro transverso (lateral)

(1) Se aprecia elevación y giro externo de las porciones laterales (porción media del cuerpo) de las costillas. Se describe como movimiento *en asa de cesta*.

(2) Las costillas inferiores (VIII a X), que no se insertan directamente en el esternón, también se abren hacia fuera, aumentando el ángulo subcostal. Se describe como movimiento de *calibrador*.

(3) El ángulo de la unión costocondral también aumenta, haciendo los segmentos más largos durante la inspiración.

c. Aumento de la dimensión vertical

(1) El tendón central del diafragma desciende mientras se contrae el músculo. Se describe como *acción de pistón*.

(2) La elevación de las costillas aumenta la dimensión vertical del tórax y mejora la eficacia del diafragma.

d. Al final de la inspiración se relajan los músculos; el retroceso elástico hace que el diafragma se mueva en sentido superior. Las costillas vuelven a su posición en reposo.

2. Movimiento del aire: ventilación

a. La **ventilación** es el intercambio de gases de entrada y salida del cuerpo.

(1) Durante la inspiración, a medida que el tórax se dilata, la presión interior de los pulmones (presión alveolar) disminuye por debajo de la presión atmosférica, de modo que el aire entra en los pulmones.

(2) Al final de la inspiración, los músculos se relajan y el retroceso elástico de los pulmones expulsa el aire provocando la espiración.

(3) Al movimiento del aire pueden afectarle los ejercicios respiratorios.

b. El término *ventilación* no debe confundirse ni usarse como sinónimo de *respiración*, la cual comprende el transporte sanguíneo de gases a los tejidos y el intercambio gaseoso entre la sangre y los tejidos.

3. Distensibilidad de los pulmones

a. La distensibilidad describe el retroceso elástico del tejido pulmonar y la facilidad con la que los pulmones se hinchan durante la inspiración.

b. Los pulmones normales son muy distensibles.

c. La distensibilidad cambia con la edad y las enfermedades.

4. Resistencia de las vías respiratorias

a. El grado de resistencia al flujo del aire depende de:

(1) La bifurcación y ramificación de las vías respiratorias.

(2) El tamaño (diámetro) de la luz de cada vía respiratoria. El diámetro de la luz disminuye por:

(a) Secreciones o edema en las vías respiratorias.

(b) Contracción de los músculos lisos.

(3) Elasticidad del parénquima pulmonar.

b. Normalmente, las vías respiratorias se ensanchan durante la inspiración y se estrechan durante la espiración.

c. A medida que disminuye el diámetro de las vías respiratorias, aumenta la resistencia al flujo del aire.

d. En enfermedades que causan broncospasmo (asma) o aumentan la producción de secreciones (bronquitis crónica), la resistencia al flujo del aire será incluso mayor de lo normal durante la espiración. Los pacientes con estas afecciones tendrán mayor dificultad para expulsar el aire de los pulmones durante la ventilación.

5. Índice de flujo

a. El índice de flujo muestra las mediciones del volumen de aire que entra y sale de las vías respiratorias en un período de tiempo. Los índices de flujo, que se relacionan con la resistencia al flujo del aire, reflejan la facilidad con la que se produce la ventilación.

b. El **índice de flujo espiratorio** está determinado por el volumen de aire espirado y se divide por el tiempo que tarda en exhalarse el volumen de gas.

c. Los índices de flujo se alteran por enfermedades que afectan al árbol respiratorio y la pared torácica. Por ejemplo, en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), el índice de flujo espiratorio se reduce en comparación con el normal. Es decir, habrá un período de tiempo prolongado para exhalar un volumen específico de aire.

D. Anatomía y función de las vías respiratorias

1. Vías respiratorias altas[8,12,16,35,39,42]

a. *Fosas nasales*

b. *Faringe*

(1) Función.

(a) Calienta el aire hasta adquirir la temperatura del cuerpo.

(b) Filtra y elimina partículas. El revestimiento mucoso cuenta con células que secretan moco y con células ciliadas. Los cilios y la mucosa atrapan las partículas. Al estornudar se expulsan las partículas grandes.

(2) Con enfermedades y una temperatura corporal alta.

(a) La mucosa tiende a secarse, por lo que el cuerpo secreta más moco. Este moco se seca y se inicia un círculo vicioso.

(b) La acción de los cilios se inhibe al secarse el moco.

(c) El paciente tiende a respirar por la boca, lo cual reduce la humidificación de las secreciones y aumenta su viscosidad.

c. *Laringe*

(1) Se extiende de C_3 a C_6.

(2) Controla el flujo del aire y, cuando se contrae con rapidez, impide que los alimentos, los líquidos y objetos extraños entren en las vías circulatorias.

2. Estructura de las vías respiratorias inferiores: [8,12,16,39,42] árbol traqueobronquial (fig. 19.1)

Hay 23 generaciones (ramificaciones) dentro del árbol traqueobronquial.

a. *Tráquea*

(1) Se extiende de C_6 hasta el ángulo del esternón (segunda costilla, D_5) en donde se bifurca la tráquea.

(2) Avanza en una dirección descendente oblicua.

(3) Es un conducto ovalado, flexible y cartilaginoso.

(a) Se sostiene con los anillos semicirculares de cartílago.

(b) La pared posterior es músculo liso.

(4) Tiene igual número de células epiteliales ciliadas y células caliciformes que contienen secreciones.

b. *Bronquios principales*: 2

(1) Derechos: casi verticales.

(2) Izquierdos: más oblicuos.

c. *Bronquios lobulares*: 5

(1) Los dos bronquios principales se dividen en cinco bronquios lobulares: tres a la derecha y dos a la izquierda.

(2) Los bronquios principales y lobulares presentan mayor cantidad de cartílago.

d. *Bronquios segmentarios*: 18

(1) Los bronquios lobulares se dividen en 10 bronquios segmentarios derechos y 8 bronquios segmentarios izquierdos.

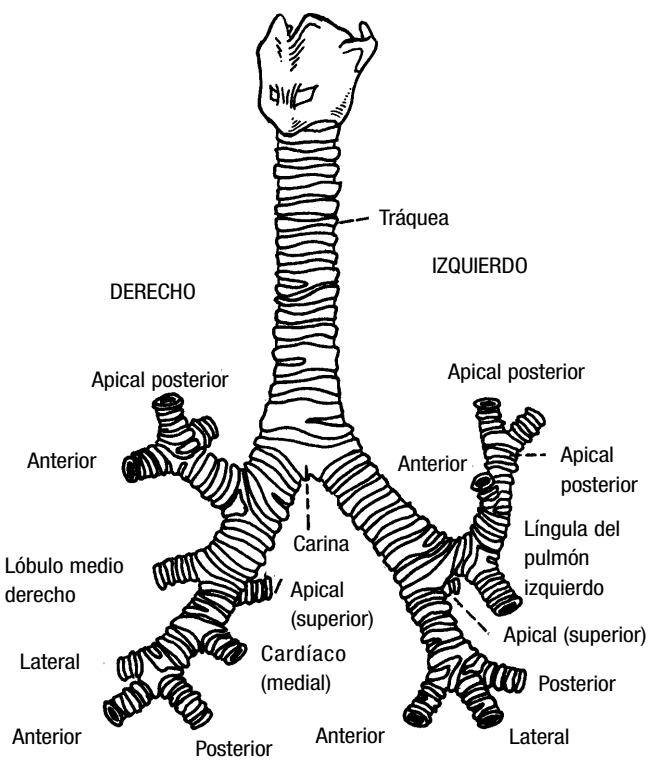


Figura 19.1. Vías respiratorias altas: árbol traqueobronquial. (De Frownfelter, DL: Chest Physical Therapy and Pulmonary Rehabilitation. Year-Book Medical Publishers, Chicago, 1987, pág. 26, reproducido con autorización.)

(2) Los bronquios segmentarios cuentan con cartílago disperso, músculo liso, fibras elásticas, y una red de capilares.

(3) Los bronquios principales, lobulares y segmentarios presentan una mucosa que es esencialmente la misma que la de la tráquea.

e. B*ronquiolos*

(1) Los bronquios segmentarios se dividen en los bronquios subsegmentarios y los bronquiolos, que cuentan con menos cartílago y menos células epiteliales ciliadas. Estos bronquiolos se dividen en los *bronquiolos terminales*, que son distales al último cartílago del árbol traqueobronquial. Los bronquiolos terminales no contienen células ciliadas.

(2) Los bronquiolos terminales se dividen en los *bronquiolos respiratorios* y conforman una zona de transición entre los bronquiolos y los alvéolos. Los bronquiolos respiratorios se dividen en los conductillos alveolares y los sáculos alveolares (fig. 19.2). A un conductillo le corresponden varios sáculos. Los conductos contienen músculo liso, lo cual estrecha la luz del conductillo durante la contracción.

f. A*lvéolos*: aproximadamente 300 millones en el pulmón adulto

(1) Localizados en la periferia de los conductillos y sáculos alveolares.

(2) Están en contacto con capilares (membrana alveolocapilar).

(3) Aquí se produce el intercambio gaseoso.

3. Función del árbol traqueobronquial

a. Conduce el aire al sistema alveolar

b. Colabora en la humidificación y apresa pequeñas partículas para limpiar el aire con la mucosa

c. Desplaza las secreciones hacia arriba con los cilios

d. Calienta el aire mediante el riego vascular

e. Provoca el reflejo tusígeno por la acción de los receptores químicos

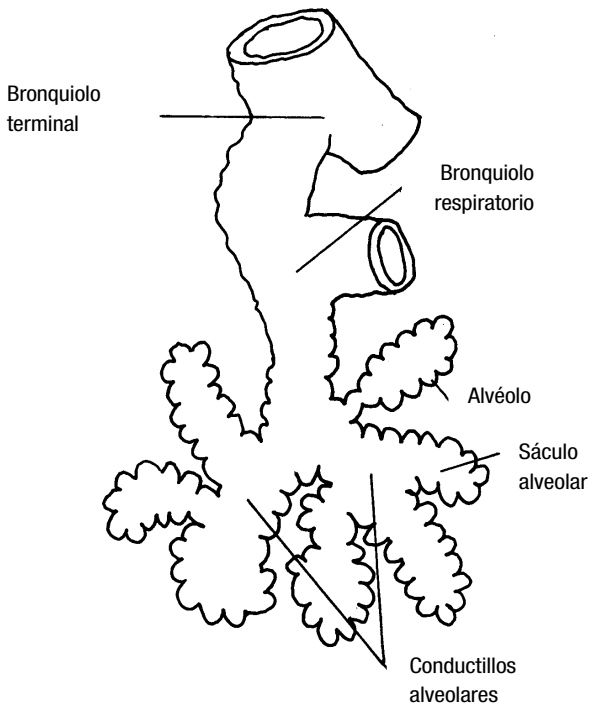


Figura 19.2. Segmento broncopulmonar.

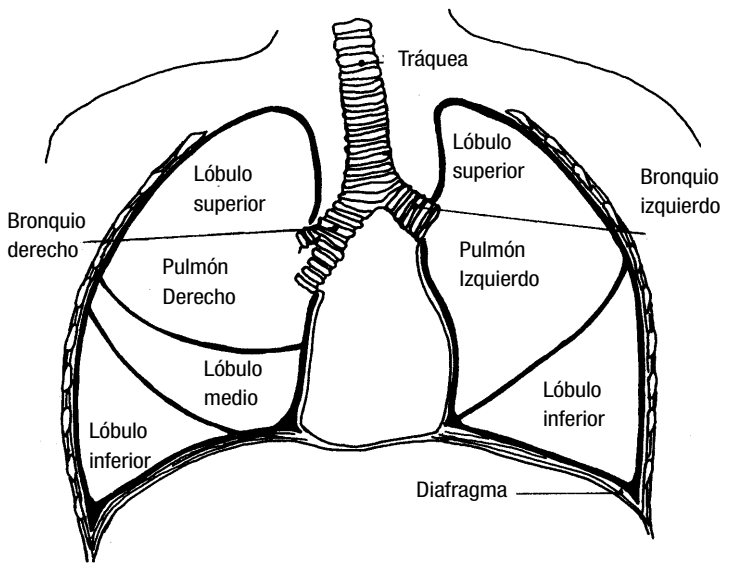


Figura 19.3. Estructura de los pulmones derecho e izquierdo.

E. Anatomía de los pulmones (fig. 19.3)[8,12,16,35,39,42]

1. Pulmón derecho

a. Tres lóbulos: superior, medio e inferior

b. Diez segmentos broncopulmonares

2. Pulmón izquierdo

a. Dos lóbulos: superior e inferior más la língula

b. Ocho segmentos broncopulmonares

3. Pleura

a. Pleura visceral: membrana que recubre los pulmones.

b. Pleura parietal: membrana que recubre la pared torácica.

c. La presión negativa en el espacio diminuto entre las pleuras sirve para mantener los pulmones inflados.

d. El líquido pleural se halla entre las pleuras y las lubrica cuando éstas se deslizan entre sí durante la ventilación.

F. Volúmenes y capacidades pulmonares[62] (fig. 19.4)

1. Las pruebas de la función pulmonar que miden los volúmenes y capacidades pulmonares se practican para evaluar la función mecánica de los pulmones. Los volúmenes y capacidades pulmonares están relacionados con la edad, el peso, el sexo y posición del cuerpo de esa persona. El conocimiento básico de estas pruebas será útil para los terapeutas que tratan a pacientes con disfunción pulmonar.

a. **Capacidad pulmonar total (CPT)**
(1) El volumen total de aire contenido en los pulmones después de una inspiración máxima.

(2) La CPT puede subdividirse en cuatro volúmenes: el volumen corriente, el volumen de reserva inspiratoria, el volumen de reserva espiratoria y el volumen residual.

(3) Cuando se combinan dos o más volúmenes pulmonares, se describen como una capacidad.

(4) La capacidad vital más el volumen residual es igual a la CPT.

(5) La CPT es aproximadamente 6.000 ml en un joven adulto sano.

b. **Volumen corriente (VC)**
(1) Cantidad de aire intercambiado durante una inspiración relajada seguida por una espiración relajada.

(2) En adultos jóvenes sanos, el VC es aproximadamente 500 ml por inspiración; aproximadamente 350 ml del volumen corriente llega a los alvéolos y participa en el intercambio gaseoso (respiración).

c. **Volumen de reserva inspiratoria (VRI)**
Cantidad de aire que una persona puede respirar después de una inspiración en reposo (aproximadamente 3.000 ml).

d. **Volumen de reserva espiratoria (VRE)**
Cantidad de aire que una persona puede exhalar después de una espiración normal en reposo (aproximadamente 1.000 ml).

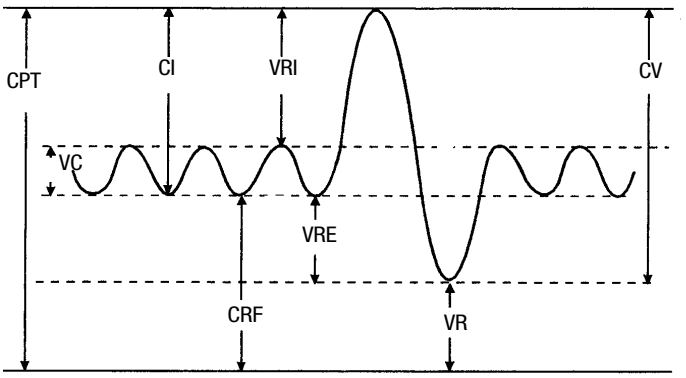


Figura 19.4. Valores y capacidades pulmonares normales.

e. **Volumen residual (VR)**
Cantidad de aire que queda en los pulmones tras una espiración máxima (aproximadamente 1.500 ml).

f. **Capacidad inspiratoria (CI)**
Cantidad máxima de aire que una persona puede respirar después de una espiración en reposo (aproximadamente 3.500 ml).

g. **Capacidad residual funcional (CRF)**
Cantidad de aire que permanece en los pulmones tras una espiración en reposo (corriente) (aproximadamente 2.500 ml).

h. **Capacidad vital (CV)**
La suma de la CI y la VRE. La capacidad vital se mide con una inspiración máxima seguida por una espiración máxima (aproximadamente 4.500 ml).

2. Efectos del envejecimiento, la posición del cuerpo y la enfermedad sobre los volúmenes y capacidades pulmonares.

a. Capacidad vital.

(1) Disminuye con la edad.

(2) Disminuye en decúbito supino si se compara con la posición erguida (sentados o de pie).

(3) Disminuye con neumopatías obstructivas y restrictivas.

b. Volumen residual.

(1) Aumenta con la edad.

(2) Aumenta con las neumopatías obstructivas como el enfisema.

G. Respiración

Respiración es un término genérico empleado para describir el intercambio gaseoso que se produce en el cuerpo y puede categorizarse como respiración externa o respiración interna. Aquí describimos los términos básicos, si bien una exposición a fondo de la fisiología de la respiración, la difusión y la perfusión queda fuera del alcance de este libro. Remitimos al lector a la bibliografía para profundizar en su estudio.[8,12,13,16,19,21,35,41,57]

1. Respiración externa

a. Este término describe el intercambio gaseoso en la membrana alveolocapilar y en los capilares pulmonares.

b. Cuando una persona inhala y el aire llega a los alvéolos a través del árbol traqueobronquial, el oxígeno se difunde por la pared alveolar y el espacio intersticial para entrar en el torrente circulatorio a través de las paredes de los capilares pulmonares. Se produce lo contrario con el transporte del dióxido de carbono.

2. Respiración interna

a. Este término describe el intercambio gaseoso entre los capilares pulmonares y las células de los tejidos circundantes.

b. Se produce la respiración interna cuando el oxígeno presente en la sangre arterial se difunde de los eritrocitos a los tejidos que requieren oxígeno para funcionar. Se produce lo contrario con el transporte del dióxido de carbono.

II. Evaluación en la fisioterapia respiratoria[14,16,22,24,43,63]

A. Propósito

1. Determinar las deficiencias respiratorias y ventilatorias, primarias y secundarias del paciente, y que limitan la función física.

2. Determinar la adecuación de un paciente para participar en un programa de rehabilitación pulmonar.

3. Desarrollar un plan individualizado de tratamiento para el paciente.

4. Establecer información básica sobre el paciente para medir su progreso y la eficacia del tratamiento.

5. Determinar en qué momento interrumpir el tratamiento.

6. Planificar y ejecutar un programa en casa.

B. Base y técnicas de evaluación para el enfermo pulmonar[14,16,22,24,54,63]

1. Entrevista con el paciente y la familia

a. El proceso de evaluación se inicia con una entrevista con el paciente y los miembros de la familia si fuera posible. Durante la entrevista el terapeuta puede identificar la percepción por parte del paciente y/o los miembros de su familia de cualquier limitación funcional, y determinar la deficiencia principal del paciente y por qué busca tratamiento.

b. Como preparación para la entrevista, se obtienen los antecedentes patológicos y los diagnósticos de la historia clínica del paciente, si se dispusiera de ella, o de modo más general a través del paciente o su familia.

c. Se obtiene una historia social o laboral relevante; tienen especial importancia las exigencias físicas del trabajo, el medio ambiente del puesto de trabajo, así como los hábitos sociales como tabaquismo y consumo de alcohol que afectan al bienestar de las personas.

d. La evaluación del ambiente familiar y domiciliar puede incluir las responsabilidades familiares del paciente, las labores del hogar y los sistemas de apoyo familiar disponibles.

2. Aspecto general del paciente

a. Signos vitales.

Se comprueba la frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria, y la tensión arterial del paciente antes, durante y después del tratamiento.

b. Observar al paciente.

(1) Nivel de conciencia.

¿Alerta? ¿Con capacidad de respuesta? ¿Letárgico? ¿Cooperante? ¿Orientado? Pueden darse cambios en los niveles de conciencia si el paciente se vuelve hipercápnico (aumento de la P_{CO_2}) o hipóxico (descenso de la P_{O_2}).

(2) Color.

¿Cianótico en la periferia? (lechos de las uñas); ¿Centralmente? (labios). La cianosis se produce cuando el paciente es hipóxico.

(3) Región de la cabeza y el cuello.

(a) Signos y expresión faciales (los signos de fatiga o dificultad respiratorias son, entre otros, dilatación de las ventanas de la nariz, pupilas contraídas o dilatadas, sudación).

(b) Respiración por la boca o la nariz.

(c) Dilatación de la vena yugular (asociada con aumento de la presión venosa y un signo de insuficiencia cardíaca del ventrículo derecho).

(d) Hipertrofia de los músculos accesorios de la ventilación (su empleo en reposo se aprecia en pacientes con neumopatía crónica o debilidad del diafragma).

(e) Retracción supraclavicular o intercostal (manifiesta respiración fatigosa).

(f) Respiración con los labios fruncidos (manifiesta dificultad en la espiración y a menudo se aprecia en pacientes con neumopatía obstructiva crónica).

(4) Regiones periféricas.

(a) Estado de la piel.

(b) Dedos en palillo de tambor (asociados con hipoxia crónica del tejido).

(c) Edema (signo de insuficiencia del ventrículo derecho).

(5) Tipo somático.

Obeso, normal, caquéctico (sugiere tolerancia al ejercicio; una obesidad acusada puede alterar el patrón respiratorio).

3. Análisis de la forma del tórax, sus dimensiones y postura

a. Simetría del tórax y el tronco.

Obeservar en sentido anterior, posterior y lateral; el tórax y la caja torácica deberían ser simétricos.

b. Movilidad del tronco.

Se comprueban los movimientos activos en todas direcciones y se identifica cualquier restricción del movimiento vertebral, sobre todo en la columna dorsal.

c. Forma y dimensiones del tórax.

Las dimensiones AP y laterales suelen ser 2:1.

d. Deformidades corrientes del tórax.

(1) *Tórax en tonel*. La circunferencia de la porción superior del tórax parece mayor que la de la porción inferior. El esternón sobresale y el diámetro AP del tórax es mayor de lo normal. Muchos pacientes con EPOC, que suelen respirar con la porción superior, desarrollan tórax en tonel.

(2) *Tórax en embudo* (pectus excavatum). La porción inferior del esternón está deprimida y sobresalen las costillas inferiores. Los pacientes con esta deformidad presentan respiración diafragmática; se produce una protrusión abdominal excesiva y un escaso movimiento de la porción superior del tórax durante la respiración.

(3) *Tórax en quilla o de pichón* (pectus carinatum). Se destaca el esternón y sobresale en sentido anterior.

e. Postura.

(1) Los pacientes que tienen problemas respiratorios como resultado de una neumopatía crónica a menudo se inclinan hacia delante sobre las manos y antebrazos al estar sentados o de pie, y estabilizan y elevan la cintura escapular (ver fig. 20.2) para ayudar a la inspiración. Esto aumenta la eficacia de los músculos pectoral y serrato anterior, que actúan como músculos accesorios de la inspiración por acción inversa.

(2) Se repara en las deformidades posturales como cifosis y escoliosis, o en la asimetría postural por cirugía torácica, lo cual puede restringir los movimientos del tórax y la ventilación.

4. Patrón respiratorio

a. Se anota la *frecuencia*, *regularidad* y *localización* de la respiración en reposo y con la actividad. La relación normal entre inspiración y espiración en reposo es 1:2 y, con la actividad, 1:1. Los pacientes con neumopatía crónica pueden presentar una relación 1:4 en reposo, lo cual refleja la dificultad que tienen durante la fase espiratoria de la respiración. La secuencia normal de la inspiración es (1) el diafragma se contrae y desciende a la vez que asciende el abdomen (área epigástrica); (2) le sigue la expansión lateral de las costillas mientras ascienden y se proyectan hacia fuera, y, finalmente, (3) se eleva la porción superior del tórax.

b. En las personas sanas, los músculos del cuello (músculos accesorios de la inspiración) actuarán sólo durante una respiración profunda.

c. *Patrones respiratorios anormales*.

(1) **Disnea:** respiración entrecortada; respiración laboriosa.

(2) **Taquipnea:** respiración rápida y superficial; reducción del volumen corriente pero aumento de la frecuencia; se asocia con neumopatías obstructivas o restrictivas y con el empleo de los músculos accesorios de la inspiración.

(3) **Bradipnea:** frecuencia lenta con respiración superficial o normal y un ritmo regular; tal vez se asocie con sobredosis medicamentosa.

(4) **Hiperventilación:** respiración rápida y profunda; aumento del volumen corriente y de la frecuencia respiratoria; ritmo regular.

(5) **Ortopnea:** dificultad para respirar en decúbito supino.

(6) **Apnea:** interrupción de la respiración durante la fase espiratoria.

(7) **Apneusis:** cese de la respiración durante la fase inspiratoria.

(8) **Respiración de Cheyne-Stokes**: ciclos de aumento gradual del volumen corriente, seguidos por una reducción gradual de ese mismo volumen corriente, y luego por un período de apnea. A menudo se aprecia en enfermos con una lesión grave en la cabeza.

5. Palpación

a. S*imetría del movimiento torácico*.

Se colocan las manos sobre el pecho del paciente y se evalúa la excursión de ambos lados del tórax durante la inspiración y la espiración. Se comprueban todas y cada una de las tres áreas lobulares.

(1) Para examinar la *expansión del lóbulo superior*, el terapeuta se coloca mirando al paciente; coloca las yemas de los pulgares en la línea media del esternón, en la horquilla del esternón. Extiende los dedos por encima de las clavículas y hace que el paciente exhale por completo y luego inhale profundamente.

(2) Para examinar la *expansión del lóbulo medio*, el terapeuta sigue mirando al paciente; coloca las yemas de los pulgares en la apófisis xifoides y extiende los dedos lateralmente rodeando las costillas. Una vez más, se pide al paciente que respire hondo.

(3) Para examinar la *expansión del lóbulo inferior*, el terapeuta coloca las yemas de los pulgares a lo largo de la espalda del paciente en las apófisis espinosas (nivel dorsal inferior) y extiende los dedos rodeando las costillas. Se pide al paciente que respire hondo.

(4) Mientras el paciente inspira y espira, se comprueba la simetría del movimiento de ambos costados del tórax.

b. P*rofundidad de la excursión*.

(1) Puede determinarse midiendo el perímetro del tórax a tres niveles (axilar, xifoides y subcostal) durante la inspiración y la espiración.

(2) También puede medirse poniendo ambas manos sobre el tórax del paciente y la espalda tal y como se ha descrito. Se repara en el espacio entre los pulgares una vez que el paciente respira hondo.

c. F*rémito*.

(1) El **frémito vibratorio o vocal** es la vibración que se aprecia cuando el terapeuta palpa la pared torácica mientras habla el paciente. El procedimiento se emplea para evaluar la cualidad de los tejidos subyacentes.

(2) Procedimiento.

Se apoyan las manos ligeramente sobre la pared torácica y se pide al paciente que diga unas pocas palabras o que repita varias veces "33".

(3) Normalmente, el frémito es uniforme en la pared torácica.

(4) El frémito se incrementa en presencia de secreciones en las vías respiratorias, y se reduce o desaparece cuando el aire queda atrapado por obstrucción de las vías respiratorias.

d. D*olor en la pared torácica*.

(1) Con la palpación pueden identificarse áreas específicas o puntos de dolor en las caras anterior, posterior o laterales de la pared torácica.

(2) Procedimiento.

Se ejerce una presión firme sobre la pared torácica con las manos para identificar áreas específicas de dolor de origen musculoesquelético. Se pide al paciente que respire hondo e identifique cualquier área dolorosa en la pared torácica.

(3) **NOTA**: El dolor en la pared torácica de origen musculoesquelético a menudo aumenta con una presión puntual directa durante la palpación o con una inspiración honda; el dolor torácico causado por angina suele permanecer inalterado durante la palpación.

e. E*l mediastino* (posición de la tráquea).

(1) La posición de la tráquea suele orientarse centralmente respecto a la horquilla suprasternal. La posición de la tráquea se desplaza como resultado de las presiones intratóracicas asimétricas o de los volúmenes pulmonares asimétricos. Por ejemplo, si al paciente se le ha extirpado un pulmón (neumonectomía), se reducirá el volumen pulmonar del lado operado, y la tráquea se desplazará hacia ese lado. Por el contrario, si el paciente presenta un hemotórax (colección de sangre en el tórax), aumentará la presión intratorácica del lado del hemotórax, y el mediastino se alejará del lado afectado del tórax.

(2) P*rocedimiento*.

Para identificar un *desplazamiento del mediastino*, el paciente se sienta mirando al terapeuta con la cabeza en la línea media y el cuello un poco flexionado para relajar los músculos esternocleidomastoideos. Con el dedo índice, el terapeuta palpa con suavidad el espacio de tejido blando a ambos lados de la tráquea en la horquilla suprasternal. Se determina si la tráquea es palpable en la línea media o se ha desplazado a izquierda o derecha.

6. Percusión mediata

a. Definición.

Técnica de evaluación pensada para examinar la densidad pulmonar, sobre todo la relación entre aire y sólido en los pulmones.

b. Procedimiento.

Se coloca el dedo medio de la mano no dominante plano sobre la pared torácica a lo largo de un espacio intercostal. Con la yema del dedo corazón de la otra mano se golpea con firmeza sobre el dedo apoyado en la pared torácica. Se repite el procedimiento en varios puntos de las caras derecha e izquierda, anterior y posterior de la pared torácica.

c. Esta maniobra provoca una resonancia; el tono varía con la densidad del tejido subyacente.

d. El sonido puede ser sordo o plano si hay un cantidad superior a lo normal de sustancia sólida (tumor, consolidación) en los pulmones en comparación con la cantidad de aire.

e. El sonido será timpánico si hay una cantidad de aire mayor de lo normal en el área (como en los pacientes con enfisema).

f. Si se observan signos anormales o asimétricos, se transferirá al paciente a un médico para que practique pruebas objetivas adicionales como una radiografía de tórax.

7. Auscultación

a. Definición.

Escuchar los sonidos del interior del cuerpo, específicamente los ruidos respiratorios durante la evaluación de los pulmones.

b. Los ruidos respiratorios, normales o anormales, se producen por el movimiento del aire por las vías respiratorias durante la inspiración y la espiración. Se emplea un estetoscopio para amplificar estos ruidos. Hay que evaluarlos:

(1) Para identificar las áreas de los pulmones en las que se aprecia congestión, motivo por el cual se practicará un drenaje postural.

(2) Determinar la eficacia de cualquier tratamiento con drenaje postural.

(3) Determinar si los pulmones están o no limpios y si hay que interrumpir o no el drenaje postural.

c. Procedimiento.

(1) El paciente se sienta en una postura relajada y cómoda. Se coloca el diafragma del estetoscopio directamente sobre la piel del paciente a lo largo de las caras anterior o posterior de la pared torácica.

(2) Se sigue un patrón sistemático (figs. 19.5A y B) y se coloca el estetoscopio sobre puntos anatómicos específicos del tórax (D_2, D_6, D_{10}) a lo largo de los lados derecho e izquierdo de la pared torácica.

(3) Se pide al paciente que inspire y espire hondo y con rapidez por la boca mientras el terapeuta desplaza el estetoscopio de un punto a otro.

(4) Se aprecia la calidad, intensidad y tono de los ruidos respiratorios.

d. Los ruidos respiratorios normales se clasifican mediante:

(1) La localización.

(2) El tono y la intensidad.

(3) La relación del ruido en la inspiración frente a la espiración.

e. R*uidos respiratorios normales*.

(1) T*raqueales*.

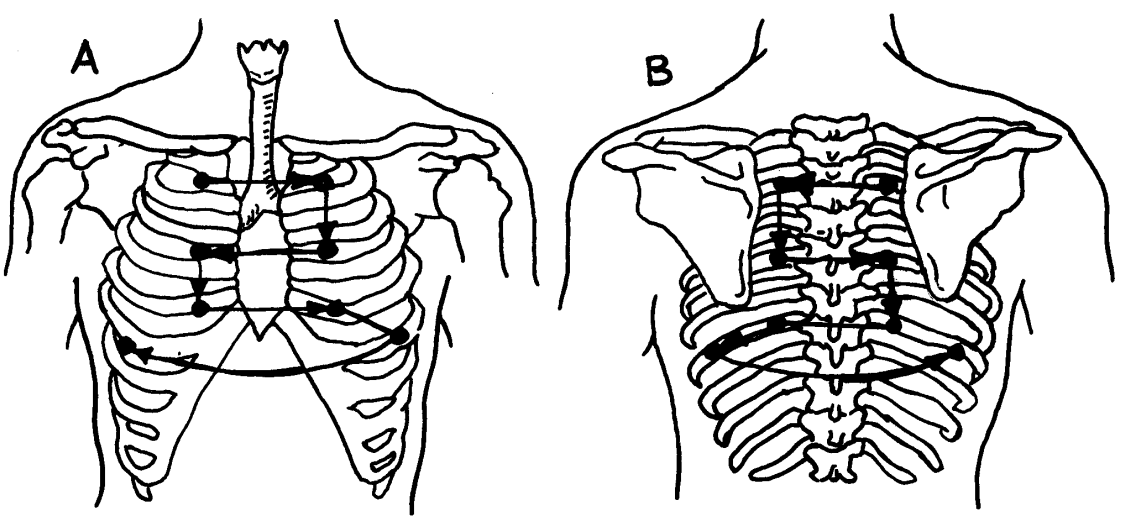


Figura 19.5. Patrón de los puntos anatómicos específicos del tórax para la auscultación. El diafragma del estetoscopio se coloca a lo largo de la pared torácica anterior (A) y posterior (B) derecha e izquierda en D_2, D_6 y D_{10} (De Frownfelter, DL: *Chest Physical Therapy and Pulmonary Rehabilitation*. Year-Book Medical Publishers, Chicago, 1987, pág. 135, reproducido con autorización.)

Intensos, ásperos y muy agudos; se oyen sólo en la tráquea. Los ruidos respiratorios traqueales son iguales durante la inspiración y la espiración.

(2) B*ronquiales*.

Intensos, superficiales y de tono agudo; se oyen entre las clavículas y en el manubrio en sentido anterior, y entre las escápulas en sentido posterior. Estos ruidos se oyen más tiempo durante la fase espiratoria que durante la fase inspiratoria.

(3) B*roncovesiculares*.

Más suaves, de tono medio; se oyen por igual durante la inspiración y la espiración, y sólo cerca del esternón, anteriormente, y entre las escápulas, posteriormente.

(4) V*esiculares*.

Suaves, sibilantes pero débiles; se oyen en la mayor parte del pecho, excepto cerca de la tráquea y los bronquios, y entre las escápulas. Estos ruidos son audibles mucho más tiempo durante la inspiración que durante la espiración.

NOTA: Es importante que el terapeuta practique la auscultación respiratoria y sepa identificar estos ruidos respiratorios normales en personas normales.

f. R*uidos respiratorios anormales y adventicios* (*extra*).

(1) La terminología empleada para describir los ruidos respiratorios anormales y adventicios no es sólida. Los términos empleados en este manual están tomados de las pautas para la nomenclatura propuesta por la American Thoracic Society y el American College of Chest Physicians.[5,61]

(2) Los ruidos respiratorios pueden estar ausentes por completo, lo cual indica una obstrucción total de las vías respiratorias y una falta o una reducción de la aireación. Puede deberse a un broncospasmo (asma) o a un colapso de una vía respiratoria (**atelectasia,** enfisema) o al bloqueo de las vías respiratorias por las secreciones (neumonía).

(3) Ruidos respiratorios adventicios.

(a) **Estertores crepitantes.**

Ruidos suaves y discontinuos (parecidos al ruido de burbujas que explotan o al ruido de cabellos cepillados cerca del oído). Los estertores crepitantes, que pueden ser finos o gruesos, se oyen sobre todo durante la inspiración como resultado del movimiento de las secreciones en las vías respiratorias, o en las vías respiratorias cerradas que se abren con rapidez.

(b) **Estertores secos.**

Estos ruidos continuos llamados sibilancia (agudo) o roncus (grave) se oyen durante la espiración, aunque en ocasiones pueden oírse durante la inspiración. El broncospasmo o las secreciones que estrechan la luz de las vías respiratorias causan estertores secos.

8. Tos y esputo

a. Una tos eficaz es incisiva y profunda. En el paciente respiratorio puede ser superficial, blanda, de garganta, seca o húmeda. Si la tos es por completo ineficaz, está indicada la succión.

b. Hay que observar el esputo:

(1) Color (claro, blanco, amarillo, verde o teñido de sangre). Las secreciones claras son normales. Las secreciones verdes o amarillas indican infección. El término empleado para describir el esputo teñido de sangre es **hemoptisis**.

(2) Consistencia (viscosa, fina, espumosa).

(3) Cantidad.

9. Otras áreas de evaluación

a. Amplitud del movimiento, sobre todo de hombros y tronco

b. Fuerza muscular

c. Resistencia física general (ver capítulo 4)

d. Independencia funcional

e. Dolor

f. Empleo de equipamiento de asistencia respiratoria.

g. **NOTA**: Además de la exploración torácica, también puede ponerse en práctica otros procedimientos como la evaluación de los gases sanguíneos, radiografías, estudios de la función pulmonar, pruebas de esfuerzo graduado, y pruebas bacteriológicas para una evaluación completa de los neumópatas.

III. Ejercicios respiratorios

Por lo general, los ejercicios respiratorios se incorporan a todo programa de rehabilitación pulmonar integral de pacientes con trastornos pulmonares agudos o crónicos. Los ejercicios respiratorios se diseñan para reentrenar los músculos respiratorios y mejorar o redistribuir la ventilación, reducir el trabajo respiratorio y mejorar el intercambio gaseoso y la oxigenación. Los ejercicios de amplitud del movimiento activo de hombros y tronco también ayudan a expandir el tórax, facilitan una respiración profunda y a menudo estimulan el reflejo tusígeno.[15,16,18,26,33,43,49]

Los estudios de investigación muestran que, aunque los ejercicios respiratorios afectan y posiblemente alteran la frecuencia y profundidad de la ventilación de los pacientes, no tienen necesariamente que influir en el intercambio gaseoso a nivel alveolar ni en la oxigenación.[8,23,33,56]

Por tanto, los ejercicios respiratorios son sólo parte de un programa de tratamiento concebido para mejorar el estado de los pulmones y la capacidad aeróbica y funcional general del paciente en las actividades de la vida diaria. Según el problema clínico del paciente, los ejercicios respiratorios a menudo se combinan con medicación, drenaje postural uso de aparatos de terapia respiratoria, y un programa de ejercicio graduado (preparación física).

A. Indicaciones para los ejercicios respiratorios

1. Neumopatía aguda o crónica.

a. EPOC.

b. Neumonía.

c. Atelectasia.

d. Embolia pulmonar.

e. Dificultad respiratoria aguda.

2. Dolor en el área torácica o abdominal por cirugía o traumatismo.

3. Obstrucción de las vías respiratorias secundaria a broncospasmo o retención de secreciones.

4. Déficits del sistema nervioso central que provocan debilidad muscular.

a. Lesión alta en la médula espinal.

b. Neuropatías o miopatías progresivas, agudas o crónicas.

5. Anomalías graves del sistema locomotor, como escoliosis y cifosis, que afectan a la función respiratoria.

6. Tratamiento del estrés y procedimientos de relajación.

B. Objetivos de los ejercicios respiratorios

1. Mejorar la ventilación.

2. Aumentar la eficacia del mecanismo de la tos.

3. Prevenir deficiencias pulmonares.

4. Mejorar la fuerza, resistencia y coordinación de los músculos respiratorios.

5. Mantener o mejorar la movilidad del tórax o de la columna dorsal.

6. Corregir los patrones respiratorios anormales o ineficaces.

7. Favorecer la relajación.

8. Enseñar al paciente a tratar las crisis disneicas.

9. Mejorar la capacidad funcional global del paciente.

C. Principios generales de la enseñanza de ejercicios respiratorios

1. Si es posible, se elegirá un área tranquila para la instrucción donde el terapeuta pueda interactuar con el paciente con un mínimo de distracciones.

2. Se explica al paciente los objetivos y razones de los ejercicios respiratorios específicos para su deficiencia concreta y las limitaciones funcionales.

3. El paciente adopta una postura cómoda y relajada, y se aflojará la ropa que restrinja el movimiento.

a. Inicialmente, lo deseable es una posición en la cama haciendo el puente, con la cabeza y el tronco elevados unos 45 grados. Al aguantar por completo la cabeza y el tronco, y al flexionar las caderas y rodillas y apoyar las piernas en una almohada, los músculos abdominales permanecen relajados.

b. Se puede recurrir inicialmente a otras posiciones como en decúbito supino, sentados o de pie, o según el paciente avance en el tratamiento.

4. Se observa y evalúa el patrón respiratorio natural del paciente en reposo y durante la actividad.

a. Determinar si está indicado o no su reentrenamiento.

b. Determinar el interés que debería reflejar, inspiratorio o espiratorio, el programa de ejercicios respiratorios.

c. Establecer una línea básica para evaluar el cambio y progreso del tratamiento.

5. Si fuera necesario, se enseñarán al paciente técnicas de relajación. Esto relajará los músculos de la porción superior del tórax, el cuello y los hombros, y reducirá al mínimo el empleo de los músculos accesorios de la respiración. Se prestará atención a la relajación de los músculos esternocleidomastoideos, escalenos, porción superior del trapecio y elevador de la escápula.

6. Se mostrará al paciente el patrón respiratorio deseado.

7. El paciente practicará el patrón respiratorio corregido en distintas posiciones en reposo y durante la actividad.

D. Precauciones[8,16,18,33]

Al enseñar los ejercicios respiratorios, hay que adoptar las siguientes precauciones:

1. El paciente nunca debe espirar forzadamente. La espiración debe ser relajada y pasiva. La espiración forzada sólo aumenta la turbulencia en las vías respiratorias, lo cual deriva en broncospasmo y aumento de la restricción de las vías respiratorias.

2. El paciente no debe mantener una espiración *prolongada*, pues jadeará durante la siguiente inspiración. El pa-

trón respiratorio del paciente se torna irregular e ineficaz.

3. El paciente no debe iniciar la inspiración con los músculos accesorios ni con la porción superior del tórax. Se aconsejará al paciente que mantenga la porción superior del tórax relativamente quieta durante la respiración.

4. El paciente podrá practicar una respiración profunda sólo durante tres a cuatro inspiraciones y espiraciones seguidas para evitar la hiperventilación.

E. Ejercicios respiratorios y métodos de enseñanza

Todos los patrones respiratorios deben ser profundos, controlados voluntariamente y relajados, con independencia del patrón que se haya enseñado al paciente.

1. Respiración diafragmática[8,16,18,20,23,26,33,59]

a. El diafragma controla la respiración a nivel involuntario, si bien puede enseñarse al paciente a controlar la respiración mediante el uso correcto del diafragma y la relajación de los músculos accesorios.

b. Los ejercicios respiratorios diafragmáticos están pensados para mejorar la eficacia de la ventilación, reducir el esfuerzo respiratorio, aumentar la excursión (descenso o ascenso) del diafragma, y mejorar el intercambio gaseoso y la oxigenación. Los ejercicios respiratorios diafragmáticos también se emplean para movilizar las secreciones pulmonares durante el drenaje postural.

c. Procedimiento

(1) Preparar al paciente en una posición relajada y cómoda, como es la sedente reclinada, evaluar el patrón respiratorio y mostrar el método correcto de respiración diafragmática.

Figura 19.6. La posición sedente reclinada es una posición cómoda y relajada para enseñar la respiración diafragmática.

(2) Se colocan las manos sobre el músculo recto del abdomen justo debajo del borde costal anterior (fig. 19.6).

(3) Se pide al paciente que respire lenta y hondamente por la nariz. El paciente mantiene los hombros relajados y la porción superior del tórax quieta, permitiendo que suba el abdomen.

(4) Luego se pide al paciente que deje salir el aire lentamente mediante una espiración controlada.

(5) El paciente practica tres a cuatro veces y luego descansa. No hay que dejar que el paciente hiperventile.

(6) El paciente coloca la mano debajo del borde costal anterior y repara en el movimiento (fig. 19.7). La mano del paciente debe elevarse durante la inspiración y descender durante la espiración. Al colocar una mano sobre el abdomen, el paciente también siente la contracción de los músculos abdominales, lo cual sucede con una espiración controlada o al toser.

(7) Una vez que el paciente entienda y sea capaz de respirar usando un patrón diafragmático, se le sugerirá que respire por la nariz y espire por la boca.

(8) Se practica la respiración diafragmática en variedad de posiciones (sentado, de pie) y durante la actividad (caminando y subiendo escaleras).

d. **NOTA**: Sigue sin estar claro el efecto de los ejercicios respiratorios diafragmáticos sobre la ventilación, oxigenación y excursión del diafragma en personas normales y en pacientes con trastornos pulmonares.[8,26,33,64] Los estudios han respaldado[23,45,47,48] y refutado[45,48] el impacto positivo de los ejercicios respiratorios diafragmáticos en cada una de estas áreas de funcionamiento. Los ejercicios respiratorios diafragmáticos seguirán siendo parte integral de la mayoría de los programas de fisioterapia respiratoria mientras prosigue la investigación sobre los efectos de la respiración diafragmática.

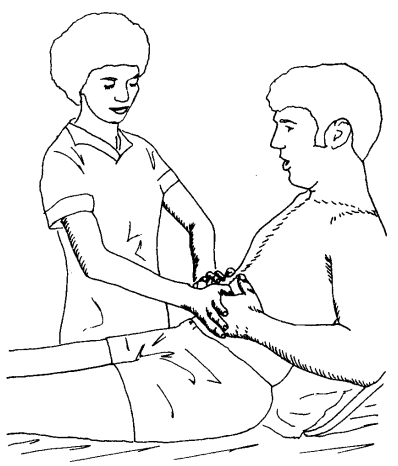


Figura 19.7. El paciente coloca las manos sobre el abdomen para apreciar el movimiento de la respiración diafragmática correcta. Al poner las manos sobre el abdomen, el paciente también siente la contracción de los músculos abdominales, lo que sucede con la espiración controlada o al toser.

2. Entrenamiento de los músculos respiratorios[6,20,26,28,31,48]

El proceso que consiste en mejorar la fuerza o resistencia de los músculos respiratorios se conoce como *entrenamiento de los músculos respiratorios* (EMR). Esta técnica suele centrarse en preparar los músculos de la inspiración. El EMR se ha utilizado en el tratamiento de pacientes con variedad de trastornos pulmonares agudos o crónicos asociado con debilidad, atrofia o ineficacia de los músculos de la inspiración, sobre todo el diafragma y los intercostales externos. Con el respaldo de estudios con animales, se ha sugerido que los principios de la sobrecarga y la especificidad del entrenamiento son aplicables a los músculos esqueléticos del cuerpo, incluidos los músculos de la ventilación.

En los seres humanos, no es factible evaluar los cambios morfológicos o histoquímicos del diafragma que puedan producirse como resultado del entrenamiento de la fuerza o la resistencia con procedimientos cruentos. En vez de eso, hay que evaluar indirectamente los cambios de la fuerza y resistencia física. Se ha medido el aumento de la capacidad física de los músculos respiratorios mediante la ventilación voluntaria máxima y la reducción del cansancio del diafragma en el tiempo, según se refleja en la dependencia menor de los músculos accesorios de la inspiración. Se ha evaluado indirectamente la fuerza de los músculos respiratorios con mediciones de la capacidad inspiratoria y la presión inspiratoria bucal mediante espirómetro.

Tres tipos de EMR comprenden el entrenamiento con pesos para fortalecer el diafragma, el entrenamiento de la capacidad inspiratoria y la espirometría incentivada.

a. Entrenamiento del diafragma con pesos[3,15,17,26,30,33,58]

(1) El paciente adopta una posición en decúbito supino o un poco en la vertical.

(2) Hay que asegurarse de que el paciente sepa respirar usando el diafragma.

(3) Se coloca un pequeño peso (1,5 a 3 kg) sobre la región del epigastrio del abdomen del paciente.

(4) Se pide al paciente que respire hondo mientras trata de mantener quieta la porción superior del tórax. La resistencia no debe interferir con la excursión completa del diafragma y la elevación normal del área epigástrica.

(5) Aumenta gradualmente el tiempo que respira el paciente contra la resistencia del peso. El peso puede aumentar cuando el paciente sepa mantener durante 15 minutos el patrón de respiración diafragmática sin el empleo de los músculos accesorios de la inspiración.

(6) También puede usarse resistencia manual o la posición del paciente para fortalecer el diafragma. En la posición cabeza abajo, el contenido del abdomen se mueve hacia arriba y ejerce resistencia sobre el diafragma mientras éste se contrae y desciende.[17,58]

(7) **NOTA**: Aunque a menudo se sugiere este método de fortalecimiento del diafragma para pacientes con debilidad, los resultados de un estudio con personas normales demuestran que es cuestionable la eficacia de este método de fortalecimiento.[37] En otro estudio sobre pacientes con lesiones medulares a nivel cervical, el entrenamiento abdominal con pesas y el entrenamiento de la resistencia inspiratoria fueron métodos eficaces de entrenamiento de los músculos ventilatorios para mejorar la fuerza y resistencia de los músculos respiratorios.[15] Se harán nuevos estudios para determinar la eficacia del entrenamiento abdominal con pesas y otras formas de EMR.

b. Entrenamiento de la resistencia inspiratoria*

(1) Se emplean aparatos respiratorios diseñados específicamente para el *entrenamiento de la resistencia inspiratoria* con el objetivo de mejorar la fuerza y resistencia de los músculos de la inspiración, y reducir la aparición de cansancio en los músculos inspiratorios.

(2) Procedimiento.

(a) El paciente inspira con un aparato que opone resistencia al paso del aire y que sostiene con la mano y se lleva a la boca. Estos aparatos son tubos estrechos de diámetro variable que oponen resistencia al paso del aire durante la inspiración y, por tanto, generan resistencia en los músculos inspiratorios y mejoran la fuerza o la resistencia. Cuanto más estrecho sea el diámetro del tubo, mayor será la resistencia.

(b) El paciente inspira por el tubo durante un período específico de tiempo y varias veces al día. El tiempo aumenta gradualmente 20 a 30 minutos en cada sesión de entrenamiento para aumentar la resistencia de los músculos inspiratorios.

(c) A medida que mejora la fuerza y la resistencia del paciente, se reduce el diámetro del tubo. Los aparatos comercializados que oponen resistencia al paso del aire presentan seis diámetros distintos para ofrecer niveles de resistencia apropiados para cada paciente.

(3) La eficacia del entrenamiento de la resistencia inspiratoria sigue siendo estudiada. Algunos estudios han demostrado que la fuerza y la resistencia de los músculos de la ventilación mejoran como resultado de este ti-

* Refs. 1, 2, 6, 11, 15, 16, 28, 31, 33, 50, 51.

po de entrenamiento, si bien otros han expuesto que la frecuencia respiratoria se reduce y aumenta la tolerancia al ejercicio con el tiempo.[3,11,31]

c. **Espirometría incentivada**[20,33,58]

(1) La *espirometría incentivada* es un entrenamiento de resistencia de nivel bajo que hace hincapié en la inspiración máxima sostenida. Un término sinónimo es *maniobra inspiratoria máxima sostenida*, que se practica con o sin el empleo de un espirómetro.[33] El paciente inspira por un espirómetro que proporciona retroalimentación visual o auditiva mientras el paciente respira lo más hondo posible. La espirometría incentivada aumenta el volumen de aire inspirado y se ha empleado para prevenir el colapso alveolar en problemas postoperatorios y para fortalecer los músculos inspiratorios débiles en pacientes con trastornos neuromusculares.

(2) Procedimiento.[16,58]

(a) El paciente adopta una posición cómoda (decúbito supino o parcialmente incorporado).

(b) El paciente respira tres o cuatro veces lentamente.

(c) El paciente practica una espiración máxima al llegar a la cuarta inspiración.

(d) Luego el paciente se lleva el espirómetro a la boca e inhala al máximo por el espirómetro y mantiene esa inspiración varios segundos.

(e) Esta secuencia se repite 5 a 10 veces varias veces al día.

d. ***Precaución***: Se evitan períodos prolongados de cualquier forma de entrenamiento de resistencia con los músculos inspiratorios. A diferencia de los músculos de las extremidades, el diafragma no puede descansar por completo para recuperarse de una sesión de ejercicios resistidos. El empleo de los músculos accesorios de la inspiración (músculos del cuello) es un signo de que el diafragma se empieza a cansar.[3,58]

3. Respiración segmentaria[18,33,43,55,58]

Es cuestionable si puede aprender un paciente a expandir áreas localizadas del pulmón mientras mantiene quietas otras áreas. No obstante, se sabe que la hipoventilación se produce en ciertas áreas de los pulmones por dolor y rigidez refleja de la musculatura después de una operación, atelectasia o neumonía. Por consiguiente, hay ciertos casos en los que es importante hacer hincapié en la expansión de áreas problemáticas de los pulmones y la pared torácica.

a. E*xpansión costolateral*.

(1) A veces se denomina expansión *basal* lateral y se hace unilateral o bilateralmente.

(2) El paciente puede estar sentado o tumbado y haciendo el puente.

(3) El terapeuta coloca las manos a lo largo de la cara lateral de las costillas inferiores para centrar la atención del paciente en áreas en las que se produzca el movimiento (figs. 19.8 y 19.9).

(4) Se pide al paciente que espire y sienta el movimiento descendente y hacia dentro de la caja torácica.

(5) Mientras el paciente espira, se ejerce una presión descendente firme sobre las costillas con las palmas de las manos.

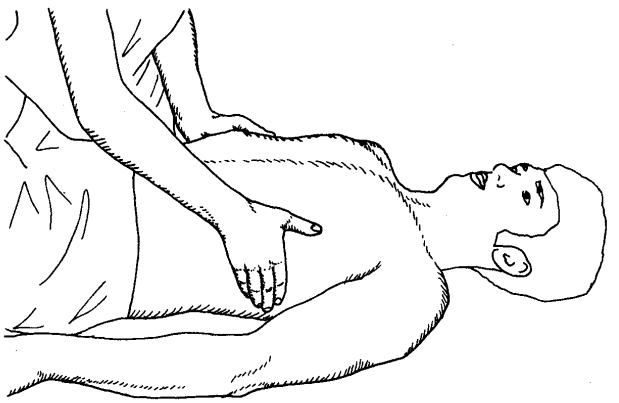


Figura 19.8. Expansión costolateral bilateral: en decúbito supino.

Figura 19.9. Expansión costolateral bilateral: en posición sedente.

(6) Justo antes de la inspiración, se aplica un estiramiento descendente e interno rápido sobre el tórax. Esto provoca un estiramiento rápido sobre los intercostales externos para facilitar su contracción. Estos músculos desplazan las costillas hacia fuera y arriba durante la inspiración.

(7) Se pide al paciente que expanda las costillas inferiores a pesar de la presión de las manos del terapeuta mientras inspira.

(8) Se aplica resistencia manual *suave* sobre el área de las costillas inferiores para aumentar la conciencia sensorial mientras el paciente inspira y el tórax se expande y las costillas se acampanan.

(9) Después, una vez más, mientras el paciente espira, se ayuda apretando suavemente la caja torácica en dirección descendente y hacia dentro.

(10) Luego se enseña al paciente a realizar la maniobra por sí solo. El paciente puede llevar las manos a las costillas (fig. 19.10) o aplicar resistencia con un cinturón (fig. 19.11A y B).

b. E*xpansión basal posterior.*

(1) El paciente se sienta y se inclina hacia delante sobre un cojín, flexionando ligeramente las caderas.

(2) El terapeuta coloca las manos sobre la cara posterior de las costillas inferiores.

(3) Se sigue el mismo procedimiento descrito arriba.

(4) Este tipo de respiración segmentaria es importante para pacientes postoperatorios confinados en cama en una posición semierguida durante un período prolongado de tiempo. Las secreciones se acumulan con frecuencia en los segmentos posteriores de los lóbulos inferiores.

c. E*xpansión del lóbulo medio derecho o de la língula.*

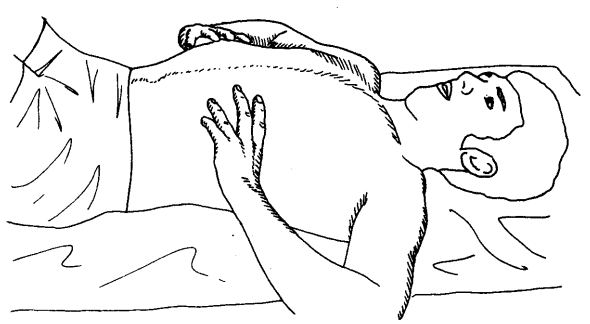


Figura 19.10. El paciente aplica presión manual durante la expansión costolateral.

(1) El paciente permanece sentado.

(2) El terapeuta coloca las manos en el costado derecho o izquierdo del tórax del paciente, justo por debajo de la axila.

(3) Se sigue el mismo procedimiento descrito para la expansión basal lateral.

d. E*xpansión apical* (fig. 19.12).

(1) El paciente permanece sentado.

(2) Se aplica presión (por lo general, unilateral) bajo la clavícula con las yemas de las manos.

(3) Este patrón es apropiado en un neumotórax apical después de una lobectomía.

4. Respiración glosofaríngea[16,38,58]

a. La respiración glosofaríngea es un medio de aumentar la capacidad inspiratoria del paciente cuando hay debilidad grave de los músculos de la inspiración. Se enseña a

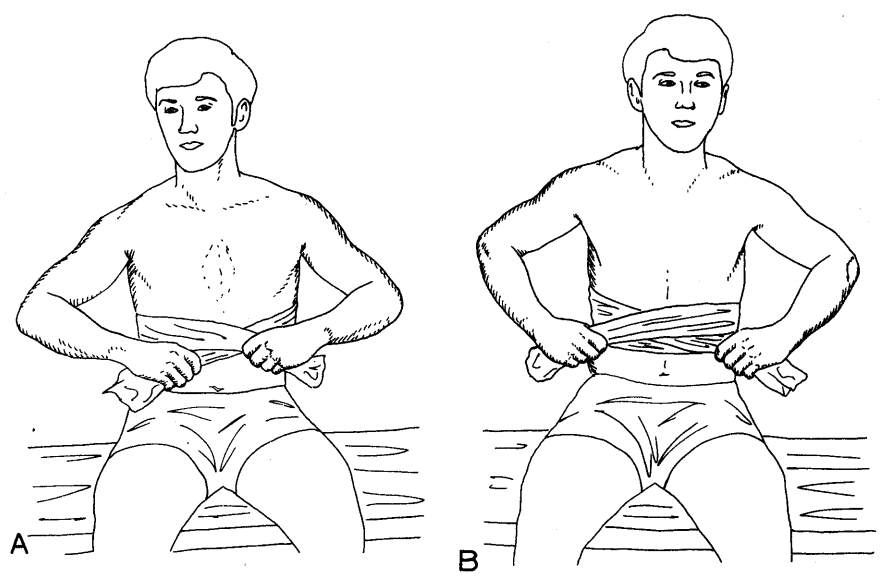


Figura 19.11. Los ejercicios con cinturón refuerzan la respiración costolateral (A) aplicando resistencia durante la inspiración y (B) ayudando con presión a lo largo de la caja torácica durante la espiración.

los pacientes que tienen problemas para respirar hondo, por ejemplo, como preparación para toser.

b. Este tipo de patrón respiratorio se desarrolló originalmente para ayudar a los pacientes que habían superado la poliomielitis y presentaban debilidad muscular grave. Hoy en día, si se emplea, se suele enseñar con mayor frecuencia a pacientes con lesiones medulares altas que pueden desarrollar fácilmente problemas respiratorios.[16,25,38]

c. Procedimiento.

NOTA: El paciente toma varios "buches" de aire. Luego cierra la boca y la lengua empuja el aire hacia atrás y lo atrapa en la faringe. A continuación, se fuerza la entrada del aire en los pulmones cuando se abre la glotis. Esto aumenta la profundidad de la inspiración y la capacidad vital del paciente.[25]

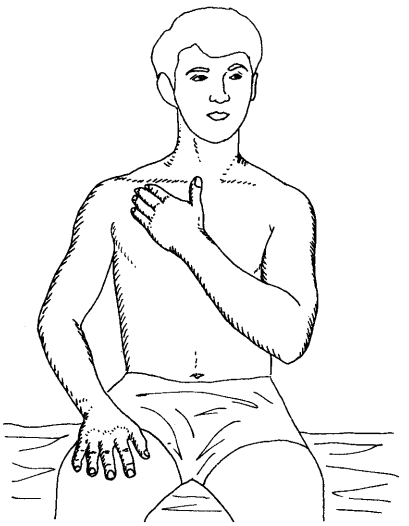


Figura 19.12. Expansión segmentaria del lóbulo superior derecho (apical).

5. Respiración con los labios fruncidos[11,24,33,40]

a. Es debatible si es apropiado enseñar al paciente la respiración con los labios fruncidos.

(1) La mayoría de los terapeutas cree que la respiración suave con los labios fruncidos con espiración controlada es un procedimiento útil si se practica adecuadamente. Se cree que mantiene abiertas las vías respiratorias creando una retropresión en ellas. Se enseña que ayuda a los pacientes con EPOC a tratar las crisis disneicas.[16,33,43] Los estudios sugieren que la respiración con los labios fruncidos reduce la frecuencia respiratoria y aumenta el volumen corriente y la tolerancia al ejercicio.[11,33,40]

(2) Algunos pacientes desarrollan espontáneamente este patrón respiratorio. De ser así, no hay que desanimarlos a utilizarlo.

(3) ***Precaución***: Hay que evitar el uso de la espiración *forzada* durante la respiración con los labios fruncidos. La espiración forzada o prolongada con los labios fruncidos puede aumentar la turbulencia en las vías respiratorias y causar una mayor restricción de los bronquiolos. Por esta razón, algunos terapeutas piensan que los pacientes pueden practicar inadecuadamente la respiración con los labios fruncidos y que, por tanto, no debe enseñarse este tipo de respiración.

(4) Es el parecer de las autoras de este manual que la respiración con los labios fruncidos (con espiración pasiva) es un medio valioso para tratar las crisis disneicas (disnea de esfuerzo) y *debe* enseñarse a los pacientes con EPOC.

b. Procedimiento.

(1) El paciente adopta una posición cómoda y relajada en lo posible.

(2) Se explica al paciente que la espiración debe ser relajada (pasiva) y que hay que evitar la contracción de los abdominales.

(3) El terapeuta coloca la mano sobre los abdominales del paciente para detectar cualquier contracción en ellos.

(4) Se pide al paciente que inspire lenta y hondamente.

(5) Luego el paciente relaja los labios y exhala por la boca.

6. Prevención y alivio de las crisis disneicas

a. Muchos pacientes con EPOC (enfisema y asma, por ejemplo) sufren crisis periódicas de disnea (respiración entrecortada), sobre todo con esfuerzo físico o cuando están en contacto con alergenos. Siempre que se interrumpe el patrón respiratorio normal del paciente, puede producirse disnea. Es útil enseñar a los pacientes a *prevenir* las crisis disneicas con *respiración controlada*, mediante *actividades acompasadas* y volviéndose consciente de las actividades o situaciones que provocan disnea.

b. El *acompasamiento* es la práctica de actividades funcionales, como caminar, subir escaleras o tareas laborales, dentro de los límites de la capacidad respiratoria del paciente.[8] Aunque algunos pacientes conocen intuitivamente los límites funcionales a los que pueden llegar, otros pacientes deben aprender a reconocer los signos iniciales de la disnea. Si al paciente le falta un tanto la respiración, debe aprender a interrumpir la actividad y recurrir a una respiración controlada con los labios fruncidos hasta que remita la crisis.

c. Procedimiento.

(1) El paciente adopta una postura relajada e inclinada hacia delante (ver figs. 20.2, 20.3 y 20.4). Esta posición

estimula la respiración diafragmática (las vísceras se desplazan hacia delante y el diafragma desciende con mayor facilidad).

(2) Se emplean broncodilatadores según prescripción.

(3) El paciente adquiere control de su respiración y reduce la frecuencia respiratoria recurriendo a los labios fruncidos durante la espiración. Hay que asegurarse de que el paciente no opte por la espiración forzada. El paciente debe hacer hincapié en la fase espiratoria de la respiración.

(4) Después de cada espiración con los labios fruncidos, el paciente respira diafragmáticamente y evita el uso de los músculos accesorios.

(5) El paciente permanece en esta postura y sigue respirando de la forma más relajada posible.

IV. Ejercicios para movilizar el tórax

A. Definición

Los ejercicios de movilización del tórax son todos aquellos que combinan movimientos activos del tronco o las extremidades con respiración profunda.

B. Objetivos

1. Mantener o mejorar la movilidad de la pared torácica, tronco y hombros

Cuando afecte a la respiración. Por ejemplo, los pacientes con tirantez de los músculos del tronco de un lado del cuerpo no expandirán esa parte del tórax por completo durante la inspiración. Los ejercicios que combinan el estiramiento de estos músculos con la respiración profunda mejorarán la respiración de ese lado del tórax.

2. Reforzar o hacer hincapié en la profundidad de la inspiración o la espiración controlada

Por ejemplo, un paciente puede mejorar la espiración inclinándose hacia delante por las caderas o flexionando la columna mientras espira. Esto empuja las vísceras hacia arriba, adentrándose en el diafragma, y refuerza aún más la espiración.

C. Ejercicios específicos

1. Movilizar un costado del tórax

a. En posición sedente, el paciente se inclina en sentido contrario al lado tirante para elongar esas estructuras tirantes y expandir el costado del tórax durante la inspiración (fig. 19.13A).

b. A continuación, el paciente empuja hacia dentro con el puño el costado lateral del tórax, mientras se inclina hacia el lado tirante y espira (fig. 19.13B).

c. Aumenta la dificultad cuando el paciente levanta el brazo del costado tirante del tórax por encima de la cabeza e inclina el tórax hacia el otro lado. Esto ejerce un estiramiento adicional sobre los tejidos tirantes.

2. Movilizar la porción superior del tórax y estirar los músculos pectorales

a. Mientras el paciente permanece sentado en una silla con las manos entrelazadas detrás de la cabeza, mueve los brazos en abducción horizontal (elongando los músculos pectorales) durante una inspiración honda (fig. 19.14A).

b. A continuación, se enseña al paciente a juntar los codos e inclinarse hacia delante durante la espiración (fig. 19.14B).

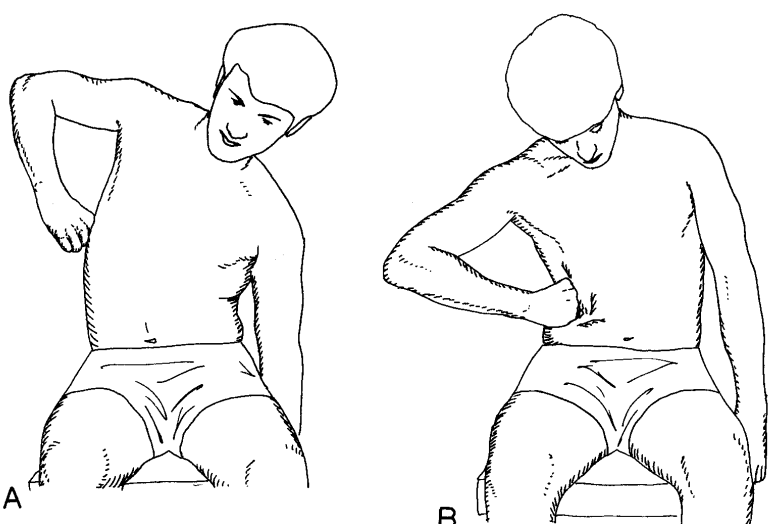


Figura 19.13. Movilización del tórax durante la inspiración y la espiración. Para movilizar el costado de la caja torácica, el paciente se inclina (A) en sentido contrario del lado tirante durante la inspiración, y (B) hacia el lado tirante durante la espiración.

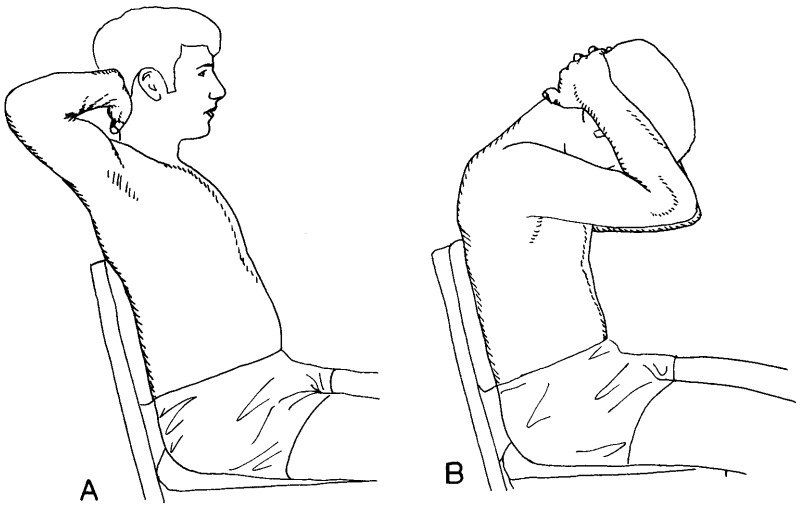


Figura 19.14. (A) Se aplica un estiramiento sobre los músculos pectorales durante la inspiración y (B) el paciente junta los codos para facilitar la espiración.

3. Movilizar la porción superior del tórax y los hombros

a. El paciente se sienta en una silla, y levanta ambos brazos por encima de la cabeza (180 grados de flexión bilateral de los hombros y ligera abducción) durante la inspiración (fig. 19.15A). A continuación, se flexiona hacia delante por las caderas y toca el suelo durante la espiración (fig. 19.15B).

4. Aumentar la espiración durante la respiración profunda

a. El paciente tiene que respirar tumbado y flexionando el cuerpo (caderas y rodillas ligeramente flexionadas) (fig. 19.16A).

b. A continuación, se pide al paciente que junte y lleve las rodillas hacia el pecho (una cada vez para proteger la columna lumbosacra) durante la espiración (figs. 19.16B y C). Esto empuja el contenido del abdomen hacia arriba contra el diafragma para ayudar a la espiración.

5. Los ejercicios con un bastón (Ver capítulo 2), que aumentan la flexión de los hombros durante la inspiración, también pueden combinarse con los ejercicios respiratorios.

D. Actividades adicionales

Además de los ejercicios específicos para la movilización del tórax, el terapeuta puede también enseñar al paciente:

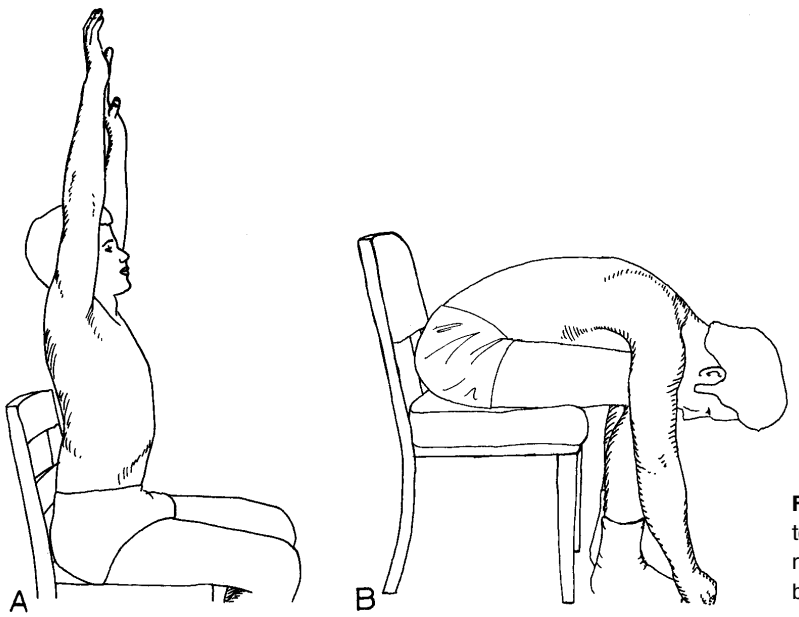


Figura 19.15. (A) Aumenta la expansión del tórax con el movimiento bilateral de los brazos por encima de la cabeza durante la inspiración. (B) A continuación, se refuerza la espiración extendiendo los brazos hacia el suelo.

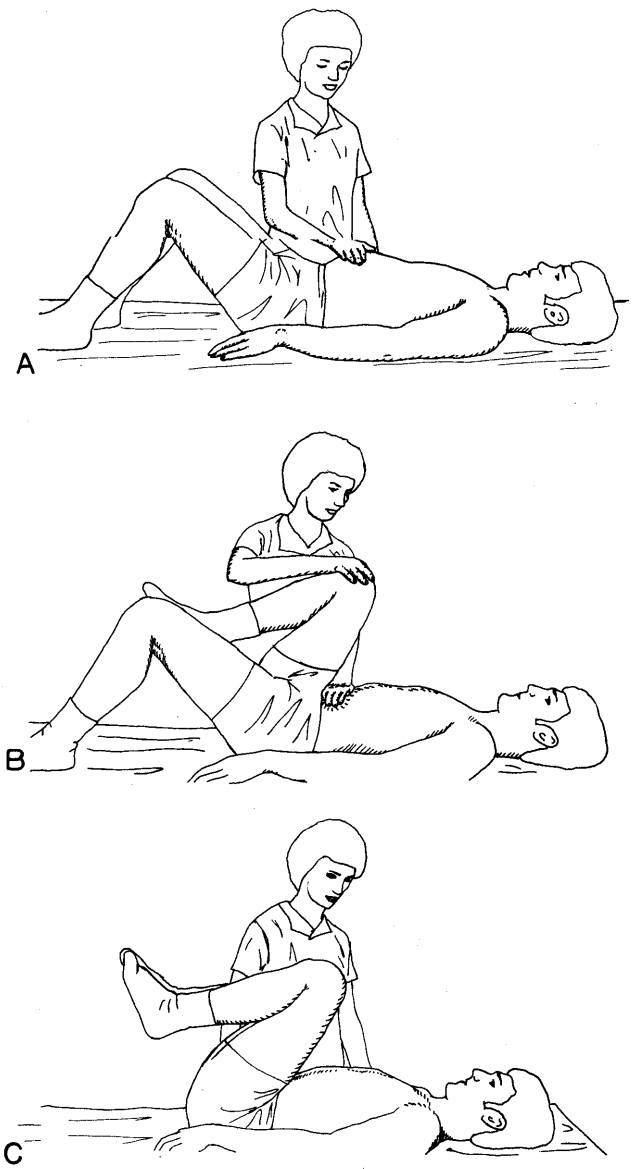


Figura 19.16. (A) Empieza la inspiración con el paciente tumbado y las piernas flexionadas. (B) Se lleva una rodilla hacia el pecho. (C) Luego se lleva la otra rodilla hacia el pecho para ayudar a la espiración.

1. A corregir las posturas.

2. El estiramiento manual de la pared torácica, el tronco y las extremidades.

V. Tos

Es necesaria una tos eficaz para eliminar las obstrucciones respiratorias y mantener los pulmones limpios. Forma parte importante del tratamiento de pacientes con afecciones respiratorias agudas o crónicas.

A. El mecanismo de la tos[16,32,52]

Las siguientes acciones se producen cuando tose un paciente:

1. Se produce una inspiración profunda.

2. Se cierra la glotis y se tensan las cuerdas vocales.

3. Se contraen los músculos abdominales y se eleva el diafragma, lo cual provoca un aumento de la presión intratorácica e intraabdominal.

4. Se abre la glotis.

5. Se produce una espiración explosiva del aire.

B. El bombeo de la tos normal

1. La tos puede ser refleja o voluntaria.

2. En personas normales, el bombeo de la tos es eficaz hasta la séptima generación de bronquios (hay un total de 23 generaciones de bronquios en el árbol traqueobronquial).

3. Las células epiteliales ciliadas están presentes hasta en los bronquiolos terminales y hacen subir las secreciones de las vías respiratorias menores a las mayores en las personas normales.

C. Factores que reducen la eficacia del mecanismo de la tos y el bombeo de la tos[16,18,27,29,52]

1. Reducción de la capacidad inspiratoria por

a. Dolor.

(1) Neumopatía aguda.

(2) Fractura costal.

(3) Traumatismo de tórax.

(4) Cirugía abdominal o torácica reciente.

b. Debilidad de músculos específicos que afecta el diafragma o los músculos accesorios de la inspiración.

(1) Lesión medular alta.

(2) Síndrome de Guillain-Barré.

c. Depresión del centro respiratorio asociada con anestesia general o analgésicos.

2. Incapacidad del paciente para expulsar forzadamente el aire como resultado de

a. Lesión medular por encima de D_{12}.

b. Miopatía y debilidad, como distrofia muscular.

c. Traqueostomía.

d. Enfermedad crítica que cause cansancio excesivo.

e. Incisión abdominal o en la pared torácica.

3. Reducción de la acción de los cilios del árbol respiratorio secundaria a

a. Anestesia general e intubación.

b. EPOC como es la bronquitis crónica, que se asocia con una reducción del número de las células epiteliales ciliadas de los bronquios.

c. Tabaquismo.

4. Aumento de la cantidad o espesor de las secreciones causado por

a. Fibrosis quística.

b. Bronquitis crónica.

c. Infecciones pulmonares como neumonía.

d. Deshidratación.

e. Intubación.

D. Enseñar una tos eficaz[16,18,43,52]

Como una tos eficaz es un aspecto integral de la limpieza de las vías respiratorias, los pacientes deben aprender la importancia de una tos eficaz, cómo producir una tos voluntaria eficaz y controlada, y cuándo toser.

1. Evaluar la tos refleja o voluntaria del paciente.

2. El paciente adopta una posición relajada y cómoda para la respiración profunda y la tos.

a. Estar sentado o inclinado hacia delante es a menudo la mejor posición para toser.

b. El cuello del paciente debe estar ligeramente flexionado para que la tos sea más cómoda.[52]

3. Se enseña al paciente la respiración diafragmática controlada, haciendo hincapié en la inspiración profunda.

4. Generar una tos brusca, profunda y doble.

5. Se muestra la acción adecuada de los músculos de la tos (contracción de los abdominales).

6. El paciente coloca las manos sobre el abdomen y expulsa tres veces el aire por la boca durante la espiración para sentir la contracción de los abdominales (ver fig. 19.7).

7. El paciente practica el sonido K para sentir la tensión de las cuerdas vocales, cerrando la glotis y contrayendo los abdominales.

8. Cuando el paciente haya practicado esta secuencia de acciones, se le enseñará a respirar hondo pero relajadamente, seguido por una tos brusca y doble. La segunda tos durante una sola espiración es más productiva.

9. Se emplea un vendaje abdominal o respiración glosofaríngea en el caso de pacientes seleccionados con debilidad de los músculos abdominales o inspiratorios con el fin de mejorar la tos, si fuera necesario.

10. ***Precaución***: Nunca hay que dejar que el paciente aspire aire jadeando, ya que:

a. Aumenta el esfuerzo (gasto de energía) de la respiración y el paciente se cansa con mayor facilidad.

b. Tiende a aumentar la turbulencia y la resistencia de las vías respiratorias, y tal vez cause un aumento del broncospasmo (una constricción mayor de las vías respiratorias).

c. Puede hacer que las secreciones o un objeto extraño se adentren en las vías respiratorias.

E. Medios adicionales para facilitar la tos[3,16,18,25]

1. Tos asistida manualmente[3,25,58]

a. Si el paciente muestra debilidad abdominal (por ejemplo, como resultado de una lesión medular a nivel dorsal medio o cervical), la presión manual sobre el área abdominal ayudará a desarrollar una mayor presión intraabdominal para una tos más forzada. La presión manual puede aplicarla el terapeuta o el paciente.

b. Procedimiento.

(1) Asistido por el terapeuta (figs. 19.17 y 19.18).

(a) Con el paciente en decúbito supino, el terapeuta pone la base de una mano sobre el abdomen del paciente en el área epigástrica justo distal a la apófisis xifoides. La otra mano se coloca encima de la primera, manteniendo los dedos separados o entrelazados.

(b) Después de que el paciente inhale lo más hondo posible, el terapeuta ayuda manualmente al paciente que trata de toser. Se comprime el abdomen con una fuerza interna y ascendente, lo cual desplaza el diafragma hacia arriba para que la tos sea más forzada y eficaz.

(c) Esta misma maniobra puede practicarse con el paciente en una silla. El terapeuta o un miembro de la familia puede permanecer de pie detrás del paciente y aplicar presión manual durante la espiración.

(d) ***Precaución***: Se evita ejercer presión directa sobre la apófisis xifoides.

(2) Autoasistido (ver fig. 19.18).

(a) Con el paciente sentado, éste cruza los brazos sobre el abdomen o pone las manos entrelazadas bajo la apófisis xifoides.

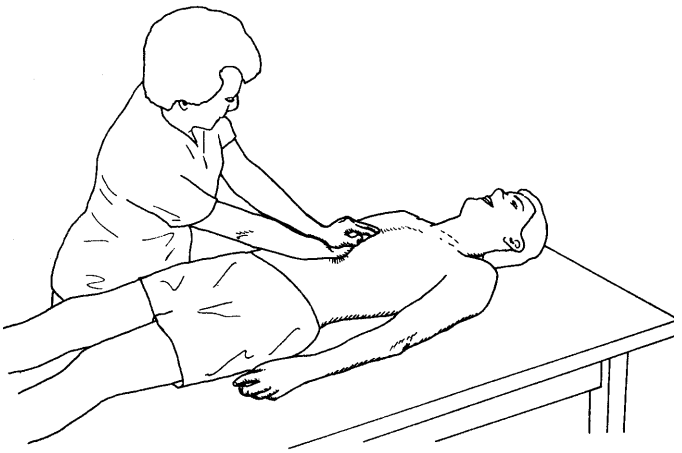


Figura 19.17. Técnica para toser con asistencia manual del terapeuta.

Figura 19.18. Técnica para toser con autoasistencia manual o asistida por el terapeuta.

(b) Tras una inspiración honda, empuja hacia dentro y arriba sobre el abdomen con las muñecas y los antebrazos, al tiempo que se inclina simultáneamente hacia delante mientras trata de toser.

2. Protección[16,27,29]

Si el dolor por la incisión tras una operación reciente restringe la tos, se enseña al paciente a proteger la incisión.

a. El paciente ejerce una presión firme con las manos o un cojín sobre la incisión para sostener el área dolorosa mientras tose (fig. 19.19).

b. Si el paciente no llega a sujetar el área de la incisión, deberá ayudarlo el terapeuta (fig. 19.20).

3. Humidificación[16,52]

Si las secreciones son muy espesas, se actúa con el paciente tras tratamiento con humidificación o nebulizador ultrasónico, que mejoran el sistema de transporte mucociliar y facilitan una tos productiva.

4. Estimulación de la tráquea[16,52]

La estimulación de la tráquea se emplea en recién nacidos o pacientes desorientados que no pueden cooperar con el tratamiento.

a. Es una maniobra un tanto incómoda, que se practica para provocar una tos refleja.

b. El terapeuta coloca dos dedos en la horquilla del es-

Figura 19.19. Protección de una incisión quirúrgica anterior.

Figura 19.20. Protección de una incisión posterolateral.

ternón y aplica un movimiento circular con presión hacia abajo en la tráquea para facilitar la tos refleja.

F. Precauciones

1. Evitar espasmos tusígenos incontrolados (*tos paroxística*).

2. Evitar la tos forzada en pacientes con antecedentes de un accidente cerebrovascular o un aneurisma. Estos pacientes espirarán varias veces por la boca para limpiar las vías respiratorias.

3. Hay que asegurarse de que el paciente tosa mientras adopta una postura algo erecta.

G. Aspiración: Alternativa a la tos

1. La *aspiración endotraqueal* tal vez sea el único medio para limpiar las vías respiratorias de pacientes incapaces de toser voluntariamente o después de la estimulación refleja del mecanismo tusígeno.

2. La succión o aspiración está indicada en pacientes con vías respiratorias artificiales.

3. El procedimiento de la aspiración sólo limpiará la tráquea y los bronquios principales.

4. ***Precaución***: Sólo las personas que hayan aprendido una técnica correcta de aspiración emplearán este medio alternativo para limpiar las vías respiratorias. La aspiración, si se practica incorrectamente, puede provocar una infección o daños en la delicada mucosa de la tráquea y los bronquios. Una aspiración inadecuada también puede causar hipoxemia, frecuencia cardíaca anormal y atelectasia. En varios de los libros de la bibliografía aparece una descripción completa de la técnica correcta de aspiración endotraqueal.[29,52]

VI. Drenaje postural

A. Definición

El **drenaje postural** (drenaje bronquial) es un medio para movilizar las secreciones de uno o más segmentos pulmonares hacia las vías respiratorias centrales colocando al paciente en distintas posiciones para que la fuerza de la gravedad ayude al proceso de drenaje.[4,8,16,18,59] Cuando se mueven las secreciones hacia las vías respiratorias mayores, se limpian tosiendo o mediante aspiración endotraqueal. La *terapia con drenaje postural* también comprende el empleo de técnicas manuales, como la percusión y la vibración, así como la tos voluntaria.

B. Objetivos del drenaje postural

1. Prevenir la acumulación de secreciones en pacientes con riesgo de complicaciones pulmonares. Esto comprende a:

a. Pacientes con neumopatías que se asocian con aumento de la producción de la viscosidad de las secreciones, como bronquitis crónica y fibrosis quística.

b. Pacientes confinados largo tiempo en cama.

c. Pacientes postoperatorios que han estado bajo anestesia general y que tal vez presenten incisiones dolorosas que restrinjan una respiración profunda y la tos después de la operación.

d. Cualquier paciente conectado a un respirador si muestra estabilidad suficiente para tolerar el tratamiento.

2. Eliminar las secreciones ya acumuladas en los pulmones de:

a. Pacientes con neumopatía aguda o crónica, como neumonía, atelectasia, infecciones pulmonares agudas y EPOC.

b. Pacientes que por lo general están muy debilitados o son ancianos.

c. Pacientes con vías respiratorias artificiales.

C. Contraindicaciones al drenaje postural

1. Hemorragia (hemoptisis grave).

a. Cantidades copiosas de sangre en el esputo.

b. **NOTA**: Difiere del esputo ligeramente teñido de sangre.

2. Afecciones agudas no tratadas.

a. Edema pulmonar grave.

b. Insuficiencia cardíaca congestiva.

c. Derrame pleural abundante.

d. Embolia pulmonar.

e. Neumotórax.

3. Inestabilidad cardiovascular.

a. Arritmia cardíaca.

b. Hipertensión o hipotensión graves.

c. Infarto de miocardio reciente.

4. Neurocirugía reciente.

Una posición cabeza abajo podría causar un aumento de la presión intracraneal.

D. Técnicas manuales empleadas durante el drenaje postural[8,16,18,44,52,53,59]

Además de la colocación del cuerpo, la respiración profunda y una tos eficaz para facilitar la limpieza de secreciones en las vías respiratorias, se emplean variedad de técnicas manuales junto con el drenaje postural para aumentar al máximo la eficacia del sistema de transporte mucociliar.[8,52] A saber, percusión, vibración, sacudimientos y elasticidad costal. Los resultados de los estudios que se han llevado a cabo para evaluar la eficacia de estas técnicas manuales no son consistentes.[52]

1. Percusión

a. Esta técnica se emplea para movilizar aún más las secreciones mediante el desalojo mecánico de las secreciones viscosas o adherentes de los pulmones.

b. La percusión se practica con las manos ahuecadas (fig. 19.21A) sobre el segmento pulmonar que se esté drenando. Las manos del terapeuta golpean alternativa y rítmicamente la pared torácica del paciente (fig. 19.21B). El terapeuta debe intentar mantener los hombros, codos y muñecas relajados y móviles durante la maniobra. La percusión mecánica es una alternativa a las técnicas de percusión manual.

c. La percusión continúa varios minutos o hasta que el paciente necesite modificar la postura para toser.

d. Este procedimiento no debería ser doloroso ni incómodo. Para prevenir la irritación de la piel sensible, el paciente debe llevar una camiseta o bata ligera. Se evitará la percusión sobre el tejido mamario de las mujeres o sobre las prominencias óseas.

e. ***Contraindicaciones relativas***

Antes de practicar la percusión dentro de un programa de drenaje postural, el terapeuta debe comparar los beneficios potenciales con los posibles riesgos para el paciente. En la mayoría de los casos, se evita el empleo de percusión.

(1) En fracturas, fusiones de vértebras o huesos con osteoporosis.

(2) En el área de un tumor.

(3) Si el paciente presenta un émbolo pulmonar.

(4) Si el paciente tiene una afección en la que se presentan hemorragias con facilidad, así como con un recuento de plaquetas bajo, o si el paciente está recibiendo un tratamiento anticoagulante.

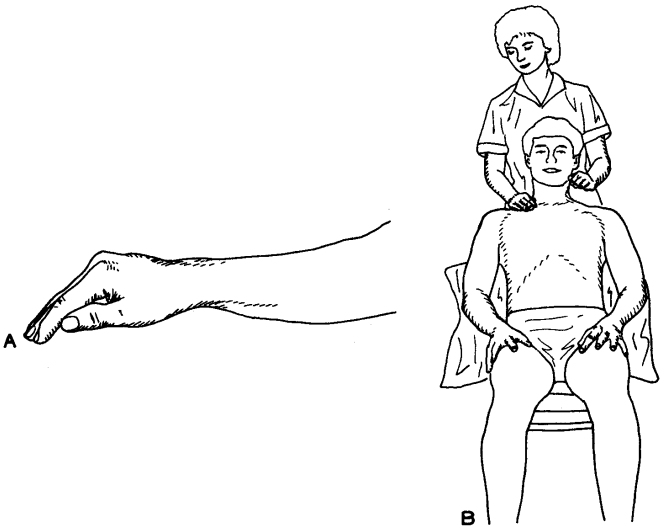


Figura 19.21. (A) Posición de las manos para aplicar percusión. (B) El terapeuta practica una percusión alternativa sobre el segmento pulmonar que se drena.

(5) Si el paciente tiene angina inestable.

(6) Si el paciente presenta dolor en la pared torácica, por ejemplo, después de cirugía torácica.

2. Vibración

a. La técnica se emplea junto con percusión en el drenaje postural. Se aplica sólo durante la espiración mientras el paciente respira hondo con el fin de mover las secreciones hacia las vías respiratorias mayores.

b. La vibración se aplica colocando ambas manos directamente sobre la piel y sobre la pared torácica (o una mano sobre la otra) para ejercer una presión suave y hacer que la pared torácica vibre rápidamente mientras el paciente espira (fig. 19.22).

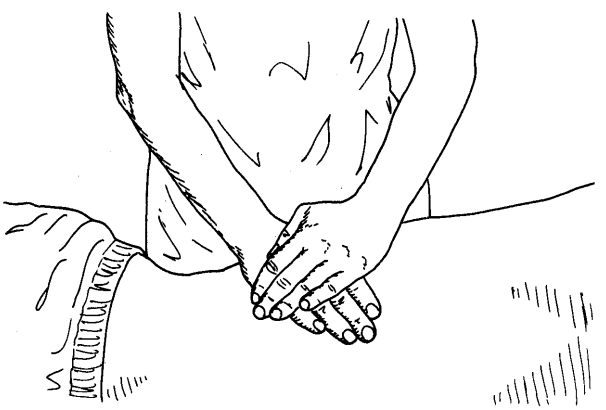


Figura 19.22. Colocación de las manos para la vibración durante el drenaje postural.

c. Se aplica presión en la misma dirección en la que se mueve el tórax.

d. La acción vibrante se consigue por la contracción isométrica del terapeuta (tensión) de los músculos de las extremidades superiores de los hombros a las manos.

3. Sacudimientos

a. Los sacudimientos son una forma más vigorosa de vibración aplicada durante la exhalación empleando una maniobra de balanceo intermitente junto con amplios movimientos de las manos del terapeuta.

b. Los pulgares del terapeuta se mantienen juntos y las manos abiertas se colocan directamente sobre la piel del paciente, y los dedos rodean la pared torácica. El terapeuta comprime y relaja simultáneamente la pared torácica.

E. Posiciones para el drenaje postural

1. Las posiciones se basan en la anatomía de los pulmones y el árbol traqueobronquial (ver figs. 19.1 y 19.3).

2. Se drena cada uno de los segmentos de los lóbulos empleando las posiciones mostradas en las figs. 19.23 a 19.34. El área sombreada de cada dibujo muestra el área de la pared torácica en la que se aplica la percusión o vibración.

3. El paciente debe colocarse sobre

a. Una camilla para el drenaje postural que pueda elevarse por un extremo.
b. Una mesa inclinada.
c. Una mesa acolchada y reforzada con posibilidad de inclinación.
d. La cama de un hospital.

4. Los niños pequeños pueden estar sobre el regazo del terapeuta.

F. Procedimientos para el drenaje postural

1. Consideraciones generales

a. Momento del día.

(1) Nunca se administra el drenaje postural directamente después de una comida.

(2) Se coordina el tratamiento con terapia de aerosol. La filosofía cambia.

(a) Algunos terapeutas creen que la terapia con aerosol combinada con humidificación antes del drenaje postural ayuda a desprender las secreciones y aumenta la posibilidad de productividad.

(b) Otros creen que la terapia con aerosol resulta óptima después del drenaje postural cuando los pulmones del paciente están más limpios y puede obtenerse un beneficio máximo de la medicación administrada mediante terapia con aerosol.

(3) Se elige un momento(s) del día que sea beneficioso para el paciente.

(a) La tos del paciente tiende a ser muy productiva por la mañana temprano por la acumulación de secreciones durante la noche.

(b) El drenaje postural durante las primeras horas de la noche limpia los pulmones antes de dormir y ayuda a que el paciente descanse mejor.

b. La frecuencia del tratamiento depende de la patología del paciente.

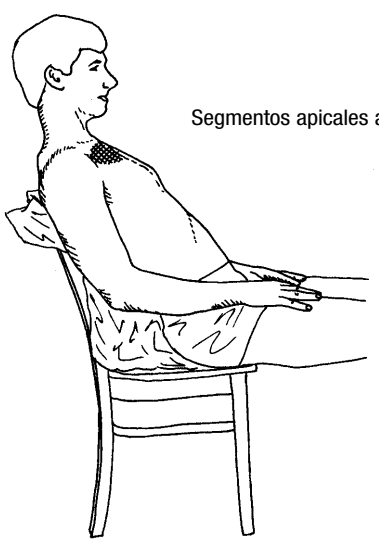


Figura 19.23. La percusión se aplica directamente debajo de la clavícula.

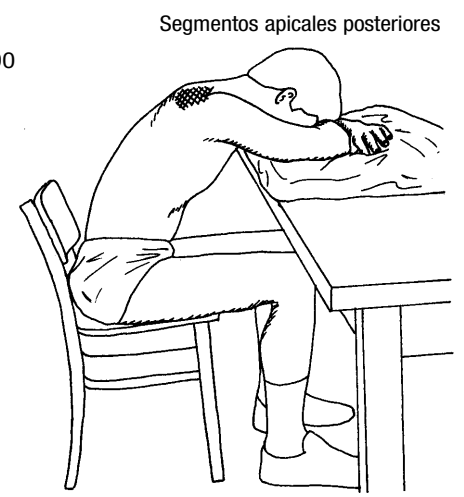


Figura 19.24. La percusión se aplica por encima de la escápula. Los dedos del terapeuta se curvan sobre la porción superior de los hombros.

Segmentos anteriores

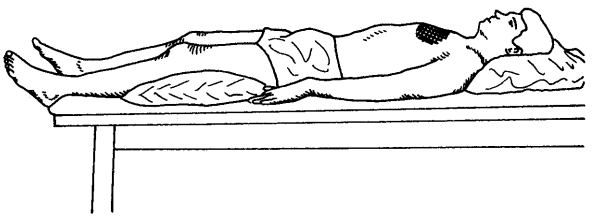


Figura 19.25. La percusión se aplica bilateralmente, directamente sobre el pezón o justo encima del pecho.

Segmento posterior
(izquierdo)

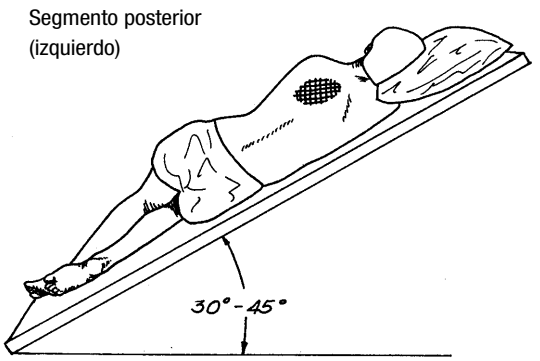


Figura 19.26. El paciente está tumbado en decúbito supino sobre el costado derecho. La cabeza y los hombros se elevan 45 grados o unos 46 cm si se emplean almohadas. La percusión se aplica directamente sobre la escápula izquierda.

Segmento posterior
(derecho)

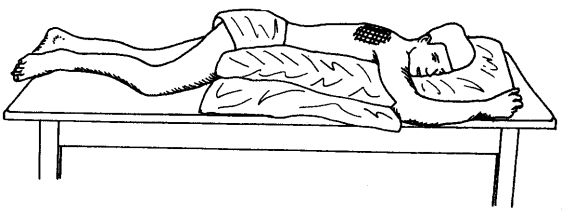


Figura 19.27. El paciente yace en decúbito prono sobre el costado izquierdo. La percusión se aplica directamente sobre la escápula derecha.

LÍNGULA DEL PULMÓN IZQUIERDO

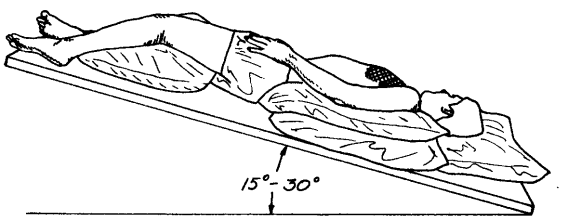


Figura 19.28. El paciente yace en decúbito supino sobre el costado derecho, apoyado en almohadas y en una posición declinada de 30 grados. La percusión se aplica justo debajo del pecho izquierdo.

LÓBULO MEDIO

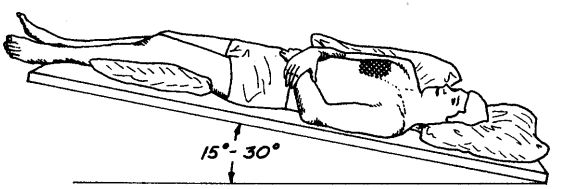


Figura 19.29. El paciente yace en decúbito supino sobre el costado izquierdo, apoyado en almohadas debajo de la espalda, y en una posición declinada 30 grados. La percusión se aplica debajo del pecho derecho.

LÓBULOS INFERIORES DERECHO E IZQUIERDO

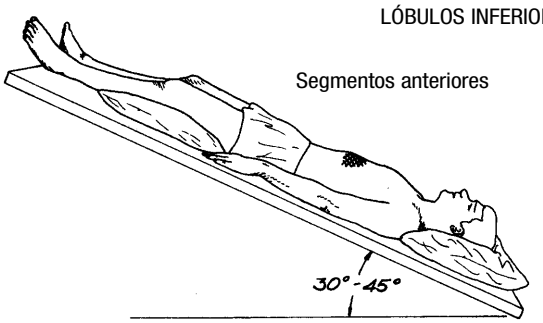


Figura 19.30. El paciente yace en decúbito supino, con cojines bajo las rodillas, en una posición declinada 45 grados. La percusión se aplica bilateralmente sobre la porción inferior de las costillas.

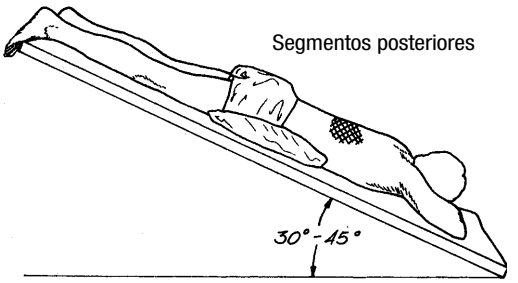


Figura 19.31. El paciente yace en decúbito prono, con un cojín bajo el abdomen y en una posición declinada 45 grados. La percusión se aplica bilateralmente sobre la porción inferior de las costillas.

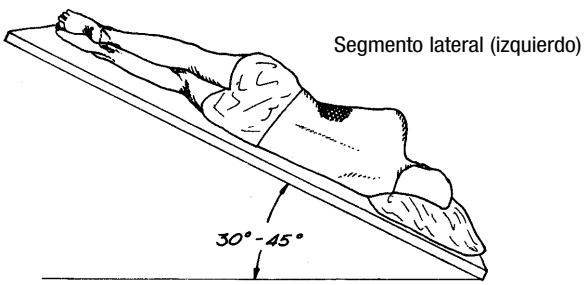


Figura 19.32. El paciente yace en decúbito lateral en una posición declinada de 45 grados. La percusión se aplica sobre la cara lateral inferior del costado izquierdo de la caja torácica.

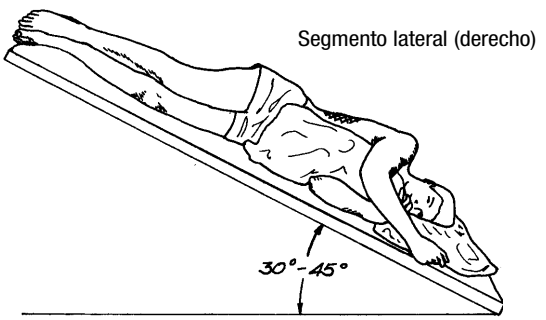


Figura 19.33. El paciente yace en decúbito lateral sobre el costado izquierdo en una posición declinada de 45 grados. La percusión se aplica sobre la cara lateral inferior del costado derecho de la caja torácica.

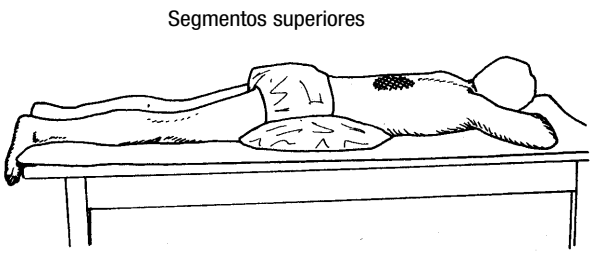


Figura 19.34. El paciente yace en decúbito prono, con un cojín bajo el abdomen para aplanar la espalda. La percusión se aplica bilateralmente, directamente sobre las escápulas.

(1) Secreciones copiosas y espesas: dos a cuatro veces al día hasta que los pulmones estén limpios.

(2) Mantenimiento: una a dos veces al día para prevenir la acumulación de secreciones.

2. Preparación del paciente

a. Se afloja la ropa tirante o voluminosa. No es necesario dejar expuesta la piel. El paciente puede llevar una camisa o bata ligeras.

b. Se prepara una escupidera.

c. Hay que tener cojines suficientes para el posicionamiento y la comodidad.

d. Se explica al paciente el procedimiento del tratamiento.

e. Se enseña al paciente a respirar hondo y una tos eficaz antes de comenzar el drenaje postural.

f. Si el paciente produce cantidades copiosas de esputo, se le pide que tosa unas pocas veces o que succione antes de adoptar una posición determinada.

g. Se hacen todos los ajustes de sondas y cables, como sondas pleurales, cables del ECG, o catéteres, para que estén limpios durante el posicionamiento.

3. Secuencia del tratamiento

a. Se evalúa al paciente (como se subraya en la sección II de este capítulo) con el fin de determinar qué segmentos de los pulmones habría que drenar.

(1) Algunos pacientes con neumopatías crónicas, como fibrosis quística, hay que drenarlos en todas posiciones.

(2) Otros pacientes requieren el drenaje de sólo unos pocos segmentos en los que se han acumulado las secreciones.

(3) Se revisa la hoja clínica del paciente a diario para determinar su estado.

(4) Se comprueban los signos vitales del paciente, como la frecuencia respiratoria y el pulso.

(5) Se evalúan los ruidos respiratorios con un estetoscopio.

b. El paciente adopta la posición correcta para el drenaje. Debe estar todo lo cómodo y relajado que sea posible.

c. El terapeuta permanece de pie delante del paciente, siempre que sea posible, para observar el color de la piel.

d. Se mantiene la posición deseada al menos 5 a 10 minutos si el paciente lo tolera, o todo el tiempo que la posición sea productiva.

e. El paciente respira hondo de modo relajado durante el drenaje. El paciente no debe hiperventilar ni respirar de modo entrecortado.

f. Se aplica percusión sobre el segmento que se drena mientras el paciente está en la posición correcta.

g. Se anima al paciente a que practique una tos doble, brusca y profunda siempre que sea necesario. Tal vez resulte más cómodo para el paciente asumir momentáneamente una posición semierguida (apoyado sobre un codo) y luego toser.

h. Si el paciente no tose simultáneamente durante el posicionamiento con percusión, se le pide que respire hondo varias veces y se aplica vibración durante la espiración. Esto ayuda a provocar la tos.

i. Si la tos del paciente no es productiva después de 5 a 10 minutos de posicionamiento, se pasará a la siguiente posición. Las secreciones que se hayan movilizado durante el tratamiento tal vez no se expectoren hasta 30 minutos a 1 hora después del tratamiento.

j. La duración del tratamiento no debe superar 40 a 45 minutos, ya que este procedimiento es bastante agotador para el paciente.

(1) Muchos pacientes necesitan asistencia dos a cuatro veces al día.

(2) Se programará el tratamiento varias veces si los pulmones son muy productivos o si hay que drenar alguno o todos los segmentos de ambos pulmones.

4. Conclusión del tratamiento

a. El paciente se incorporará lentamente y descansará un rato después del tratamiento. Se observará si muestra signos de hipotensión ortostática cuando el paciente se levante después de estar tumbado o pase de una posición declinada a estar sentado.

b. Se advierte al paciente que, aunque la tos no sea productiva durante el tratamiento, tal vez lo sea poco después de la sesión.

c. Se valora la eficacia del tratamiento y se hacen las anotaciones apropiadas en la hoja clínica del paciente.

(1) Se anota el tipo, color, consistencia y cantidad de las secreciones producidas.

(2) Se anota la tolerancia del paciente al tratamiento.

(3) Se comprueban los signos vitales del pacientes después del tratamiento.

(4) Se auscultan los segmentos que se drenaron y se anotan los cambios en los ruidos respiratorios.

(5) Se observa el patrón respiratorio del paciente con el fin de determinar si es más profundo, más rápido, más relajado o menos laborioso.

(6) Se comprueba la simetría de la expansión de la pared torácica.

5. Drenaje postural discontinuo

a. Si la radiografía de tórax es relativamente clara.

b. Si el paciente no tiene fiebre durante 24 a 48 horas.

c. Si se oyen ruidos respiratorios normales o casi normales durante la auscultación.

d. Si el paciente lleva a cabo un programa regular en casa.

G. Drenaje postural modificado[16,18,52,60]

1. Razones

Algunos pacientes que precisan drenaje postural no pueden adoptar o no toleran las posiciones óptimas para el tratamiento. Por ejemplo:

a. El paciente con insuficiencia cardíaca congestiva puede desarrollar ortopnea (disnea producida al estar tumbado).

b. El paciente sometido a neurocirugía no puede adoptar una postura declinada (posición de Trendelenburg), porque ésta provoca aumento de la presión intracraneal.

c. El paciente sometido a cirugía torácica o cardíaca tal vez lleve sondas pleurales y cables de monitorización que limiten la adopción de estas posiciones.

2. Procedimiento

Las posiciones en las que se practica el drenaje postural se modifican para afrontar los problemas médicos o quirúrgicos del paciente. Esta solución, aunque no sea ideal, es mejor que no administrar el drenaje postural.

H. Programa en casa para el drenaje postural

1. El drenaje postural ha de realizarse de modo regular en casa en el caso de pacientes con neumopatía crónica.

2. Los pacientes deben aprender a adoptar estas posiciones por sí mismos empleando algún tipo de ayuda.

a. Los adultos pueden colocar cojines sobre cuñas o rimeros de periódicos para conseguir la posición declinada deseada en la cama. También pueden inclinar el tórax sobre el borde de la cama, apoyando los brazos en una silla o taburete.

b. Los niños pueden colocarse sobre una tabla de planchar encima de un colchón.

3. Un miembro de la familia puede aprender a colocar al paciente y tal vez la percusión para ayudar al paciente cuando lo necesite.

4. Hay que seguir las pautas y precauciones expuestas anteriormente.

VII. Resumen

En este capítulo se ha pasado revista a la estructura y función respiratorias. Le ha seguido una revisión de la anatomía del tórax, las vías respiratorias altas e inferiores y de los pulmones, y luego una exposición de la mecánica de la respiración. Se ha subrayado la descripción de la musculatura, los movimientos torácicos y la mecánica del flujo del aire que tal vez resulten afectados durante el tratamiento. Se han expuesto los procedimientos de evaluación para la fisioterapia respiratoria y se ha dado una explicación sobre las pruebas específicas para la evaluación del tórax. Se ha hecho un resumen de los objetivos generales de la fisioterapia respiratoria y la rehabilitación pulmonar. Se han descrito los objetivos, procedimientos y precauciones para los ejercicios respiratorios, los ejercicios de movilidad torácica, la preparación de una tos eficaz, y el drenaje postural. La aplicación de los procedimientos de fisioterapia respiratoria se presentan en el capítulo 20 junto con una exposición de trastornos pulmonares agudos y crónicos corrientes.

Bibliografía

1. Aldrich, T: "The application of muscle endurance training to the respiratory muscles in COPD". *Lung* 163:15, 1985.
2. Aldrich, T, y Karpel, J: "Inspiratory muscle resistive training in respiratory failure". *Am Rev Respir Dis* 131:461, 1985.
3. Alvarez, SE, Peterson, M, y Lunsford, BA: "Respiratory treatment of the adult patient with spinal cord iniury". *Phys Ther* 61:1737, 1981.

4. American Association of Respiratory Care: "AARC clinical practice guidelines: Postural drainage therapy". *Respiratory Care* 36:1418-1426, 1991.
5. American College of Chest Physicians and the American Thoracic Society Joint Committee on Pulmonary Nomenclature: "Pulmonary terms and symbols". *Chest* 67:583, 1975.
6. Asher, MI, y otros: "The effects of inspiratory muscle training in patients with cystic fibrosis". *Am Rev Respir Dis* 126:855, 1982.
7. Basmajian, JV, y DeLuca, CJ: *Muscles Alive*, ed 5. Williams & Wilkins, Baltimore, 1985.
8. Brannon, FJ, y otros: *Cardiopulmonary Rehabilitation: Basic Theory and Application*, ed 2. PA Davis, Filadelfia, 1993.
9. Campbell, F, Agostoni, E, y Davis J: *The Respiratory Muscles*. WB Saunders, Filadelfia, 1970.
10. Cardiopulmonary Section, American Physical Therapy Association: "A statement: A definition of chest physical therapy". *Cardiopulmonary Section Quarterly* 4:15, Primavera 1983.
11. Casiari, RJ, y otros: "Effects of breathing retraining in patients with chronic obstoictive pulmonary disease". *Chest* 79:393, 1981.
12. Cherniak, RM, y Cherniak, L: *Respiration in Health and Disease*, ed 3. WB Saunders, Filadelfia, 1983.
13. Comroe, JH, y otros: *Physiology of Respiration*. Year Book Medical Publishers, Chicago, 1974.
14. Crane, LD: "The chest examination". *Phys Ther Health Care* 1:11,1987.
15. Derrickson, J, y otros: "A comparison of two breathing exercise programs for patients with quadriplegia". *Phys Ther* 72:763-769, 1992.
16. Frownfelter, DL: *Chest Physical Therapy and Pulmonary Rehabilitation*, ed 2. Year Book Modical Publishers, Chicago, 1987.
17. Gaynard, P, y otros: "The effects of abdominal weights on diaphragmatic position and excursion in man". *Clin Sci* 35:589, 1968.
18. Glaskell, DV, y Webber, BA: The *Brompton Hospital Guide to Chest Physiotherapy*, ed 4. CV Mosby, St Louis, 1981.
19. Green, J: *Fundamental Cardiovascular and Pulmonary Physiology*, ed 2. Lea and Febriger, Filadelfia, 1987.
20. Gross, D: "The effect of training on strength and endurance of the diaphragm in quadriplegia". *Am J Med* 68:27, 1980.
21. Harper, RW: *A Guide to Respiratory Care: Physiology and Clinical Application*. JB Lippincort, Filadelfia, 1981.
22. Hillegas, EA: "Cardiopulmonary assessment". En Hillegas, PA, y Sadowsky, HS (eds): *Essentials of Cardiopulmonary Physical Therapy*. WB Saunders, Filadelfia, 1994.
23. Hughes, RC: "Does abdominal breathing affect regional gas exchange?" *Chest* 76:258, 1979.
24. Humberstone, N, y Tecklin, JS: "Respiratory evaluation: Respiratory assessment and respiratory treatment". En Irwin, S, y Tecklin, J: *Cardiopulmonary Physical Therapy*. ed 3. Mosby-year Book, St Louis, 1995.
25. Imle, PC: "Physical therapy and respiratory care for the patient with acute spinal cord injury". *Phys Ther Health Care* 1:45, 1987.
26. Kigin, CM: "Breathing exercises for the medical patient: The art and the science". *Phys Ther* 70:700-706, 1990.
27. Kigin, CM: "Chest physical therapy for the postoperative or traumatic injury patient". *Phys Ther* 61:1724, 1981.
28. Kim, MJ: "Respiratory muscle training: Implications for patient care". *Heart Lung* 13:333, 1984.
29. Kuntz, WT: "The acute care setting". En Hillegas, EA, y Sadowsky, HS (eds): *Essentials of cardiopulmonary Physical Therapy*. WB Saunders, Filadelfia, 1994.
30. Lane, C: "Inspiratory muscle weight training and its effect on vital capacity of patients with quadriplegia". *Cardiopulmonary Quarterly* 2:13, 1982.
31. Leith, D, y Bradley, M: "Ventilatory muscle strength and endurance training". *J Appl Physiol* 41:508, 1976.
32. Leith, DE: "Cough". *Phys Ther* 48:439, 1968.
33. Levenson, CR: "Breathing exercises". En Zadai, CC (ed): *Pulmonary Management in Physical Therapy*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1992.
34. Luce, C: "Respiratory muscle function in health and disease". *Chest* 81:82, 1982.
35. Martin, D, y Yountsey, J: *Respiratory Anatomy and Physiology*. CV Mosby, St Louis, 1988.
36. Mead, J, y Martin, H: "Principles of respiratory mechanics". *Journal of the American physical Therapy Association* 48:478, 1968.
37. Merrick, J, y Axen, K: "Inspiratory muscle function following abdominal weight exercise in healthy subjects". *Phys Ther* 61:651, 1981.
38. Metcalf, VA: "Vital capacity and glossopharyngeal breathing in traumatic quadriplegia". *Phys Ther* 46:835, 1966.
39. Moore, K: *Clinically Oriented Anatomy*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1980.

40. Meuller, RE, y otros: "Ventilation and arterial blood gas changes induced by pursed lip breathing". J *Appl Physiol* 28:784, 1970.

41. Nunn, K: *Applied Respiratory Physiology*. Butter-worth, Londres, 1971.

42. Philo, R, y otros: *Guide to Human Anatomy*. WB Saunders, Filadelfia, 1985.

43. Reinisch, E: "Functional approach to chest physical therapy". *Phys Ther* 58:972, 1978.

44. Rochester, DF, y Goldberg, SK: "Techniques of respiratory physical therapy". *Am Rev Respir Dis* 122:133, 1980.

45. Sackner, MA, y otros: "Distribution of ventilation during diaphragmatic breathing in obstructive lung disease". *Am Rev Respir Dis* 109:331, 1974.

46. Shaffer, T, Wolfson, M, y Bhutoni, VK: "Respiratory muscle function: Assessment and training". *Phys Ther* 61:1711,1981.

47. Shearer, MC, y otros: "Lung ventilation during diaphragmatic breathing". *Phys Ther* 52:139, 1972.

48. Smakowski, PS: "Ventilatory muscle training. Part I: The effectiveness of endurance training on rodent diaphragm. A scientific review of the literature from 1972-1991". *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal* 4:2-3, 1993.

49. Sobush, DC: "Breathing exercises: Laying a foundation for a clinical practice guideline". *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal* 3:8-10, 1992.

50. Sobush, D, Dunning, M, and McDonald, K: "Exercise prescription components for respiratory muscle training". *Respiratory Care* 34:30, 1985.

51. Sonne, L, y Davis, J: "Increased exercise performance in patients with severe COPD following inspiratory resistive training". *Chest* 81:436, 1982.

52. Starr, JA: "Manual techniques of chest physical therapy and airway clearance techniques". En: Zadai, CC (ed): *Pulmonary Management in Physical Therapy*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1992.

53. Sutton, P, y otros: "Assessment of percussion vibratory shaking and breathing exercises in chest physiotherapy". *Eur J Respir Dis* 66:147, 1985.

54. Visich, R: "Knowing what you hear: A guide to breath and heart sounds". *Nursing* 81:64, 1981.

55. Warren, A: "Mobilization of the chest wall". En Hislop, H (ed): *Chest Disorders in Children*. Proceedings of a Symposium. American Physical Therapy Association, Washington, DC, 1968.

56. Watts, N: "Improvement of breathing patterns". En Hislop, H (ed): *Chest Disorders in Children*. *Proceedig of a Symposium*. American Physical Therapy Association, Washington, DC, 1968.

57. West, JB: *Respiratory Physiology: The Essentials*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1974.

58. Wetzel, J, y otros: "Respiratory rehabilitation of the patient with spinal cord injury". En Irwin, S, y Tecklin, J (eds): *Cardiopulmonary Physical Therapy*, ed 3. Mosby-Year Book, St Louis, 1995.

59. White, GC: *Basic Clinical Competencies for Respiratory Care: An Integrated Approach*. Delmar Albany, NY, 1988.

60. White, J, y Mawdsley, R: "Effects of selected bronchial drainage positions on blood pressure of healthy human subjects". *Phys Ther* 63:325, 1983.

61. Wilkins, RL, y otros: "Lung sound nomenclature survey". *Chest* 98(4): 886-889, 1990.

62. Youtsey, J: "Basic pulmonary function measurements". En Spearman, C (ed): *Egan's Fundamentals of Respiratory Therapy*, ed 4. CV Mosby, St Louis, 1982.

63. Zadai, CC: "Comprehensive physical therapy evaluation: Identifying potential pulmonary complications". En Zadai, CC (ed): *Pulmonary Management in Physical Therapy*. Churchill-Livingstone, Nueva York, 1992.

64. Zadai, CC: "Physical therapy for the acutely ill medical patient". *Phys Ther* 61:1746, 1981.

Capítulo

20

Tratamiento de las neumopatías restrictivas y obstructivas

La intención de este capítulo es ofrecer una revisión de los problemas clínicos y las deficiencias principales, así como los objetivos y técnicas del tratamiento de neumopatías corrientes. Las dos clasificaciones generales de los trastornos pulmonares que se exponen en este capítulo son las neumopatías obstructivas y los trastornos pulmonares restrictivos. En el capítulo 19 se han descrito e ilustrado las técnicas específicas para el tratamiento de estas afecciones, como los procedimientos de evaluación, los ejercicios respiratorios, el drenaje postural, la tos y los ejercicios de movilización para el tronco y el tórax. En el capítulo 4 pueden hallarse las pautas para la preparación física general y el entrenamiento de fondo que forman parte integral de los programas de rehabilitación pulmonar.

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, el lector podrá:

1. Definir la neumopatía obstructiva y la neumopatía restrictiva.

2. Identificar las causas corrientes de las enfermedades y trastornos pulmonares obstructivos y restrictivos.

3. Resumir los problemas/deficiencias clínicos generales en pacientes con neumopatías obstructivas y restrictivas.

4. Identificar los objetivos generales del tratamiento y el plan de asistencia en las neumopatías restrictivas y obstructivas.

5. Describir el cuadro clínico, resumir los problemas/deterioros clínicos y explicar los objetivos y técnicas de tratamiento de las siguientes neumopatías obstructivas: bronquitis crónica, enfisema, asma, fibrosis quística y bronquiectasia.

6. Describir el cuadro clínico, resumir los problemas/deterioros clínicos y explicar los objetivos y técnicas de tratamiento de los siguientes problemas pulmonares restrictivos: poscirugía torácica, atelectasia y neumonía.

7. Describir precauciones específicas para el tratamiento de las afecciones expuestas.

I. Revisión de la neumopatía obstructiva

A. Definición

Neumopatía obstructiva es un término general que abarca varias afecciones pulmonares crónicas, las cuales obstruyen el paso del aire por las vías respiratorias y afectan a la ventilación y el intercambio gaseoso.[1,2,10,13,23] Puede clasificarse cierto número de enfermedades específicas por su naturaleza obstructiva. Cada enfermedad tiene rasgos únicos y se distingue por la causa de la obstrucción del flujo del aire, el inicio de la enfermedad, la localización de la obstrucción y la reversibilidad de la obstrucción.

1. Afecciones pulmonares obstructivas específicas[1,2,23]

a. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

(1) Enfermedad de las vías respiratorias periféricas.

(2) Bronquitis crónica.

(3) Enfisema.

b. Asma.

c. Fibrosis quística.

d. Bronquiectasia.

e. Displasia broncopulmonar.

2. Términos sinónimos de EPOC

a. EVROC: enfermedad de las vías respiratorias obstructiva crónica.

b. NOTA: El término EPOC se emplea a veces para describir todas las neumopatías crónicas que tienen características obstructivas, no sólo la bronquitis crónica, la enfermedad de las vías respiratorias periféricas y el enfisema. En este libro el término EPOC se empleará, según lo describe la American Thoracic Society, para referirse sólo a la bronquitis crónica, la enfermedad de las vías respiratorias periféricas y el enfisema.[1]

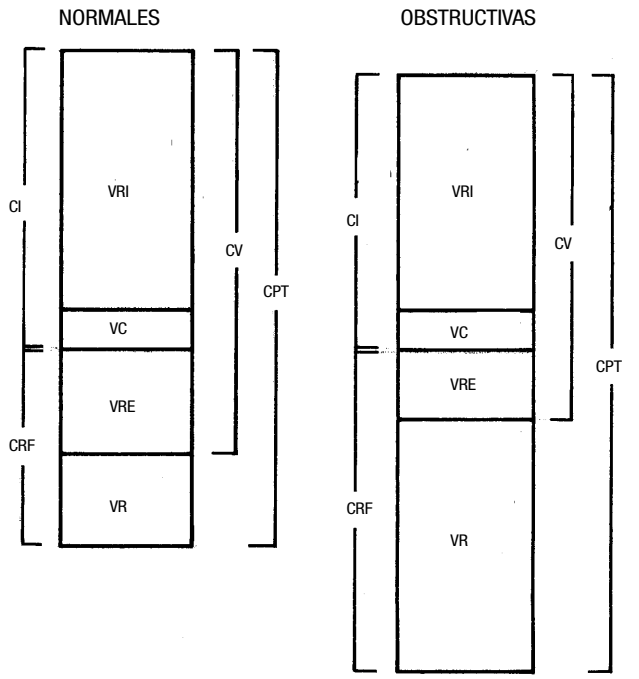


Figura 20.1. Volumen y capacidad normales de los pulmones comparados con otros valores anormales hallados en pacientes con neumopatía obstructiva. (De Rothstein, J, Roy, A, y Wolf, SL: The Rehabilitation Specialist's Handbook. FA Davis, Philadelphia, 1991, pág. 604, reproducido con autorización.)

B. Cambios asociados con la neumopatía obstructiva[1,2,10,13,23]

1. Estenosis y obstrucción de las vías respiratorias.
2. Inflamación de las vías respiratorias.
3. Destrucción de las paredes de alvéolos y bronquios.
4. Aumento de la producción y retención de secreciones.
5. Pruebas anormales de la función pulmonar (fig. 20.1).

a. Reducción de la capacidad vital y el volumen de reserva espiratoria.

b. Aumento del volumen residual.

c. Reducción de los índices de flujo espiratorio.

C. Deterioros/problemas de pacientes con neumopatías obstructivas[2,4,10,13]

1. Disnea de esfuerzo

Los pacientes con enfermedades obstructivas experimentan episodios frecuentes de disnea con una actividad física mínima.

2. Reducción de la tolerancia al ejercicio

Los pacientes tienen menor capacidad para el ejercicio y una resistencia física insuficiente para las actividades diarias.

3. Tos crónica, por lo general productiva

Debido a la excesiva producción y a la acumulación crónica de secreciones pulmonares, los pacientes experimentan una tos crónica, por lo general productiva.

4. Infecciones respiratorias frecuentes

5. Defectos posturales asociados

A continuación ofrecemos una explicación más detallada sobre neumopatías obstructivas específicas. Se abordará la bronquitis crónica, la enfermedad de las vías respiratorias periféricas y el enfisema, el asma, la fibrosis quística y la bronquiectasia. A continuación se describirán los objetivos del tratamiento y el plan apropiado de asistencia.

II. Neumopatías obstructivas específicas

A. EPOC: enfermedad de las vías respiratorias periféricas, bronquitis crónica y enfisema

La enfermedad de las vías respiratorias periféricas, la bronquitis crónica y el enfisema se clasifican como **enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC).** Como estas enfermedades están a menudo muy relacionadas y se encuentran juntas, los objetivos y principios del tratamiento son parecidos.

1. Enfermedad de las vías respiratorias periféricas: cuadro clínico[1,2]

a. La enfermedad de las vías respiratorias periféricas se caracteriza por inflamación, fibrosis y estenosis de las vías respiratorias distales pequeñas (menos de 2 mm de diámetro), específicamente los bronquiolos respiratorios y terminales.

NOTA: la enfermedad de las vías respiratorias periféricas a menudo se clasifica más como precursora que como un componente de la EPOC.

b. La inflamación de las vías respiratorias pequeñas se asocia con la exposición crónica a irritantes pulmonares, sobre todo el humo del tabaco.

c. Los cambios patológicos que se producen en las vías respiratorias periféricas son:

(1) Espesamiento de los tejidos y estenosis de las vías respiratorias periféricas pequeñas.

(2) Hipertrofia del músculo liso de las vías respiratorias.

(3) Cambios insignificantes de las pruebas de la función pulmonar.

d. El paciente experimenta pocos o ningún signo o síntoma, así como ningún cambio de la capacidad funcional. La inflamación y los tempranos cambios estructurales en las vías respiratorias distales pueden reducirse o invertirse dejando de fumar antes de que los cambios asociados con enfisema en las vías respiratorias sean permanentes.

2. Bronquitis crónica: cuadro clínico[1,2,10,13]

a. La bronquitis crónica es una inflamación de los bronquios que causa una tos irritativa y productiva que dura al menos 3 meses y retorna durante al menos 2 años consecutivos.

b. Esta afección suele desarrollarse en grandes fumadores. Hay otros factores distintos del tabaquismo que contribuyen, aunque en menor grado, al desarrollo de bronquitis crónica, como la exposición laboral al polvo de metales y verduras, y la contaminación medioambiental.

c. Cambios patológicos que se producen en la bronquitis crónica:[1]

(1) Aumento del número de células caliciformes que producen moco en el revestimiento del árbol respiratorio.

(2) Reducción del número y acción de las células epiteliales ciliadas que movilizan y ayudan a eliminar las secreciones.

(3) Estenosis de las vías respiratorias por la inflamación crónica y la obstrucción parcial del árbol respiratorio.

d. Aspecto general del paciente.

(1) Tos productiva y crónica.

(2) Cianótico por hipoxemia.

(3) Disnea.

(4) Abotargado y edemático por la estasis venosa e insuficiencia del hemicardio derecho.

(5) A menudo, sobrepeso.

3. Enfisema: cuadro clínico[1,2,4,23]

a. El enfisema comprende inflamación crónica, estenosis, espesamiento y destrucción de los bronquiolos y los alvéolos. Estas vías respiratorias quedan con cicatrices, distorsionadas y con acodaduras, y los alvéolos pierden su retroceso elástico, se debilitan y rompen. Como resultado, el paciente experimenta disnea y obstrucción crónica del flujo del aire durante la espiración, y el aire permanece atrapado en los pulmones (aumento del volumen residual). Al cabo de los años, la bronquitis crónica grave y el enfisema llevan con frecuencia a insuficiencia cardíaca congestiva y muerte.

b. El enfisema suele ser una afección que se desarrolla secundaria a una enfermedad de las vías respiratorias periféricas y la bronquitis crónica. Aunque no tan común, el enfisema también puede ser una enfermedad autoinmune primaria que se caracteriza por una deficiencia de la enzima antitripsina y que puede darse en no fumadores.

c. Cambios patogénicos que se producen en el enfisema:[1]

(1) Distensión excesiva de los pulmones y formación de bolsas de aire llamadas *bullas*. Esto causa un aumento del espacio de aire en los pulmones.

(2) Destrucción de alvéolos y pérdida del área en que se produce un intercambio gaseoso eficaz.

(3) Pérdida del retroceso elástico de los tejidos pulmonares periféricos.

d. Aspecto general del paciente:

(1) Respiración laboriosa crónica y disnea con retracciones supraclaviculares o intercostales.

(2) Rosado y delgado.

(3) Postura anormal: cabeza hacia delante, cargado de espaldas y hombros elevados.

(4) Dedos en palillo de tambor.

(5) Empleo excesivo e hipertrofia de los músculos accesorios y reducción de la respiración diafragmática durante la inspiración.

(6) Empleo de respiración con los labios fruncidos durante la espiración.

(7) Aumento del diámetro AP del tórax (tórax en tonel).

4. Deterioros/problemas resumidos de las EPOC[1,2,4,13,20]

a. Aumento de la cantidad y viscosidad de la producción de secreciones.

b. Tos crónica, a menudo productiva.

c. Crisis disneicas.

d. Patrón de respiración laboriosa que deriva en:

(1) Aumento de la frecuencia respiratoria (taquipnea).

(2) Empleo de los músculos accesorios de la inspiración, y reducción de la excursión del diafragma.

(3) Respiración con la porción superior del tórax.

(4) Escaso intercambio de aire en los lóbulos inferiores.

e. Dificultad máxima durante la espiración: respiración con los labios fruncidos.

f. Cambios de la función pulmonar:

(1) Aumento del volumen residual.

(2) Reducción de la capacidad vital.

(3) Reducción de los índices de flujo espiratorio.

g. Reducción de la movilidad de la pared torácica: se desarrolla tórax en tonel.

h. Postura anormal: cabeza hacia delante, cargado de espaldas y hombros elevados.

i. Reducción de la resistencia física general durante actividades funcionales.

5. Objetivos generales del tratamiento y plan de asistencia[2,10,13,23,26,27]

Objetivos del tratamiento	***Plan de asistencia***
a. Reducción de la viscosidad de las secreciones y prevención de las infecciones respiratorias.	a. Administración de broncodilatadores, antibióticos y humidificación. Si el paciente fuma, hay que animarle a que lo deje.
b. Eliminar o prevenir la acumulación de secreciones (es un objetivo importante si el enfisema se asocia con bronquitis crónica o si hay una infección respiratoria aguda).	b. Tos profunda y eficaz. Drenaje postural de áreas donde existen secreciones. **NOTA**: Las posiciones del drenaje tal vez se modifiquen si el paciente es disneico en posición declinada.
c. Favorecer la relajación de los músculos accesorios de la inspiración para reducir la dependencia de la respiración con la porción superior del tórax, y reducir la tensión muscular asociada con disnea.	c. Posición para relajación. Posición cabeza arriba y relajada en la cama: troncos, brazos y cabeza bien apoyados. Sentado: inclinado hacia delante, con los antebrazos sobre los muslos (fig. 20.2). Sentado: inclinado hacia delante y apoyado en cojines sobre una mesa (fig. 20.3). De pie: inclinado hacia delante sobre un objeto, con las manos en los muslos (fig. 20.4) o inclinado hacia atrás contra una pared. Ejercicios de relajación para la musculatura de los hombros: encogerse de hombros y relajación; círculos con hombros y brazos; abducción y aducción horizontales de los hombros.

Figura 20.2. Para aliviar la disnea, el paciente adopta una posición sedente y relajada, inclinado hacia delante, apoyando los antebrazos en los muslos o sobre un cojín en el regazo.

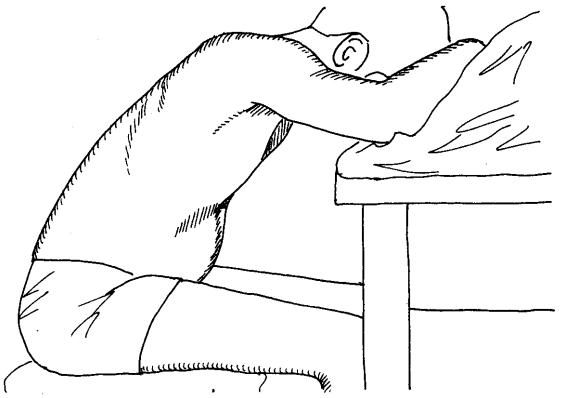


Figura 20.3. El paciente puede sentarse e inclinarse hacia delante sobre un cojín para relajarse y aliviar la disnea.

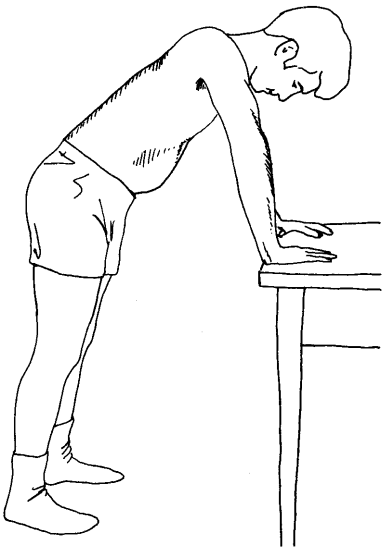


Figura 20.4. El paciente puede inclinarse hacia delante y apoyar un poco el peso sobre los brazos mientras permanece de pie para aliviar la disnea.

Objetivos del tratamiento

d. Mejorar el patrón respiratorio del paciente y la ventilación. Subrayar la respiración diafragmática y la espiración *relajada*; reducción del trabajo respiratorio, frecuencia respiratoria, y el uso de los músculos accesorios. Proyectar la respiración controlada a las actividades funcionales.

e. Reducir al mínimo las crisis disneicas.

Plan de asistencia

d.Ejercicios respiratorios: respiración diafragmática relajada y con movimiento mínimo de la porción superior del tórax; respiración con los labios fruncidos (*evitar* la espiración *forzada*); ejercicios de resistencia inspiratoria; práctica de la respiración controlada en bipedestación, caminando, subiendo escaleras, etc.

e. El paciente adopta una posición relajada (ver figs. 20.2 a 20.4) de modo que la porción superior del tórax está relajada y la inferior se mantiene lo más móvil posible.

Se hace hincapié en una respiración diafragmática relajada y controlada.

El paciente espira lo más rápido posible *sin* espiración *forzada*.

NOTA: Inicialmente, la frecuencia de la respiración será rápida y superficial. A medida que el paciente consiga el control de la respiración, la frecuencia se enlentecerá.

Se administra oxígeno suplementario en caso de crisis agudas, si fuera necesario.

→

Objetivos del tratamiento	*Plan de asistencia*
f. Mejorar la movilidad de la porción inferior del tórax.	f. Ejercicios para la movilidad torácica, dando prioridad a la porción inferior de la caja torácica durante una respiración honda (ver figs. 19.8 a 19.11).
g. Mejorar la postura.	g. Ejercicios para reducir la inclinación de la cabeza hacia delante durante la respiración profunda (ver capítulos 8 y 15).
	h. Ejercicios graduados de forma física y fondo (ver capítulo 4).

NOTA: La eficacia de los ejercicios respiratorios y la forma física general y su efecto sobre la función pulmonar y la función de los músculos respiratorios en pacientes con EPOC están poco claros. Se dispone de pocos datos cuantitativos que indiquen que el reaprendizaje de la respiración, el fortalecimiento de los músculos abdominales, o los ejercicios de forma física general aumenten la función pulmonar. Los pacientes con EPOC que participan en un programa de rehabilitación pulmonar que integra ejercicios para la capacidad aeróbica informan de que consiguen un mejor nivel de bienestar general, menos episodios de disnea, reducción del gasto energético durante la actividad física y mayor capacidad funcional. La fisioterapia respiratoria y un programa de reeducación para los pacientes con EPOC no detendrán el proceso morboso ni cambiarán la función pulmonar. Los pacientes con EPOC leve a moderada se beneficiarán más de un programa de preparación física que los pacientes con una enfermedad en un estadio tardío.[3,4,12,15,20,26,27] Una evaluación cuantitativa antes y después de la participación de un paciente en un programa de preparación física general ayudará a determinar la eficacia del programa.

B. Asma

El **asma** es una neumopatía obstructiva vista en pacientes jóvenes. Está relacionada con hipersensibilidad y reactividad de la tráquea y los bronquios, y causa dificultades con la respiración por broncospasmo y aumento de la producción de secreciones.[1,2,10,13,31]

1. Cuadro clínico[1,2,8,10,13,31]

a. La mayoría de los pacientes asmáticos son niños.

b. Las crisis asmáticas implican disnea grave cuando el paciente entra en contacto con un alergeno específico. La crisis asmática también puede estar inducida por una actividad física vigorosa (*asma inducida por el ejercicio*). Se presenta una frecuencia respiratoria muy rápida y se usan sobre todo los músculos accesorios de la respiración. Se oyen estertores secos y el paciente siente una intensa tirantez torácica y tal vez tosa. La exhalación es incompleta o prolongada.

c. Cambios patológicos.

(1) Espasmos graves del músculo liso del árbol respiratorio.

(2) Estenosis de las vías respiratorias.

(3) Inflamación de la mucosa del árbol traqueobronquial e hipersecreción de moco, que suele ser pegajoso y, por tanto, obstructivo por el aumento del tamaño y número de células caliciformes.

(4) El asma grave durante muchos años puede derivar en enfisema.

d. Aspecto general del paciente.

(1) Patrón respiratorio laborioso y disnea.

(2) Fatiga crónica.

(3) A menudo, delgadez.

(4) Mala postura: espalda encorvada, cabeza hacia delante e hipertrofia de los músculos accesorios.

2. Deficiencias/problemas resumidos

a. Crisis episódicas y graves de disnea.

b. Tos: por lo general improductiva durante las crisis asmáticas, pero productiva con posterioridad.

c. Patrón respiratorio anormal; uso excesivo de los músculos accesorios, lo cual provoca el movimiento de la porción superior del tórax y aumento de la frecuencia respiratoria.

d. Mala postura: espalda encorvada, cabeza hacia delante.

3. Objetivos generales del tratamiento y plan de asistencia[2,8,10,13,23]

Objetivos del tratamiento	*Plan de asistencia*
a. Reducción del broncospasmo	a. Eliminación de alergenos; broncodilatadores.
b. Reducir al mínimo las crisis disneicas y recuperar el control de la respiración.	b. Relajación de la porción superior del tórax y los músculos accesorios mediante la posición (ver figs. 20.2 a 20.4).
	Respiración diafragmática, con énfasis en la espiración controlada pero no forzada.
	Respiración con los labios fruncidos si fuera necesaria.
	Control de la frecuencia respiratoria.
c. Movilizar y eliminar secreciones *después* de las crisis disneicas.	c. Humidificación de las secreciones con aerosol. Tos eficaz.
	Drenaje postural (después, no durante la crisis asmática, porque tal vez aumente el broncospasmo).
d. Corregir la postura y reducir las espaldas cargadas y la cabeza hacia delante.	d. Entrenamiento postural (ver capítulos 8 y 15).
e. Aumento gradual de la tolerancia al ejercicio y la resistencia para las actividades funcionales.	e. Evitar actividades físicas vigorosas y prolongadas. Favorecer actividades leves a moderadas durante períodos cortos de tiempo, seguidas por reposo.
	Respiración rítmica y controlada durante el esfuerzo.

C. Bronquiectasia

La bronquiectasia es una neumopatía obstructiva que se caracteriza por dilatación permanente de los bronquios de tamaño medio, por lo general la cuarta a quinta generaciones, y por infecciones repetidas en estas áreas. [1,2,13] El comienzo de la bronquiectasia suele producirse durante la infancia y puede deberse a una infección necrotizante previa.

1. Cuadro clínico

a. Infección grave de los bronquiolos obstruidos y dilatados.

b. Tos productiva con esputo purulento y hemoptisis.

c. Cambios patológicos:

(1) Infecciones repetidas de los lóbulos inferiores de los pulmones en los bronquios y bronquiolos dilatados.

(2) Destrucción de células epiteliales ciliadas en las áreas infectadas.

(3) Acumulación de secreciones copiosas y purulentas.

d. Si las infecciones están localizadas, tal vez lo indicado sea una lobectomía.

2. Deficiencias/problemas resumidos[2,13]

a. Infecciones repetidas del área pulmonar afectada.

b. Acumulación de secreciones purulentas.

c. Tos productiva.

d. Disnea.

3. Objetivos generales del tratamiento y plan de asistencia[2,13,23]

Objetivos del tratamiento	*Plan de asistencia*
a. Limpiar las vías respiratorias de secreciones.	a. Tos controlada y eficaz.
	Drenaje postural 2 a 4 veces al día durante los episodios agudos.
b. Mantener un nivel apropiado de hidratación para las secreciones.	b. 8 a 10 vasos de agua diarios.
c. Prevenir o controlar las infecciones recidivantes.	c. Programa casero de drenaje postural de por vida.
	Inmunización apropiada y terapia con antibióticos.

4. Precauciones

a. Si se da un caso de *hemoptisis leve* (esputo teñido de sangre), se continuará el drenaje postural aunque se omitirá la percusión durante al menos 24 horas.

b. Si se presenta una *hemoptisis* (hemorragia) *grave*, se interrumpirá el drenaje postural hasta que lo aconseje el médico.

D. Fibrosis quística

La **fibrosis quística** (FQ) es una enfermedad genética (autosómica recesiva) que implica el mal funcionamiento de las glándulas exocrinas, lo cual deriva en secreciones anormales en el cuerpo. La enfermedad se caracteriza por una concentración muy alta de sodio y cloro en el sudor, neumopatía difusa y mal funcionamiento del páncreas. La enfermedad debe tratarse de por vida con la dieta, la sustitución de las enzimas pancreáticas, medicamentos y fisioterapia respiratoria preventiva en cuanto los síntomas se aprecien en niños.

1. Cuadro clínico[7,8,29,31,32]

a. Los niños con FQ suelen ser más pequeños para su edad por el mal funcionamiento pancreático que provoca malabsorción de los alimentos.

b. La disfunción de las glándulas exocrinas dentro del sistema pulmonar provoca un aumento de la producción del moco viscoso, que obstruye las vías respiratorias. La obstrucción crónica de las vías respiratorias y la colección de secreciones deja a los niños vulnerables a infecciones pulmonares.

c. Los niños con FQ presentan una tos crónica y productiva y a menudo muestran disnea, taquipnea y cianosis.

d. Los índices de flujo espiratorio disminuyen y aumenta el volumen residual con el tiempo debido a la distensión excesiva de los pulmones.

e. El pronóstico de supervivencia ha mejorado en los últimos 25 años. El paciente promedio con FQ hoy en día sobrevive hasta los 20 y los 30 años. La afectación digestiva puede tratarse con eficacia con la dieta y la terapia sustitutoria de enzimas; las complicaciones pulmonares son finalmente la causa de la muerte.

2. Resumen de las deficiencias/problemas[7,8,25,31]

a. Aumento de la producción de secreciones viscosas en los pulmones.

b. Infecciones pulmonares periódicas.

c. Tos crónica.

d. Aumento del esfuerzo respiratorio y uso excesivo de los músculos accesorios de la respiración.

e. Reducción de la capacidad de ejercicio y la resistencia física para las actividades funcionales.

f. Posibles problemas de cumplimiento de un régimen de por vida con drenaje postural en casa y prevención de las infecciones pulmonares.

3. Objetivos generales del tratamiento y plan de asistencia[8,21,25,29-32]

Objetivos del tratamiento	***Plan de asistencia***
a. Prevenir la acumulación de secreciones e infecciones pulmonares.	a. Programa diario de drenaje postural en casa; por lo general 2 veces al día, si no hay problemas pulmonares agudos; empleo de broncodilatadores.
b. Reducción de la viscosidad de las secreciones.	b. Humidificación, hidratación adecuada, y terapia intermitente con aerosoles.
c. Prevenir el uso de los músculos accesorios de la respiración.	c. Respiración diafragmática, expansión costolateral, y fortalecimiento de los músculos de la inspiración.
	La práctica y uso diarios de la respiración profunda durante el drenaje postural es importante. Se hace hincapié en la espiración *relajada* para que no haya broncospasmo y aire atrapado.
d. Eliminar las secreciones y las infecciones agudas.	d. Drenaje postural 4 veces al día o más tiempo, según necesidad.
	Empleo adecuado de antibióticos.
e. Aumento de la tolerancia al ejercicio y la resistencia física en las actividades funcionales.	e. Ejercicios graduados de preparación física y resistencia física (ver capítulo 4).

NOTA: La clave del tratamiento preventivo de éxito para complicaciones de la fibrosis quística a lo largo de muchos años es un programa en casa consistente y drenaje postural. Esto requiere una atmósfera familiar de cooperación y apoyo.

III. Revisión de los trastornos pulmonares restrictivos

A. Definición

Las neumopatías restrictivas se caracterizan por la incapacidad de los pulmones para expandirse por completo como resultado de una restricción extrapulmonar o pulmonar.[2,6,12]

1. El volumen sistólico, las capacidades inspiratoria y vital, y la capacidad pulmonar total disminuyen.

2. Suele aumentar la frecuencia respiratoria (taquipnea).

3. En el caso de trastornos pulmonares restrictivos, es muy difícil que el paciente respire hondo.

B. Causas de los trastornos pulmonares restrictivos[2,6,8,12]

1. Restricciones extrapulmonares

a. Pleuropatía (derrame pleural).

b. Lesiones o rigidez de la pared torácica.

(1) Dolor en la pared torácica secundario a un traumatismo, como una herida penetrante en el tórax o una fractura costal, o cirugía torácica.

(2) Anomalía estructural (escleredema, tórax en embudo).

(3) Deformidades posturales (escoliosis, cifosis, espondilitis anquilosante).

c. Debilidad de los músculos respiratorios.

(1) Enfermedad o disfunción neuromusculares (distrofia muscular, síndrome de Guillain-Barré, enfermedad de Parkinson).

(2) Depresión o lesión del SNC (sobredosis medicamentosa, lesión medular muy alta).

d. Excursión insuficiente del diafragma por obesidad o ascitis.

2. Restricciones pulmonares

a. Enfermedades de la pleura y el parénquima pulmonares.

(1) Tumor.

(2) Fibrosis pulmonar intersticial.

(a) Silicosis.

(b) Asbestosis.

(c) Neumonía.

(d) Sarcoidosis.

(e) Tuberculosis.

(3) Atelectasia.

(4) Derrame pleural.

b. Trastornos de origen cardiovascular.

(1) Edema pulmonar.

(2) Embolia pulmonar.

c. Desarrollo inadecuado o anormal de los pulmones: síndrome de la membrana hialina.

d. Envejecimiento normal.

C. Cambios asociados con trastornos restrictivos[2,6,8,12]

1. Reducción de la distensibilidad pulmonar.

a. Inflamación crónica y fibrosis (espesamiento de los alvéolos, bronquiolos o pleura).

b. Reducción de la movilidad de la pared torácica.

2. Volúmenes y capacidades anormales de los pulmones (fig. 20.5).

3. Aumento del esfuerzo respiratorio.

4. Reducción de los gases en la sangre arterial (hipoxemia).

5. Congestión pulmonar.

D. Deterioros/problemas de pacientes con trastornos restrictivos[2,6,8,12]

1. Disnea y aumento de la frecuencia respiratoria (taquipnea).

2. Incapacidad para respirar hondo.

3. Aumento del uso de los músculos accesorios de la respiración.

4. Tos ineficaz, a veces productiva.

5. Reducción de la movilidad del tórax (primaria o secundaria).

6. Desviaciones posturales.

7. Fatiga de los músculos respiratorios.

8. Debilidad y fatiga generales.

9. Pérdida de peso.

IV. Neumopatías restrictivas específicas

A. Postoracotomía

Los pacientes con afecciones pulmonares o cardíacas que requieran intervención quirúrgica corren un riesgo alto de complicaciones pulmonares restrictivas, como atelectasia y neumonía, después de cirugía de tórax. La **toracotomía**, una incisión en la pared torácica, se requiere para gran variedad de operaciones pulmonares o cardíacas. Además de las complicaciones pulmonares, la toracotomía predispone al paciente a sufrir desviaciones posturales postoperatorias. Se ha reconocido durante muchos años que una higiene pulmonar eficaz, sobre todo los primeros días después de la operación, es un elemento auxiliar de la cirugía. Un programa cuidadosamente planificado de fisioterapia respiratoria *preoperatoria* y *postoperatoria* reduce al mínimo las complicaciones postoperatorias y restablece una función normal en estos pacientes.[6,10,18,22]

NOTA: Los pacientes que son operados en la porción superior del abdomen también corren un gran riesgo de desarrollar complicaciones pulmonares postoperatorias. El dolor postoperatorio es a menudo mayor tras este tipo de operación que tras la cirugía torácica. Esto causa hipoventilación (la capacidad vital se reduce al 55 por ciento durante las primeras 24 a 48 horas después de la operación) y se aprecia una tos ineficaz, que hace que el paciente corra riesgo de desarrollar neumonía o atelectasia.[6,18] También se ha demostrado que un programa postoperatorio de fisioterapia respiratoria es beneficioso para estos pacientes.[18,22,24,33]

1. Cirugía pulmonar[6,18,24]

a. Razones para la operación.

(1) Tumores benignos o malignos.

(2) Abscesos pulmonares.

(3) Bronquiectasia.

(4) Tuberculosis.

(5) Anomalías de la pleura.

b. Tipos de cirugía.

(1) **Lobectomía.**

Ablación de uno o más lóbulos de los pulmones, por lo general como resultado de un carcinoma.

(2) **Neumonectomía.**

Ablación de todo el pulmón.

(3) **Resección segmentaria.**

Exéresis de un segmento de un lóbulo del pulmón, por lo general en el caso de tumores benignos, o un tejido enfermo secundario a bronquiectasia o tuberculosis.

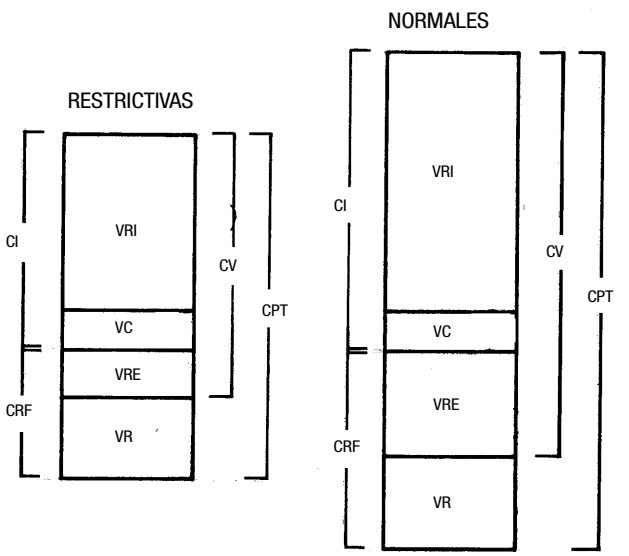


Figura 20.5. Volumen y capacidad normales de los pulmones comparados con otros anormales en pacientes con neumopatías restrictivas. (De Rothstein, J, Roy, A, y Wolf, SL: The Rehabilitation Specialist's Handbook. FA Davis, Philadelphia, 1991, pág. 604, reproducido con autorización.)

(4) **Pleurectomía.**

Incisión practicada en la pleura.

2. Cirugía cardíaca (a cielo abierto)[6,10,17,18,24]

a. Razones para la operación.

(1) Enfermedad coronaria.

(2) Insuficiencia de una válvula cardíaca y estenosis.

(3) Aneurisma.

(4) Anomalías congénitas del corazón.

(a) Defectos del tabique auricular o ventricular.

(b) Conducto arterioso permeable.

(5) Arritmias que requieren marcapasos.

b. Tipos de cirugía.

(1) Las operaciones cardíacas a cielo abierto, que se han practicado desde la década de 1950, requieren perfusión extracorpórea (circulación extracorpórea mediante una bomba). La cirugía cardíaca a cielo abierto comprende:

(a) Cirugía de derivación aortocoronaria, que constituye el 50 por ciento de todos los procedimientos quirúrgicos cardíacos a cielo abierto.

(b) Sustitución de las válvulas mitral, aórtica o tricúspide del corazón.

(c) Reparación de defectos del tabique auricular o ventricular y conducto arterioso permeable.

(d) Comisurotomía: desdoblamiento o corte de las comisuras de una válvula secundario a estenosis pulmonar.

(e) Aneurismectomía: corte, aproximación y resuturación de un aneurisma cardíaco.

(f) Implantación de un marcapasos.

(2) Cirugía de trasplante cardíaco.

3. Factores que aumentan el riesgo de complicaciones pulmonares y disfunciones pulmonares restrictivas tras cirugía pulmonar o cardíaca[6,11,16,18,19,24]

El paciente postoracotomía experimenta un dolor torácico considerable que provoca inmovilidad de la pared torácica, escasa distensión de los pulmones y tos ineficaz. Las secreciones pulmonares también tienden a ser superiores a lo normal después de la operación. Por tanto, es más probable que el paciente acumule secreciones pulmonares y desarrolle neumonía o atelectasia secundarias. Los factores que aumentan las complicaciones pulmonares postoperatorias son:

a. Anestesia general.

(1) Reduce la acción normal de los cilios del árbol traqueobronquial.

(2) Deprime el centro respiratorio del sistema nervioso central, lo que causa una patrón respiratorio superficial (reduce el volumen corriente y la capacidad vital).

(3) Deprime el reflejo tusígeno.

b. Intubación (inserción de una sonda endotraqueal o nasogástrica).

(1) Causa espasmos musculares e inmovilidad del tórax.

(2) Irrita la mucosa del árbol traqueobronquial y provoca un aumento de la producción de secreciones.

(3) Reduce la acción normal de los cilios del árbol traqueobronquial, lo que deriva en una acumulación de secreciones.

c. Dolor por la incisión.

(1) Causa rigidez muscular antálgica y reduce la distensibilidad de la pared torácica, lo cual, a su vez, genera un patrón respiratorio superficial. Se restringe la expansión de los pulmones y las secreciones no se movilizan adecuadamente.

(2) Restringe una tos profunda y eficaz. El paciente suele tener una tos superficial y débil que no moviliza ni aclara con eficacia las secreciones.

d. Analgésicos.

(1) Deprimen el centro respiratorio del sistema nervioso central.

(2) Reducen la acción normal de los cilios del árbol respiratorio.

e. La inactividad general y el reposo en cama después de la operación hacen que las secreciones se acumulen, sobre todo en los segmentos basilares posteriores de los lóbulos inferiores.

f. La debilidad y cansancio generales reducen la eficacia de la tos.

g. Otros factores de riesgo no relacionados directamente con la cirugía:

(1) La edad del paciente (más de 50 años).

(2) Historia de tabaquismo.

(3) Historia de EPOC o trastorno pulmonar restrictivo debido a debilidad neuromuscular.

(4) Obesidad.

(5) Escasa actividad mental y orientación.

4. Resumen de los deterioros/problemas en los pacientes postoracotomía[5,6,17,18,22,24]

a. Poca expansión pulmonar o incapacidad para respirar hondo por el dolor de la incisión.

b. Reducción de la eficacia de la tos por el dolor de la incisión y la irritación de garganta causada por la intubación.

c. Posible acumulación de secreciones pulmonares antes o después de la operación.

d. Reducción de la movilidad de la pared torácica y las extremidades superiores.

e. Alineamiento postural defectuoso debido al dolor de la incisión o a las sondas pleurales.

f. Aumento del riesgo de trombosis venosa profunda y embolia pulmonar por la perfusión extracorpórea (en pacientes sometidos a cirugía cardíaca a cielo abierto) o reposo en cama e incapacidad postoperatoria.

g. Debilidad y cansancio generales y desorientación.

5. Evaluación y tratamiento preoperatorios

a. La evaluación preoperatoria exhaustiva del paciente que se va a someter a cirugía pulmonar o cardíaca es un componente esencial de un plan integral de asistencia. Debe incluir una evaluación de:[6,17,18,24,28]

(1) El patrón respiratorio, la frecuencia respiratoria y la frecuencia cardíaca.

(2) Eficacia y productividad de la tos.

(3) Acumulación de secreciones y posible necesidad del drenaje postural.

(4) Amplitud del movimiento articular, sobre todo de los hombros.

(5) Postura y alineamiento del tronco.

b. Tratamiento preoperatorio y formación del paciente.

El período preoperatorio es un momento ideal para que el paciente se prepare física y psicológicamente para la operación y enseñarle actividades que deberá practicar durante los primeros días postoperatorios. Son posibles instrucciones:

(1) Una explicación general de lo que debe esperar después de la operación, como la localización de la incisión, el dolor incisional, la colocación y ubicación de sondas pleurales, la intubación endotraqueal, las sondas intravenosas, el catéter de Foley, una vía arterial, o electrodos y un monitor cardíacos.

(2) Formación sobre ejercicios respiratorios que hacen hincapié en la inspiración honda mediante:

(a) Respiración diafragmática con inspiraciones máximas sostenidas.

(b) Respiración basal lateral y posterior.

(3) Espirometría incentivada o adquisición de resistencia inspiratoria como complemento de los ejercicios de respiración profunda.

(4) Instrucción sobre una tos eficaz y una explicación de las técnicas de protección de la incisión.

(5) Eliminación de las secreciones acumuladas con drenaje postural total o modificado.

(6) Ejercicio de las extremidades inferiores para mantener la circulación y prevenir una trombosis venosa profunda o una embolia pulmonar.

(7) Alineamiento postural en la cama.

6. Cirugía torácica: consideraciones postoperatorias[5,6,11,16,24]

El paciente que ha sido sometido a una toracotomía por una afección pulmonar o cardíaca suele estar hospitalizado aproximadamente 1 semana. Además del problema pulmonar o cardíaco primario, como un cáncer, un absceso pulmonar o una enfermedad coronaria, el paciente puede presentar también problemas cardiopulmonares como angina de pecho, cardiopatía congestiva, bronquitis crónica o enfisema. El paciente con una larga historia de cardiopatía también tiene a veces problemas pulmonares como hipoxia, disnea por esfuerzo, ortopnea o congestión pulmonar. Si es éste el caso, la rehabilitación postoperatoria tal vez dure más y sea más complicada.

La mayoría de los pacientes que son sometidos a cirugía pulmonar presentan una gran incisión posterolateral, lateral o anterolateral en la pared torácica. El acceso posterolateral estándar (fig. 20.6), por ejemplo, se practica con una incisión en la pared torácica a lo largo del espacio intercostal que corresponde a la localización de la lesión pulmonar. La incisión divide posteriormente los músculos trapecio y romboides, y lateralmente el serrato anterior, el dorsal ancho y los intercostales internos y externos.

Después de la operación, la incisión es bastante dolorosa y el grado potencial de complicaciones pulmonares es significativo. Muchos pacientes, lo cual es comprensible, se quejan de dolor intenso en el hombro del lado operado. La pérdida de amplitud del movimiento del hombro y las desviaciones posturales son posibles por el trastorno de los grandes músculos del brazo y el tronco durante la operación.

La incisión más usada en la cirugía cardíaca es una *esternotomía mediana*. La incisión se extiende a lo largo de la pared anterior desde la horquilla del esternón hasta justo debajo de la apófisis xifoides. A continuación, el esternón se divide y retrae para dejar expuesta la cavidad torácica. Tras la conclusión del procedimiento quirúrgico, el esternón se cierra con suturas de acero inoxidable. Postoperatoriamente, el dolor incisional hoy en día es menor después de una esternotomía mediana que tras una toracotomía posterolateral, si bien la respiración profunda y la tos siguen siendo dolorosas. Después de una esternotomía mediana, el paciente tiende a estar encorvado y corre riesgo de desarrollar tirantez bilateral de los músculos pectorales.

La circulación extracorpórea mediante bomba de perfusión es necesaria durante la operación cardíaca a cielo abierto. Aunque la aparición de este tipo de bombas durante la década de 1950 revolucionó la cirugía cardíaca, la circulación extracorpórea también hace que los pacientes corran riesgo de sufrir complicaciones pulmonares o circulatorias postoperatorias. La hipoxia pulmonar se produce cuando la circulación al corazón y los pulmo-

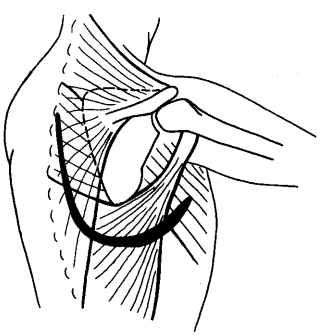


Figura 20.6. El acceso posterolateral usado habitualmente en la cirugía torácica requiere una incisión y divide los músculos trapecio, romboides, dorsal ancho, serrato anterior e intercostales internos y externos.

nes se deriva. Se producen con mayor frecuencia microembolias en el sistema vascular pulmonar con la perfusión extracorpórea.

Durante la cirugía cardíaca, se introduce una sonda endotraqueal y se mantiene en su sitio 1 día después de la operación para que el paciente se ventile mecánicamente durante las primeras 24 horas. El estado cardíaco del paciente se monitoriza constantemente mediante ECG.

Después de una toracotomía o una esternotomía mediana, se colocan una o dos sondas pleurales en el momento de la operación para prevenir un **neumotórax** o un **hemotórax**. Mientras permanecen colocadas estas sondas, hay que evitar pinzar, rizar o tirar de las sondas durante el tratamiento postoperatorio.

El paciente se cansa con facilidad durante los primeros días del período postoperatorio, por lo que las sesiones de tratamiento deben ser cortas pero frecuentes, por lo general 4 veces al día. La duración e intensidad del tratamiento han de ser lenta y gradualmente aumentadas durante la estancia en el hospital del paciente.

Se consultará con frecuencia la hoja clínica del paciente para reparar en los cambios diarios de los signos vitales, la temperatura y los resultados de las pruebas de laboratorio. Siempre se monitorizan los signos vitales como la frecuencia y el ritmo cardíacos, la frecuencia respiratoria y la tensión arterial antes, durante y después de cualquier sesión de tratamiento.

7. Objetivos generales del tratamiento y plan de asistencia*

Objetivos postoperatorios	***Plan de asistencia***
a. Determinar el estado del paciente antes de cada tratamiento.	a. Evaluar el color, la frecuencia respiratoria, la frecuencia cardíaca, los ruidos respiratorios, los esputos, el drenaje de las sondas pleurales y la orientación.
b. Favorecer la relajación y aliviar el dolor postoperatorio.	b. Posición del paciente en una posición reclinada (la cabecera de la cama elevada 30 grados y las caderas y las rodillas un poco flexionadas). Esta posición reduce la tracción sobre la incisión torácica. Se coordina el tratamiento con administración de analgésicos.
c. Mantener una ventilación adecuada y volver a expandir el tejido pulmonar para prevenir la atelectasia y la neumonía.	c. Iniciar los ejercicios de respiración profunda el día de la operación o en cuanto el paciente esté consciente; respiración diafragmática; expansión segmentaria. Se añade espirometría incentivada o ejercicios de resistencia inspiratoria para mejorar la capacidad inspiratoria. Se hace hincapié en una inspiración profunda que se aguanta de 3 a 5 segundos y luego se practica una espiración relajada. Siguen los ejercicios de respiración profunda después de la operación, con 6 a 10 respiraciones profundas consecutivas por hora, hasta que el paciente pueda andar.
d. Ayudar a eliminar las secreciones.	d. Iniciar una tos profunda y eficaz en cuanto el paciente esté despierto y pueda cooperar. ***Precaución***: Se protege adecuadamente la incisión con la mano o un cojín para reducir al mínimo el dolor incisional (ver figs. 19.19 y 19.20). Animar a una movilización temprana, p. ej., moverse en la cama, incorporarse en la cama, y de pie y caminando.

* Refs. 2, 6, 9, 16-29, 22, 24, 26, 33, 34.

Objetivos postoperatorios	***Plan de asistencia***
	Se inicia un drenaje postural modificado, *si fuera necesario*; el drenaje postural modificado tal vez sea necesario varios días después de la operación si se acumulan secreciones. Si la exploración radiológica y los ruidos respiratorios son normales, y si el paciente respira hondo y tose con eficacia, no será necesario el drenaje postural. ***Precauciones***: Se modifican las posiciones del drenaje postural en que se coloca al paciente para reducir la tensión en la incisión. Hay que evitar la posición declinada hasta que se hayan quitado las sondas pleurales. Se tendrá mucho cuidado cuando se dé la vuelta al paciente (empleo del rolado). Se evitará la tracción o presión sobre las sondas pleurales y la percusión cerca del lugar de la incisión.
e. Mantener una circulación adecuada de las extremidades inferiores para prevenir la trombosis venosa profunda y la embolia pulmonar.	e. Se inician ejercicios activos para las extremidades inferiores, haciendo hincapié en los ejercicios de acción de bombeo de la musculatura del tobillo el primer día después de la operación. Siguen los ejercicios con las piernas hasta que el paciente se levante de la cama y pueda andar.
f. Mantener la amplitud del movimiento de los hombros. .	f. Iniciar los ejercicios de relajación del área del hombro el primer día después de la operación, p. ej., encogerse de hombros y movimientos circulares con los hombros. Se inicia la amplitud activa-asistida del movimiento de los hombros, teniendo cuidado de no causar dolor. **NOTA**: Hay que asegurar al paciente que los movimientos suaves no trastornarán la incisión. Se pasará a ejercicios activos del hombro durante los siguientes días postoperatorios según la tolerancia del paciente hasta conseguir la amplitud completa del movimiento activo. ***Precaución***: En el caso de pacientes con una incisión lateral, para prevenir que se salga una sonda pleural, se limita la flexión del hombro del costado operado a 90 grados durante varios días hasta que se quite la sonda pleural.
g. Prevenir defectos posturales.	g. Reforzar el alineamiento simétrico y la posición del tronco el primer día postoperatorio cuando el paciente guarde cama. **NOTA**: El paciente tenderá a inclinarse hacia el lado de la incisión. Se enseñará al paciente una postura sedente simétrica para incorporarse en una silla o en el costado de la cama.
h. Restablecer la tolerancia al ejercicio.	h. Iniciar una deambulación progresiva y gradual en un programa de bicicleta estática en cuanto se quiten las sondas pleurales y el paciente pueda levantarse de la cama.

B. Neumonía

La **neumonía** es una inflamación del parénquima pulmonar, que se caracteriza por consolidación y exudación, y está causada por una infección bacteriana o vírica de las vías respiratorias inferiores.[2,6,10,14] La fisioterapia respiratoria, cuando se aplica apropiadamente junto con antibióticos y modalidades respiratorias, puede ser un aspecto importante del tratamiento integral del paciente con neumonía. Los pacientes con neumopatía obstructiva como bronquitis crónica, enfisema y fibrosis quística; los pacientes sometidos recientemente a cirugía; los pacientes en coma, y los pacientes con vías respiratorias artificiales corren un riesgo concreto de sufrir neumonía. Siempre que sea posible, se recurrirá a la fisioterapia respiratoria para *prevenir* la neumonía en estos pacientes.

1. Clasificaciones de la neumonía

a. Por la localización anatómica.

(1) B*ronconeumonía*.

Inflamación del árbol respiratorio.

(a) Frecuente en el paciente postoperatorio, sobre todo con antecedentes patológicos de bronquitis crónica.

(b) Se caracteriza por una tos productiva y cantidades copiosas de esputo purulento. Por lo general, no hay dolor durante las inspiraciones profundas, ni tos ni consolidación o derrame pleural.

(c) Lo indicado es una fisioterapia respiratoria temprana y vigorosa.

(2) N*eumonía lobular aguda*.

Inflamación de todo un lóbulo o lóbulos del pulmón, a menudo causada por una infección por neumococos.

(a) No es corriente hoy en día por la eficacia de la quimioterapia.

(b) Se caracteriza por fiebre y consolidación pulmonar; disnea; una tos improductiva durante los estadios iniciales y dolor torácico localizado y agudo durante la inspiración profunda o la tos. En el estadio posterior, cuando el dolor y la fiebre remiten y se reduce la consolidación, la tos se vuelve productiva y se expectora esputo de color óxido.

(c) En el estadio agudo inicial, la fisioterapia respiratoria debe consistir en una respiración profunda y relajada, localizada en el área de la afectación para movilizar las secreciones. El paciente tal vez esté asistido con respiración con presión positiva intermitente durante los ejercicios respiratorios. La percusión no debe practicarse debido al dolor.

(d) En los estadios posteriores, cuando la tos se vuelve productiva y remite el dolor, puede practicarse drenaje postural con percusión en las áreas afectadas.

(3) N*eumonía segmentaria*.

Localizada en uno o dos segmentos pequeños de un lóbulo.

b. Por los organismos causales.

(1) N*eumonía vírica*.

(a) Fiebre, disnea y una tos crónica improductiva.

(b) Fisioterapia respiratoria con ejercicios de respiración profunda.

(c) El drenaje postural con percusión no se practica porque no hay secreciones.

(2) N*eumonía bacteriana*.

(a) Fiebre, disnea, taquipnea y una tos productiva con esputo de color óxido.

(b) La fisioterapia torácica se inicia pronto y de modo vigoroso, con énfasis en la respiración honda, el drenaje postural con percusión y cambios frecuentes de posición.

2. Objetivos generales del tratamiento y plan de asistencia[2,6,10,14]

Objetivos del tratamiento	***Plan de asistencia***
a. Control de la infección.	a. Empleo de medicamentos apropiados, por lo general antibióticos.
b. Mantener o mejorar la ventilación.	b. Ejercicios de respiración profunda, localizados en el área de afectación.
	Oxigenoterapia y uso temporal de la ventilación mecánica.
	Cambios frecuentes de postura del paciente dentro y fuera de la cama.
c. Movilizar las secreciones cuando se reduce la consolidación y el dolor, y la tos es productiva.	c. Drenaje postural con percusión y vibración en las áreas afectadas.
	Tos eficaz: se asegura que la tos sea profunda y controlada.
	Técnicas de tos asistidas cuando sea necesario.
	Humidificación adecuada.

3. Precauciones

a. El drenaje postural debe usarse sólo en pacientes con aumento de la producción de secreciones, acumulación de secreciones y tos productiva.

b. La percusión y la vibración no deben usarse en pacientes que experimenten mucho dolor pleural al toser o durante inspiraciones profundas.

C. Atelectasia

La **atelectasia** es una disfunción pulmonar restrictiva en la que los lóbulos o segmentos de un lóbulo pulmonar han sufrido un colapso. El tejido pulmonar puede sufrir un colapso por aumento de la presión sobre los pulmones por neumotórax, hemotórax o un aumento del líquido pleural. La obstrucción de las vías respiratorias por secreciones anormales y tumor puede provocar el colapso del tejido pulmonar distal a la obstrucción. [13,35]

1. Resumen del cuadro clínico y las deficiencias/problemas

a. Ausencia de ruidos respiratorios sobre el área pulmonar del colapso.

b. Taquipnea; cianosis.

c. Reducción del movimiento torácico en el área afectada.

d. La atelectasia es propensa a desarrollarse en pacientes con acumulación de secreciones y una tos escasa después de intubación y cirugía torácica.

2. Objetivos generales del tratamiento y plan de asistencia

Objetivos del tratamiento

a. Se distienden las áreas del pulmón colapsadas.

b. Aumento de la capacidad inspiratoria.

Plan de asistencia

a. Drenaje postural con percusión y vibración para eliminar las secreciones.

b. Respiración segmentaria con énfasis sobre las áreas colapsadas.

Protección para reducir el dolor.

Iniciar una espirometría incentivada con inspiraciones profundas que se aguantan de 3 a 5 segundos.

V. Resumen

Este capítulo ha ofrecido información general sobre los trastornos y enfermedades pulmonares obstructivas y restrictivas. Se han expuesto las causas y deterioros físicos asociados con enfermedades obstructivas como bronquitis crónica, enfisema, asma, fibrosis quística y bronquiectasia. También han sido objeto de estudio las causas y deterioros físicos de los pacientes con trastornos pulmonares restrictivos y disfunción. Se ha hecho especial hincapié en los problemas físicos y respiratorios del paciente sometido a cirugía torácica y cardíaca.

También se ha procedido a una enumeración de los objetivos del tratamiento y las pautas y precauciones para el tratamiento terapéutico. Remitimos al lector al capítulo 19 donde aparecen detalles específicos sobre la fisioterapia respiratoria, como son ejercicios respiratorios, drenaje postural y ejercicios para la movilidad torácica.

Bibliografía

1. American Thoracic Society: "Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and asthma". *Am Rev Respir Dis* 136:225-244, 1987.
2. Brannon, FJ, y otros: *Cardiopulmonary Rehabilitation. Basic Theory and Application*, ed 2. PA Davis, Filadelfia, 1993.
3. Busch, AJ, y McClements, JD: "Effects of supervised home exercise program on patients with severe chronic obstructive pulmonary disease". *Phys Ther* 68:469, 1988.
4. Casciari, RJ, y otros: "Effects of breathing retraining in patients with chronic obstructive pulmonary disease". *Chest* 79:393, 1981.
5. Clough, P: "Physical therapy management of the post-thoracotomy shoulder". *Cardiopulmonary Section Quarterly, American Physical Therapy Association* 3:7, 1982.
6. Clough, P: "Restrictive lung dysfunction". En Hillegass, EA, y Sadowsky, HS (eds): *Essentials of Cardiopulmonary Physical Therapy*. WB Saunders, Filadelfia, 1994.
7. Davis, PB: "Cystic fibrosis. A major cause of obstructive airway disease in the young". En Cherniak, NS (ed); *Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. WB Saunders, Filadelfia, 1991.
8. DeCesare, JA, Graybill-Tucker, CA, y Gould, AL: "Physical Therapy for the child with respiratory dysfunction". En Irwin, S, y Tecklin, JS (eds): *Cardiopulmonary Physical Therapy*, ed 3. Mosby-Year Book, St Louis, 1995.
9. Dull, JL, y Dull, WL: "Are maximal inspiratory breathing exercises or incentive spirometry better than early mobilization after cardiopulmonary bypass?" *Phys Ther* 63:655-659, 1983.
10. Glaskell, DV, y Webber, BA: *The Brompton Hospital Guide to Chest Physiotherapy*, ed 4. CV Mosby, St Louis, 1981.
11. Gless Williams, y otros: *Thoracic and Cardiovascular Surgery*, ed 4. Appleton-Century-Crofts, Nueva York, 1983.
12. Gold, W: "Restrictive lung disease". *Journal of the American Physical Therapy Association* 48:455, 1968.
13. Hammon, WE: "Pathophysiology in chronic pulmonary disease". En Frownfelter, D (ed): *Physical Therapy and Pulmonary Rehabilitation*, ed. 2. Year Book Medical Publishers, Chicago, 1987.
14. Hobson, L: "Viral and bacterial pneumonia". En Frownfelter, D (ed): *Chest Physical Therapy and Pulmonary Rehabilitation*, ed 2. Year Book Medical Publishers, Chicago, 1987.
15. Hodgkins, JE: "The scientific status of chest physiotherapy". *Respiratory Care* 26:657, 1981.
16. Horwath, PT: *Care of the Cardiac Surgery Patient*. Wiley, Nueva York, 1984.
17. Howell, S, y Hill, JD: "Chest physical therapy procedures in open heart surgery". *Phys Ther* 58:1205, 1978.
18. Imler, PC: "Physical therapy for patients with cardiac, thoracic or abdominal conditions following surgery or trauma". En Irwin, S, y Tecklin, JS (eds): *Cardiopulmonary Physical Therapy*, ed 3. Mosby-Year Book, St Louis, 1995.
19. Kigin, CM: "Physical therapy for the postoperative or traumatic injury patient". *Phys Ther* 61:1724, 1981.
20. Lane, C: COPD: "The effects of training". Cardiopulmonary Section Quarterly, *Journal of the American Physical Therapy Association* 1:2, 1980.
21. Orenstein, DM, y Nixon, PA: "Exercise in cystic fibrosis". En Torg, JS, Welsh, RE, y Shephard, RJ (eds): *Current Therapy in Sports Medicine*, Vol 2. BC Decker, Toronto, 1990.
22. Perlstein, MF, y Matthews, F: "Cardiovascular and thoracic surgery". En Frowofelter, D (ed): *Chest Physical Therapy and Pulmonary Rehabilitation*, ed 2. Year Book Medical Publishers, Chicago, 1987.
23. Petty, T: "Diagnosis and treatment of chronic obstructive pulmonary disease". *Chest* 97:1S-33S, 1990.
24. Sadowsky, HS: "Thoracic surgical procedures, monitoring and support equipment". En Hillegass, EA, y Sadowsky, HS (eds): *Essentials of Cardiopulmonary Physical Therapy*. WB Saunders, Filadelfia, 1994.
25. Sawyer, E, y Clanton, TL: "Improved pulmonary function and exercise tolerance with inspiratory muscle conditioning in children with cystic fibrosis". *Chest* 104:1490-1497, 1993.
26. Shaffer, T, Wolfson, M, y Bhutoni, VK: "Respiratory muscle function, assessment and training". *Phys Ther* 61:1711, 1981.
27. Simpson, L: "Effect of increased abdominal muscle strength on forced vital capacity and forced expiratory volume". *Phys Ther* 63:334, 1983.
28. Stein, M, y Cassara, FL: "Preoperative pulmonary evaluation and therapy for surgery patients". JAMA 211:787, 1962.
29. Tecklin, J, y Holsclaw, D: "Cystic fibrosis and the role

of the physical therapist in its management". *Phys Ther* 53:386, 1973.

30. Tecklin, J, y Holsclaw, DS: "Evaluation of bronchial drainage in patients with cystic fibrosis". *Phys Ther* 55:1081,1975.
31. Tecklin, J: *Pediatric Physical Therapy*, ed 2. JB Lippincott, Filadelfia, 1994.
32. Tecklin, J: "Physical therapy for children with chronic lung disease". *Phys Ther* 61:1774, 1981.
33. Thomas, JA, y McIntosh, JM: "Are incentive spirometry, intermittent positive pressure breathing and deep breathing exercises effective in the prevention of postoperative pulmonary complications after upper abdominal surgery? A systematic overview and meta-analysis". *Phys Ther* 74:3-10, 1994.
34. Vraciu, JK, y Vraciu, R: "Effectiveness of breathing exercises in preventing pulmonary complications following open heart surgery". *Phys Ther* 57:1367, 1977.
35. Whol, ME: "Atelectasis". *Journal of the American Physical Therapy Association* 48:472, 1968.

Capítulo

21

Análisis crítico de los programas de ejercicio

Dos son los temas que hay que abordar cuando se crea una programa equilibrado de ejercicios: los objetivos y clases de ejercicio que componen un programa bien diseñado, y el cumplimiento dentro de un marco de seguridad y eficacia de los objetivos pretendidos. Hay que tener en cuenta el estado del paciente: su edad, cualquier lesión previa, deformidad o disfunción, así como cualquier riesgo potencial por enfermedad.

La información sobre la práctica de ejercicios se puede hallar en todas partes: revistas de divulgación, revistas de salud y deporte, en la televisión, en cintas de vídeo, y en libros. Estas prácticas están pensadas para todos; desde médicos a estrellas de cine, tanto con asesoramiento como no de profesionales del ejercicio. Personas bien intencionadas recomiendan a otras tablas de ejercicio para estirar, tonificar, fortalecer el cuerpo, para prepararse para esto o aquello, para adelgazar o aumentar el volumen corporal. La mayoría de las personas participan en un momento u otro en algún programa supervisado de ejercicio, quizás en un cetro educativo o en un club deportivo o en la YMCA (Young Men's Christian Association). En la actualidad, con la popularidad del aeróbic y los programas de ejercicio, muchas personas con buenas intenciones prueban varios tipos de ejercicio sin preparación ni asesoramiento adecuados para terminar con dolores de espalda, dolores articulares o en las piernas; con distensiones musculares, o agujetas por el ejercicio excesivo o por hacerlo incorrectamente. Así que se desaniman o se dan por vencidos, o bien perseveran hasta que se lesionan. La razón por la cual esto sucede se remonta a la observación de que algunos ejercicios elegidos no son biomecánicamente seguros para la fuerza, flexibilidad o nivel de resistencia de la persona que los hace o bien están equivocados para el fin con que se practican.

El fin de este capítulo es ayudar al lector a analizar críticamente los ejercicios de uso frecuente en cuanto a cómo deben usarse para evaluar problemas y cómo adaptarse para conseguir el objetivo deseado. La intención no es describir un protocolo ideal de ejercicios –ya que eso es imposible–, sino ayudar al lector a conseguir un objetivo de la forma más segura posible, para lo cual hay que adaptar los ejercicios al nivel individual de cada persona y equilibrarlos con otras actividades físicas adecuadas.

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, el lector podrá:

1. Buscar actividades específicas empleadas para probar y determinar si se están evaluando los factores apropiados con seguridad y correctamente.

2. Buscar ejercicios específicos y determinar si cumplen con seguridad los objetivos propuestos.

3. Identificar las ideas erróneas de los ejercicios y programas de ejercicio corrientes.

I. Diseño de un programa de ejercicio: ¿Por qué el ejercicio?

Hay muchas razones para hacer ejercicio. Una razón general es mejorar o mantener el bienestar físico. Otros motivos podrían ser prepararse para una prueba deportiva, aliviar la ansiedad, fortalecerse, adelgazar, o simplemente disfrutar de la interacción social con otras personas que hacen ejercicio. Sea cual fuere la razón, es importante elegir el programa de ejercicio que mejor cubra las necesidades de cada persona. El propósito perseguido o los objetivos del programa deben ser identificados. Son objetivos corrientes:

Aumentar la fuerza (ver capítulo 3).

Aumentar la resistencia (ver capítulo 4).

Aumentar la flexibilidad (ver capítulo 5).

Aumentar la destreza. Esto incluye coordinación, agilidad, equilibrio, sincronización y velocidad.

II. Establecimiento de un punto de referencia con el cual medir la mejora

Las pruebas realistas pueden servir de herramienta de motivación cuando se aprecian avances en la condición física. Los terapeutas emplean de modo rutinario pruebas musculares manuales [1,2,5,10] y otros medios objetivos como la lectura de tensiómetros y las lecturas de la producción de fuerza rotatoria isocinética con el fin de obtener una línea de base de la fuerza muscular. Las mediciones goniométricas tienen por finalidad establecer una línea de base de la amplitud del movimiento y la flexibilidad. [9,10] Estas pruebas siguen unos patrones estándar y se suelen aceptar como indicadores fiables de cambios, si bien no se abordarán aquí. Otras pruebas usadas habitualmente en los programas de ejercicio para grupos no son tan objetivas y pueden llevar a error. Las pruebas empleadas para medir la forma física y los programas de preparación tienen que someterse a examen planteándose las siguientes preguntas:

¿Valora la prueba en cuestión la función o el músculo deseado?

¿Mejoran los resultados de la prueba a medida que mejora la función muscular?

¿Es la prueba segura desde el punto de vista biomecánico?

A. Probar la fuerza

Un método corriente consiste en repetir una actividad vigorosa hasta que se canse la persona. Las mejoras de la fuerza se aprecian a medida que aumenta el número de repeticiones. Es éste un método satisfactorio para poner a prueba la fuerza siempre y cuando se acepte que la resistencia también está relacionada con el número de repeticiones. Además, la prueba debe contar con varios grados de dificultad para que la persona se someta al nivel en que al menos consiga una repetición ejecutada con seguridad y correctamente. Entonces, a medida que aumenta la capacidad, la mejora se apreciará primero de todo en el aumento del número de repeticiones, y luego en la progresión hasta el siguiente nivel de dificultad con un número menor de repeticiones.

1. En los programas de ejercicio populares la fuerza suele evaluarse haciendo que los participantes practiquen una actividad en la que el peso del cuerpo actúe como resistencia.

a. Las flexiones de abdominales y las elevaciones de las piernas extendidas se emplean para probar la fuerza de los músculos abdominales.

b. Las flexiones de brazos y mentones se emplean para probar la fuerza de los músculos de los brazos.

c. Las elevaciones de piernas y tórax en decúbito prono se emplean para probar la fuerza de los músculos de la espalda.

d. Las actividades de salto se emplean para probar la fuerza de las piernas.

e. El lanzamiento de pelota se utiliza para probar la fuerza de los brazos.

2. Si estas actividades no se realizan correctamente, pueden ser inseguras desde el punto de vista biomecánico, o puede que no sometan a prueba los músculos deseados. Si se sigue practicando como ejercicio, no se fortalecerán los músculos adecuados o las estructuras sustentantes se someterán a estrés y sufrirán daños. Si una persona no puede realizar una prueba, no se podrá medir el progreso durante las fases iniciales del programa; habrá que recurrir a una prueba sencilla. Otras actividades distintas de las enumeradas aquí también pueden usarse para la prueba de fuerza, aunque se analizarán con el fin de ejemplificar lo que es necesario considerar al elegir una actividad para la prueba.

a. A*nálisis de las flexiones de abdominales como prueba de la fuerza abdominal*

(1) Para aislar los músculos abdominales como los flexores del tronco, hay que elevar el tronco, sin arquear la espalda, e incorporar el tronco hasta que el tórax se levante del suelo. Una vez que el tórax se eleva del suelo,

el resto del movimiento consiste en la flexión de las caderas, para lo cual se recurre sobre todo a la acción de los músculos flexores de la cadera.[4] Si se permite que la espalda se arquee, es posible que la flexión se efectúe sin participación de los músculos abdominales por acción inversa del músculo iliopsoas (flexor de la cadera). Además, fijar los pies e incorporarse en toda la amplitud del tronco favorece la acción inversa de los flexores de la cadera, más que la contracción de los abdominales y, por tanto, no debe hacerse cuando se someta a prueba la fuerza abdominal.

(2) Caderas y rodillas adoptan una posición de flexión parcial para que no se estiren los músculos iliopsoas y sartorio, permitiendo que gire la pelvis en sentido posterior mientras se contraen los abdominales.[4] Esto no inhibe ni reduce la acción de los flexores de las caderas como comúnmente se cree.

(3) La posición de los brazos y manos varía la resistencia y, por tanto, la dificultad de la actividad. La posición más fácil es con las manos a lo largo del tronco, la siguiente posición en dificultad es con las manos sobre el pecho y la más difícil es con las manos detrás de la cabeza. Si la persona no puede realizar la flexión con los brazos a los lados, se reparará hasta qué punto levanta el tronco durante la flexión (sólo la cabeza; la cabeza y los hombros; o la cabeza, los hombros y la porción superior del tórax).

(4) No se debe aprovechar la inercia moviendo los brazos ni dar un tirón impulsor con el tronco al practicar la flexión de abdominales.

b. A*nálisis de la elevación bilateral de las piernas extendidas como prueba de la fuerza abdominal*.

(1) Para probar la fuerza de los músculos abdominales en esta actividad, la espalda debe mantenerse plana y no arquearse.[4] Si la espalda se arquea, significa que los músculos abdominales no tienen fuerza suficiente para estabilizar la pelvis y la columna lumbar ante la tracción de los músculos iliopsoas. Elevar y bajar las piernas puede hacerse sólo con la acción de los músculos iliopsoas. Las personas con la región lumbar hipermóvil o inestable tal vez se quejen de lumbalgia aunque la pelvis esté estabilizada por los abdominales debido a la fuerza de cizallamiento que soportan las vértebras por la tracción del músculo psoas mayor. Es una prueba o un ejercicio poco seguros para estas personas. Colocar las manos bajo la pelvis con fines de estabilización ayuda a los abdominales y, por tanto, elimina la validez de esta prueba.

(2) Se consigue una resistencia máxima de las piernas cuando éstas están en la horizontal (levantadas un poco del suelo).

(3) Para emplear esta actividad como prueba de la fuerza de los abdominales inferiores, se empieza con la resistencia de las piernas en la posición menos estresante, para lo cual se flexionan 90 grados ambas caderas y se extienden las rodillas; se ordena a la persona que mantenga la espalda plana sobre la colchoneta mientras las piernas bajan con lentitud. Cuando la espalda comience a arquearse, hay que reparar en el ángulo de las piernas respecto al suelo como la resistencia máxima tolerada por los abdominales.[4]

(4) Una prueba alternativa de la fuerza de los músculos abdominales inferiores consiste en realizar repetidas retroversiones pélvicas mientras se mantiene las extremidades en la vertical adoptando 90 grados (ver fig. 15.26). Los abdominales inferiores tienen que elevar el peso de las piernas en toda la amplitud del movimiento de las pelvis más que estabilizarlas contra el brazo de palanca del peso de las piernas como en la prueba de elevación de las piernas rectas. La puntuación depende del número de repeticiones completadas.

c. A*nálisis de las flexiones de brazos como prueba de fuerza de las extremidades superiores*.

(1) Para realizar con eficacia una flexión de brazos, la persona no sólo debe tener suficiente fuerza en las extremidades superiores, sino también en los músculos del tronco, caderas y rodillas con el fin de mantener una estructura rígida durante el levantamiento. Si la persona puede mantener el tronco y las extremidades inferiores en línea, entonces el tríceps y el pectoral mayor se convierten en los agonistas de la actividad. Esta actividad se modifica dejando que se doblen las rodillas con el fin de que no sea tanto el peso que se levanta.

(2) El principal problema de esta actividad como prueba es que muchas personas no mantienen la postura isométrica del tronco y las extremidades inferiores, o no tienen fuerza suficiente en los brazos para realizar incluso una flexión. Por tanto, resulta difícil o imposible medir el progreso de las personas más débiles, motivo por el cual es una prueba que sirve para personas en cierta forma física. Un nivel más sencillo consiste en realizar las flexiones contra una pared o barra situada a nivel de los hombros. Para aumentar la dificultad (contrarresistencia), se alejan los pies de la pared o se baja la barra, hasta que la persona se halle cerca de la horizontal y pueda practicar las flexiones en el suelo.

(3) La posición de las manos respecto a los hombros también afecta a la dificultad de esta actividad. Es más difícil practicarla con las manos directamente bajo los hombros que con las manos separadas a los lados. Las manos siempre deben estar colocadas en la misma posición.

d. A*nálisis de los mentones como prueba de fuerza de los brazos*.

(1) Esta prueba requiere que los músculos extensores de los hombros, los flexores de los codos y los flexores de los dedos levanten el peso del cuerpo. Si la actividad

se practica con los antebrazos en supinación, la flexión de los codos se produce sobre todo por acción del músculo bíceps braquial; si se realiza con los antebrazos en pronación, el bíceps pierde su ventaja funcional y la flexión depende sobre todo por la acción del músculo braquial.

(2) Cualquiera de estas posiciones es difícil para personas poco entrenadas; para los que no puedan completar ni siquiera un mentón, hay que optar por una prueba más fácil. Los mentones modificados requieren el uso de una barra ajustable. La posición más sencilla es con la barra a la altura de los hombros. La persona se sostiene de la barra y se inclina hacia atrás, manteniendo los pies en el suelo; a continuación, acerca el cuerpo hacia la barra hasta que el pecho la toque y luego deja que el cuerpo vuelva a la posición inicial. Para aumentar la dificultad de la actividad, se baja la altura de la barra y el sujeto cuelga el peso del cuerpo extendido bajo la barra, con los pies todavía en el suelo. A medida que aumente la fuerza, la prueba podrá hacerse en la posición estándar en la que se eleva todo el peso del cuerpo.

e. A*nálisis de las elevaciones del tórax en decúbito prono para probar la fuerza de los extensores de la espalda*.

(1) Con la persona en decúbito prono y las manos detrás de la cabeza, se extiende la columna sólo si alguien mantiene las piernas contra el suelo, o bien las piernas y el tórax se elevarán del suelo, lo cual hará más difícil la actividad.

(2) Con las piernas estabilizadas, la mayoría de las personas pueden elevar el tórax del suelo; si la persona es muy débil, la prueba reduce su dificultad colocando los brazos a lo largo del tronco en vez de detrás de la cabeza. Esta actividad exige fuerza de los extensores del cuello y el tórax así como de los aductores de la escápula para mantener la porción superior de la columna y los hombros en su sitio mientras se extiende la porción inferior de la espalda. La debilidad de cualquiera de estas áreas volverá más difícil la prueba.

f. A*nálisis de las elevaciones de piernas en decúbito prono para probar la fuerza de los extensores de la espalda*.

(1) Para practicar esta prueba, alguien debe mantener el tórax del sujeto contra el suelo, o también se levantará y hará más difícil la actividad.

(2) Esta actividad requiere fuerza de los músculos extensores de la cadera para mantener las caderas extendidas. Tal vez sea difícil de realizar si los extensores de la espalda son débiles porque el brazo de palanca largo de las piernas. Para quienes no puedan hacerlo, se reduce la resistencia del brazo de palanca flexionando las rodillas.

g. A*nálisis de las actividades de salto de altura o longitud como prueba de la fuerza de las piernas*.

(1) Para saltar, el sujeto debe tener fuerza en los músculos sóleo y gastrocnemio que generan la flexión plantar del tobillo.

(2) Debe establecerse si el paciente puede correr antes de saltar, ya que proporciona inercia adicional al cuerpo.

(3) La prueba debe integrar a los músculos antigravedad de toda la extremidad inferior como cuando se practica la prueba de subir escalones. Esta prueba requiere el uso del cuádriceps para la extensión de las rodillas, y el glúteo mayor y los isquiotibiales para la extensión de las caderas. Para prevenir movimientos extraños de sustitución al levantar la pierna, el talón y los dedos deben estar apoyados en el suelo al mismo tiempo, y cuando el pie dominante se pose al descender, el talón debe caer antes que los dedos del pie. Además, para evitar los efectos de la inercia, no deben permitirse movimientos excesivos del tronco.

h. A*nálisis del lanzamiento de pelota como prueba de la fuerza de los brazos*.

(1) Esta actividad requiere que el sujeto no sólo tenga fuerza en la extremidad superior, sino también coordinación de los movimientos del tronco y las extremidades inferiores, así como destreza para una sincronización adecuada durante el aceleramiento y el acompañamiento. Un desequilibrio de la fuerza o flexibilidad de los músculos del hombro y el tronco también podría afectar una correcta ejecución.

(2) El sujeto debe recibir entrenamiento para coordinar correctamente la ejecución de esta actividad si se va a emplear como una medida de la fuerza.

B. Prueba de flexibilidad

El movimiento debe realizarse sin rebotes; el sujeto debe mantener la posición varios segundos. Por lo general, la flexibilidad es mayor tras un calentamiento de los tejidos. Para que sea uniforme y seguro, 15 minutos de actividad ligera deben preceder la prueba de flexibilidad.

1. En los programas populares de ejercicio, la flexibilidad suele probarse con una actividad: inclinación hacia delante y tocarse los dedos del pie en posición sedente o de pie. Su propósito es probar la fuerza de los músculos de la espalda y los isquiotibiales. Como esta actividad se suele emplear como prueba y ejercicio, sus errores serán objeto de exposición, dando prioridad a medios alternativos para medir la flexibilidad con mayor precisión.

a. La inclinación hacia delante y tocarse los dedos de los pies puede lograrse si la región lumbar, los isquiotibiales y la porción superior de la espalda son hiperflexibles, aunque una de las otras regiones esté tirante. Además, la longitud desproporcionada entre piernas, brazos y tronco puede facilitar esta actividad a algunos y volverla

más difícil a otros. La única forma de discernir la región tirante es observar el contorno de la espalda y la posición de la pelvis. Esto suele hacerse en programas de ejercicio para grupos y suele realizarse sólo por alguien entrenado para reconocer las variaciones del movimiento de las partes. El criterio común es lo cerca que la persona pone los dedos de la mano, y no qué región de la espalda o las piernas es más flexible o tirante. El peligro estriba en que, si se recurre a tocarse las puntas de los pies como ejercicio, la región hiperflexible seguirá siendo hipermóvil como compensación de la región tirante, por lo que la parte menos flexible no aumentará su flexibilidad. Si la persona se toca las puntas de los pies sentado con las piernas extendidas, se observará una tendencia a flexionar también en exceso la columna dorsal.

b. Existe la creencia de que la gente joven pierde flexibilidad por una vida dejada y ya no puede tocarse las puntas de los pies.[11] En un artículo clásico, Kendall aborda este problema y afirma:

Hay un período entre los 10 y 14 años en el que la mayoría de los niños no pueden tocarse las puntas de los pies sin doblar las rodillas. La incapacidad para realizar con éxito esta prueba se debe aparentemente a una discrepancia de la longitud del tronco y las piernas durante este período del crecimiento. Obligar o animar a que los niños lo logren puede ser dañino porque tal vez se produzca una flexibilidad indebida en la espalda.[4]

Los huesos largos crecen con rapidez durante la pubertad; la flexibilidad de los músculos no aumenta con la misma celeridad.[6] Estirar en exceso los músculos cuando están en proceso de elongación por el rápido crecimiento de los huesos puede provocar debilidad en los músculos sobreestirados. O es posible que el tendón se elongue y el tejido muscular no se adapte, lo cual debilitará el músculo.[3]

c. P*rueba realista de flexibilidad de los isquiotibiales*.

La pelvis debe estabilizarse y probar una pierna a la vez. El sujeto debe estar en decúbito supino, mantener una pierna extendida sobre el suelo y elevar la otra, manteniendo la rodilla extendida hasta el punto en que se sienta la tracción en la porción posterior del muslo. Se denomina elevación unilateral de las piernas extendidas. El tobillo puede adoptar flexión plantar para reducir al mínimo la tracción del músculo gastrocnemio posterior a la rodilla.

d. P*rueba de flexibilidad de la región lumbar.*

(1) El sujeto flexiona las caderas y rodillas y "se sienta sobre los talones" con las piernas debajo del tronco y coloca los brazos por encima de la cabeza en el suelo (fig. 21.1A). Además de los extensores de la espalda, esto también somete a prueba la flexibilidad del cuádriceps femoral, el glúteo mayor y los extensores del hombro.

(2) Si el sujeto no puede realizar la prueba por dolor de rodilla, una alternativa consiste en estabilizar la pelvis sentándose con las piernas cruzadas. Se estabiliza la porción superior de la espalda en extensión con ambas manos detrás de la cabeza y abriendo los codos hacia los lados. A continuación, se dobla hacia delante flexionando sólo la región lumbar, y no se permite la flexión del tórax.

2. También pueden practicarse otras pruebas de flexibilidad, sobre todo de regiones que tienden a ponerse tensas por posturas erróneas o desequilibrios musculares. Posibles sugerencias:

a. F*lexibilidad de los protractores de la escápula*.

Prueba para determinar si una persona puede o no tumbarse en decúbito supino con las manos detrás del cuello y luego hacer descender los codos hacia la colchoneta.

b. F*lexibilidad de los extensores superiores cortos del cuello*.

Prueba para determinar si la persona puede o no tumbarse en decúbito supino y mantener la columna cervical casi plana sobre la colchoneta.

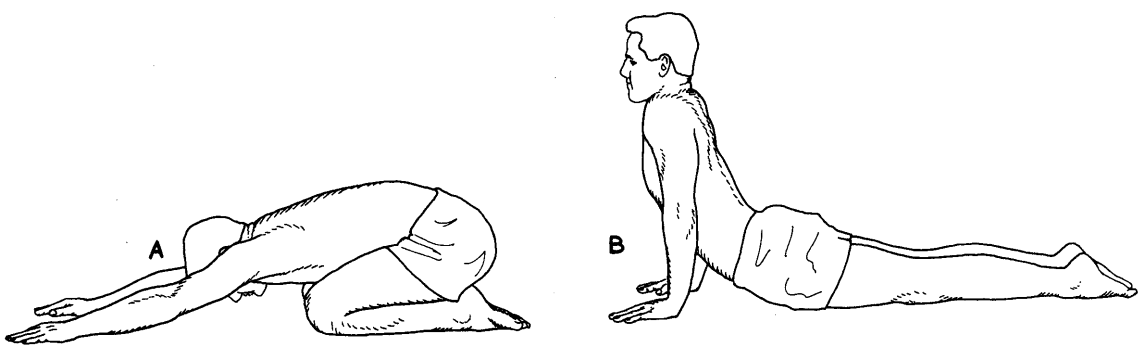


Figura 21.1. (A) Posición de la prueba para observar la flexibilidad lumbosacra, y de los músculos glúteo mayor, cuádriceps femoral y extensores del hombro. (B) Posición de la prueba para observar la flexibilidad del tronco y los flexores de la cadera. El paciente pasa de la posición A a B y vuelve a la posición A. Se observa la armonía del movimiento además de la flexibilidad.

c. *Flexibilidad de los flexores del tronco y las caderas*.

Prueba para determinar si la persona puede o no tumbarse en decúbito prono, presionar luego el tórax hacia arriba (como en una flexión de abdominales) mientras mantiene la pelvis en el suelo. Las manos deben colocarse debajo de los hombros, no a los lados o delante (fig. 21.1B).

d. *Flexibilidad de los flexores plantares del tobillo*.

Prueba para determinar hasta qué punto una persona puede lograr la dorsiflexión de los tobillos sentado con las rodillas extendidas.

C. Probar la resistencia física

1. Probar la resistencia muscular local

Numerosas repeticiones de movimientos sin resistencia hasta que los músculos se cansen. Se cuenta el número de repeticiones.

2. Probar la capacidad cardiovascular

El método más sencillo consiste en que el paciente realice una actividad repetida y controlada con el cuerpo durante un período de tiempo y compruebe la frecuencia cardíaca. A medida que aumente la resistencia física en la actividad, disminuirá la frecuencia cardíaca en reposo. Dados los potenciales riesgos físicos, remitimos al lector a los procedimientos completos y precauciones expuestas en el capítulo 4.

3. En algunos procedimientos se emplea la velocidad para medir la resistencia física

La velocidad puede influir en la resistencia física, si bien la destreza, la agilidad y la coordinación son necesarias para realizar una actividad con velocidad y, por tanto, ésta no es un indicador real de la resistencia física.

D. Prueba de destreza

La destreza requiere coordinación, agilidad, equilibrio, sincronización y velocidad. A menudo, la velocidad se emplea para medir la capacidad para realizar una actividad que requiere destreza, lo cual implica que cuanto más rápido pueda hacerse la actividad, más destreza se tendrá. Esto no se resuelve con facilidad porque es cierto para algunas destrezas pero no para todas. Antes de la prueba, la persona debe recibir instrucción adecuada y ha de practicar hasta que sepa lo que se requiere de esa destreza.

III. Establecimiento de objetivos realistas

Se revisan los resultados de las pruebas para determinar los objetivos del programa de ejercicio. Dicho de otro modo, ¿qué músculos hay que fortalecer, qué regiones han de estirarse, hay que mejorar la resistencia física, o hay que desarrollar o mejorar ciertas actividades funcionales y destrezas? Los objetivos pueden ofrecer una imagen realista de los ejercicios que hay que incluir en el programa. Los ejercicios empleados para cumplir los objetivos tienen que someterse a escrutinio con las siguientes preguntas:

¿Puede el ejercicio propuesto lograr el objetivo?

Si el ejercicio no puede lograrlo, ¿cuál es la forma más segura y mejor para hacerlo?

¿Hay muchos problemas con la persona que requieran precauciones o modificaciones especiales en el ejercicio?

A. Ejercicios para aumentar la fuerza

Muchas de las actividades empleadas para probar la fuerza también pueden usarse como ejercicios para aumentar la fuerza, bien aumentando el número de repeticiones o aumentando la resistencia. Cuando no se disponga de pesas para aumentar la resistencia, como en el caso de muchos ejercicios para clases en grupo, la resistencia puede aumentar incrementando el brazo de palanca de la parte que se mueve. Por ejemplo, alejar los brazos del eje de movimiento, como se produce en las flexiones de abdominales (sección I.A.2.a) o cambiar el ángulo del cuerpo respecto a la gravedad como se describe con los mentones (sección I.A.2.d).

1. Errores corrientes en programas de fortalecimiento

a. **La actividad requerida es demasiado agotadora.**
La mayoría de los ejercicios requieren que ciertos músculos actúen como estabilizadores de parte del cuerpo, mientras otros realizan el movimiento deseado. Uno o ambos grupos de músculos deben fortalecerse con la actividad (los estabilizadores, mediante la acción isométrica de aguante; los agonistas, mediante la actividad isotónica). Si cualquiera de los grupos de músculos implicados es demasiado débil para cumplir la función deseada, se producirá un tirón muscular. Los ejercicios se inician con un nivel de resistencia en que *todos* los grupos de músculos funcionen correctamente. Por ejemplo:

(1) *Elevación bilateral de las piernas extendidas*.

Esta actividad requiere que los músculos abdominales

tengan fuerza suficiente para estabilizar la pelvis (espalda plana) ante la tracción de los músculos iliopsoas flexores de la cadera. Las piernas extendidas aportan un brazo largo de palanca, con lo que los flexores de la cadera deben contraerse forzadamente para elevarlas. Si los abdominales no son fuertes, no podrán estabilizarse ante la fuerte tracción de los flexores de la cadera, la pelvis experimentará tracción anteriormente y la columna lumbar se arqueará. Esto provocará un esguince vertebral. Si el sujeto no puede practicar la prueba de elevación y descenso de las piernas extendidas (ver sección I.A.2.b) y mantener la espalda plana, *no* debe practicar la elevación-descenso de las piernas extendidas como ejercicio. Las modificaciones consisten en realizar la actividad de descenso de las piernas extendidas sólo hasta el punto en que la espalda comience a arquearse (como se describe en la sección sobre la prueba) o acortando el brazo de palanca doblando para ello las caderas y rodillas y haciendo ejercicios de elevación de las rodillas al pecho. A medida que mejore la fuerza de la acción estabilizadora de los abdominales, la flexión de las caderas y rodillas será cada vez menor.

(2) *Tijeras*.

Esta actividad se realiza con el sujeto en decúbito supino con las piernas extendidas varios centímetros de la colchoneta. El sujeto mueve en abducción y aducción las piernas, reproduciendo el movimiento de unas tijeras. La mecánica de la actividad es similar a la elevación de las piernas extendidas en el hecho de que requiere una contracción fuerte de los abdominales para estabiliza la pelvis ante la tracción de los músculos flexores de la cadera, los cuales, en este caso, deben contraerse con fuerza para mantener las piernas levantadas del suelo. No hay resistencia a los músculos abductores y aductores, ya que las piernas se mueven en paralelo al suelo. Para estabilizar la pelvis, se suele pedir al sujeto que coloque las manos debajo de la pelvis. Esto impide el fortalecimiento de los abdominales ya que no tienen que trabajar. Para modificar este ejercicio si la persona no tiene fuerza en los abdominales para estabilizar la pelvis (no puede hacer la prueba de descenso de las piernas extendidas), se inicia con las caderas flexionadas 90 grados y se practican las tijeras con las piernas en la posición de mínima resistencia. Aumenta la dificultad bajando gradualmente las piernas hasta un ángulo justo antes de que la espalda empiece a arquearse y se practican las tijeras en esa posición, manteniendo plana la espalda.

(3) *Flexiones de abdominales*.

Esta actividad requiere que estos músculos ejerzan tracción sobre el tórax hacia la pelvis para flexionar la columna lumbar. Los músculos abdominales sólo actúan durante el primer tercio de la amplitud de la flexión. Las flexiones completas no comportan ningún beneficio adicional y tal vez tengan efectos perjudiciales como aumentar la presión intradiscal, sobre todo si se practican con las caderas y rodillas flexionadas.[7] Si los músculos abdominales no tienen fuerza suficiente, la persona arqueará la espalda para bloquear la columna y levantará el tronco flexionando la pelvis sobre los fémures (acción muscular inversa de los flexores de la cadera).[5] Si el sujeto no puede realizar una flexión con las manos detrás de la cabeza, se empezará a un nivel más sencillo, por ejemplo, con los brazos a los lados. Si aun así no puede practicar la flexión, se le pedirá que comience el fortalecimiento levantando sólo la cabeza (los brazos a los lados del tronco), luego la cabeza, los hombros y finalmente el tórax. Al final, aumenta la dificultad cruzando los brazos sobre el tórax, y luego detrás del cuello. No se dejará que la inercia actúe mediante el impulso de los brazos. La acción de impulso de los brazos también puede provocar dolor de cuello. Este ejercicio puede asimismo consistir en movimientos en diagonal del tronco para reclutar la acción de los músculos oblicuos del abdomen. En el capítulo 15 aparecen sugerencias y precauciones adicionales para el fortalecimiento de los músculos abdominales.

b. **Interés especial por los ejercicios que perpetúan las posturas erróneas.**

(1) *Ejercicios de flexión*.

Ejemplos de programas de ejercicio que comprenden principalmente actividades de flexión (flexión del tronco, las caderas, los hombros, y protracción de la escápula) sin incluir un número comparable de ejercicios para extender el tronco, las caderas, los hombros y retraer las escápulas. Para que el programa esté bien equilibrado, por cada ejercicio de flexión debe haber un ejercicio de extensión para la misma región. Por ejemplo, por cada ejercicio de flexiones de abdominales, se practicará un ejercicio de extensión lumbar; por cada ejercicio de flexiones de brazos, se practicará un ejercicio de abducción de hombros y retracción escapular; por cada ejercicio de flexiones de cadera, se practicará un ejercicio de extensión de cadera (ver capítulos 8 a 13 y 15 donde aparecen sugerencias).

(2) *Bicicleta invertida*.

Este popular ejercicio se realiza con el sujeto en decúbito supino, para apoyarse sobre los hombros de modo que los pies queden en el aire. El peso del cuerpo invertido se apoya en la columna cervical y porción superior dorsal (fig. 21.2). Una vez en esta posición, el sujeto trata de mantener el equilibrio mientras flexiona y extiende las extremidades inferiores alternativamente. Posibles problemas con este ejercicio son la posición en sí, que hace que la cabeza se flexione hacia delante. El peso del cuerpo ejerce una poderosa fuerza de estiramiento en flexión sobre la región dorsal superior, una

región que con frecuencia tiende a flexionarse por posturas erróneas. La posición flexionada e invertida comprime los pulmones y el corazón, lo cual reduce su eficacia potencial. Es cuestionable si los beneficios de este ejercicio superan los efectos negativos combinados sobre la postura del cuello y espalda, sobre la circulación y la respiración. Para adaptar este ejercicio con distintos objetivos:

(a) Si el propósito es mantener el equilibrio, se empleará una barra de equilibrio en posición erguida, ya que es más seguro.

(b) Si el propósito es mejorar la fuerza de los músculos del tronco, hay varios ejercicios más seguros y eficaces, como flexiones graduadas, elevaciones de piernas, y extensión en decúbito prono. Un ejercicio de *bicicleta modificado* constituye otra alternativa. El sujeto yace en decúbito supino y mantiene una retroversión pélvica mientras se flexionan y extienden las extremidades inferiores según un patrón recíproco (fig. 21.3). El grado de extensión de las caderas permitido depende de la fuerza de los músculos abdominales y su capacidad para estabilizar la pelvis y mantener la espalda plana.

(c) Si el propósito es aliviar la tensión circulatoria en las piernas, es más seguro yacer en decúbito supino y elevar sólo las piernas. Pueden añadirse distintos movimientos de pies y piernas para elevar las piernas.

(d) Si el propósito es la coordinación de las extremidades inferiores, es más seguro el ejercicio de bicicleta modificado.

c. **No se hace diferenciación entre el malestar de la fatiga y la distensión.**

(1) Tal vez provoque daños sobre la parte que se elonga. La frase "para ganar hay que sufrir" a menudo se interpreta mal y, por tanto, se abusa de los tejidos vulnerables. Para desarrollar fuerza, los músculos deben ejercitarse casi hasta la fatiga, pero, una vez fatigados, el sujeto comienza a sustituir su acción por la de otros músculos, porque tal vez someta a tensión excesiva otras partes poco estabilizadas o desarrolle un síndrome por uso excesivo. Si se produce un tirón muscular, la actividad es demasiado dura para empezar o el músculo implicado está fatigado y ya no puede realizar su función adecuadamente.

(2) Otro cliché es "tratar de que los músculos quemen". Con la fatiga muscular aparece un dolor urente. Hay quienes diseñan ejercicios que causan esta sensación, como una "quemadura" con menos repeticiones para ejercer cierto reto. Un ejemplo lo constituyen los abdominales cortos o "garbancitos", en los que la flexión de abdominales se combina con inclinación pélvica posterior dinámica (como llevar las rodillas hacia el pecho). Es importante reparar en que la sensación de quemadura se experimenta antes durante esta actividad que con una flexión normal porque los extremos del músculo recto del abdomen se mueven hacia el centro al mismo tiempo y el músculo se activa de modo insuficiente. La exigencia impuesta al músculo no se halla en una amplitud funcional en la mayoría de las personas, por lo que, aunque se sienta la "quemadura", el músculo no se ejercita en una amplitud en la que desarrolle una contracción máxima (lo cual se produciría en la amplitud media). Es parecido a ejercitar los isquiotibiales extendiendo la cadera al tiempo que se flexiona la rodilla, actividad que provoca calambres en los isquiotibiales.

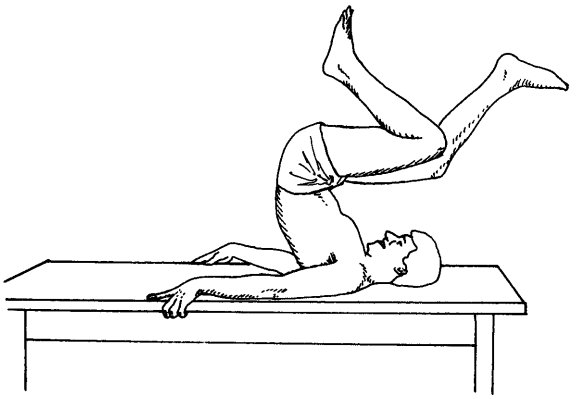


Figura 21.2. Ejercicio mal diseñado. El ejercicio de la bicicleta acentúa posturas erróneas de inclinación hacia delante de la cabeza y encorvamiento de la espalda y compresión del tórax.

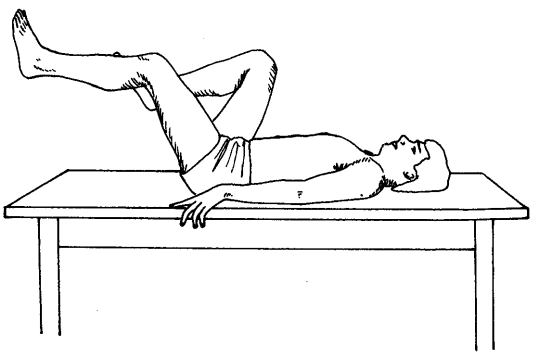


Figura 21.3. El ejercicio modificado de la bicicleta puede emplearse para fortalecer los músculos abdominales si se mantiene la espalda plana mientras se flexionan y extienden las caderas y rodillas.

d. **El diseño original del ejercicio se altera o exagera.**

Esto se hace a veces pensando que aumentará la dificultad del ejercicio y éste mejorará. El resultado es que se

someten a tensión excesiva los tejidos sustentantes. Por ejemplo:

(1) *Ejercicio de la "boca de riego".*

Este ejercicio, si se practica correctamente, fortalece el músculo glúteo mayor. El individuo se pone a gatas, extiende y rota externamente el muslo al tiempo que mantiene la rodilla flexionada. La inclinación pélvica debe ser neutra (lo cual exige buena estabilidad de la pelvis) y el movimiento se detiene al final de la amplitud de la extensión de la cadera (fig. 21.4). Por otra parte, las personas a menudo intentan ver hasta qué altura pueden llevar la pierna, lo cual provoca el bloqueo de los ligamentos y cápsula de la articulación coxofemoral, así como la transmisión de la tensión a la articulación sacroilíaca (SI) y la columna lumbar. Si la inercia forma parte del ejercicio, las fuerzas descontroladas generan una tensión adicional sobre las articulaciones SI y lumbar y sobre los tejidos sustentantes. Si una persona exagera este movimiento o tiene problemas lumbares o SI, no debe practicar este ejercicio.

(2) *Abducción en decúbito lateral.*

Para un fortalecimiento eficaz del agonista de la abducción de la cadera, es decir, el músculo glúteo medio, el sujeto yace en decúbito lateral, con la pierna inferior flexionada para aumentar la estabilidad. La pierna superior está extendida en línea con el tronco y se mantiene neutra a la rotación; a continuación, se practica una abducción contra la fuerza de la gravedad. La amplitud de abducción es aproximadamente de 30 a 45 grados.[9] Para exagerar este ejercicio, se suele girar la pelvis hacia atrás y se eleva la pierna con flexión y rotación excesivas mientras se mueve la cadera en abducción. Esto sustituye a la acción del músculo tensor de la fascia lata, el cual, por medio de su inserción en la cintilla iliotibial, puede aumentar la tensión de la cintilla y causar dolor lateral en la rodilla. La tirantez de este músculo puede determinar una mecánica errónea al correr, por lo que no se debería hacer hincapié en el fortalecimiento del músculo glúteo medio.

e. Algunos ejercicios son biomecánicamente inseguros por las fuerzas extremas impuestas sobre estructuras vulnerables.

Vale la pena repetir que muchos de los ejercicios mencionados arriba, si se practican incorrectamente o en exceso, son poco seguros o pueden derivar en problemas musculoesqueléticos. Son ejemplos de ejercicios poco seguros desde el punto de vista biomecánico:

(1) *Hacer el puente con todo el peso del cuerpo sobre la cabeza y pies.*

Para hacer el puente, el individuo empieza en decúbito supino con caderas y rodillas flexionadas de modo que los pies estén apoyados en el suelo; a continuación, levanta el peso del cuerpo hacia arriba, presionando con cabeza y pies en el suelo para que sean las únicas partes en las que se apoye el cuerpo. Esta posición ejerce una presión extrema sobre la columna cervical y se corre el riesgo de generar fuerzas dañinas de compresión sobre los discos.[8] Este ejercicio se ha modificado haciendo que el individuo ejerza presión ascendente con los pies y la porción superior de la espalda (ver fig. 11.11), con lo cual las fuerzas no recaen sobre las estructuras vulnerables del cuello, al tiempo que se obtienen beneficios del fortalecimiento de los músculos extensores de caderas y espinosos. Los músculos del cuello se ejercitan por separado. Puede conseguirse un fortalecimiento adicional con un balón gimnástico (ver fig. 15.19c).

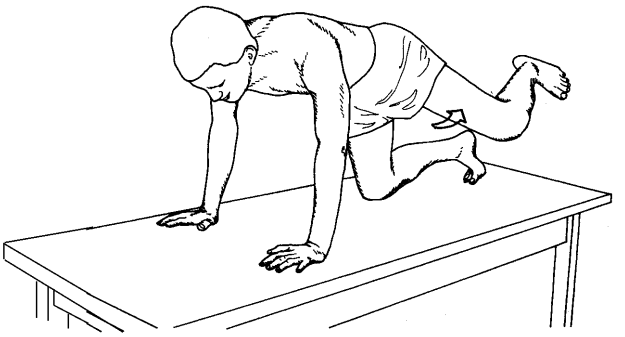


Figura 21.4. El ejercicio de la "boca de riego" es potencialmente dañino. Para hacerlo correctamente, hay que estabilizar la pelvis en su amplitud media, y luego detener la extensión, la rotación externa cuando la cadera haya completado la amplitud del movimiento. La pierna no debe "dar una patada lo más alto posible", porque se somete a tensión excesiva la cadera, la articulación sacroilíaca y la columna lumbar.

(2) *Andar en cuclillas y flexiones máximas de rodilla.*

Se practica una sentadilla completa de modo que las rodillas estén flexionadas al máximo, para luego ir desplazando el peso de un lado a otro (a menudo lo hacen los niños cuando imitan animales); así se provoca una tensión excesiva en las estructuras de la rodilla. Los ligamentos se distienden, los meniscos se comprimen al máximo entre la tibia y el fémur, y la rótula queda comprimida al máximo contra el fémur, predisponiendo el cartílago articular a sufrir fuerzas que pueden lesionarlo. Los deportistas muy entrenados o de elite así como los bailarines pueden practicar este ejercicio de modo progresivo por exigencias deportivas,[8] pero en el caso de deportistas recreativos o personas en baja forma, las estructuras no se han desarrollado apropiadamente para responder a estas fuerzas excesivas. La modificación del ejercicio consiste en practicar sentadillas parciales, llegando sólo a una amplitud parcial de la flexión de caderas y rodillas en bipedestación, con lo cual se ejercitan los músculos cuádriceps femoral y extensores de la cadera dentro de una amplitud y un patrón funcionales.

(3) En resumen, todo ejercicio puede terminar siendo inseguro desde el punto de vista biomecánico si lo practica una persona desentrenada en esa actividad o si lo practica alguien con enfermedades o disfunciones musculoesqueléticas que lo predispongan (remitimos a los capítulos correspondientes de este libro donde aparecen descripciones y precauciones detalladas).

2. Sugerencias para un programa seguro de fortalecimiento

a. Primero, se identifica el grupo de músculos que necesita fortalecerse y se opta por ejercicios que, cuando se hagan correctamente, fortalecerán los músculos apropiados.

b. Se inicia cada ejercicio a un nivel seguro para el individuo. Si se requiere un esfuerzo considerable para completar el ejercicio, probablemente es porque es demasiado difícil y debería simplificarse con menor resistencia.

c. Cuando sobrevenga la fatiga, no se llegará hasta el punto de sobreesfuerzo.

d. Se equilibrarán los ejercicios entre los grupos de músculos antagonistas y se incluirán todas las regiones del cuerpo.

e. Se practicarán todos los ejercicios de un modo biomecánico correcto para que los músculos que se deban fortalecer realicen la acción primaria o la estabilización.

f. Si la flexibilidad y las posturas son malas, se fortalecerán los músculos antagonistas de los músculos tirantes.

g. Se calentarán los músculos que hay que fortalecer con una actividad repetitiva y ligera durante 15 minutos. Si los músculos antagonistas están tensos, se estirarán después del calentamiento, antes de fortalecerlos, para que pueda emplearse la amplitud completa del movimiento durante los ejercicios resistidos. Se termina el programa de fortalecimiento estirando de nuevo cada grupo de músculo.

h. La velocidad del movimiento puede variar y dependerá del propósito del ejercicio (ver las exposición del capítulo 3 sobre la especificidad de los ejercicios).

B. Ejercicios para aumentar la flexibilidad

1. Errores corrientes en los programas de flexibilidad

a. Énfasis inadecuado

Las actividades de estiramiento tal vez se centren en regiones que son flexibles y dejen de lado regiones tirantes por posturas erróneas. El estiramiento total del cuerpo, como tocarse las puntas de los pies, puede perpetuar el estiramiento excesivo de una área móvil y no afectar a las áreas tirantes, de modo que no se cubran satisfactoriamente los objetivos. Véase la exposición de la prueba de tocarse las puntas de los pies (sección II.B).

b. Desequilibrios de la flexibilidad.

En las áreas en las que hay un desequilibrio de fuerza entre grupos de músculos antagonistas, suele haber también un desequilibrio de flexibilidad. De la misma forma que los ejercicios de flexión tienden a destacarse en exceso dentro de los programas de fortalecimiento, los extensores tienden a estirarse demasiado en los programas de flexibilidad.

c. Empleo de estiramientos balísticos.

Los estiramientos balísticos pueden ser peligrosos, provocar desgarros en los tejidos blandos y aumentar el tono de los músculos que se estiran.

d. Dolor durante el ejercicio.

La frase "*para ganar hay que sufrir*" se emplea a menudo de forma inadecuada como pauta de la intensidad de los estiramientos. Un estiramiento eficaz en las actividades de flexibilidad no debe causar dolor ni tensión excesiva en los tejidos. Para que el estiramiento sea eficaz, debe haber una sensación de "tirón" en el tejido tirante. Un estiramiento prolongado de baja intensidad es más eficaz y más duradero que un estiramiento rápido de gran intensidad. En el capítulo 5 aparece información adicional.

e. Biomecánica errónea.

Algunos ejercicios populares de estiramiento no respetan la biomecánica de la región. Siempre que se impongan tensiones anormales sobre el tejido sustentante o estructuras articulares, habrá que identificar el ejercicio. He aquí algunos ejemplos:

(1) *Bloqueo de la articulación intermedia con flexión hacia delante o flexiones de brazos.*

Cuando se hace cualquier ejercicio de flexión hacia delante, las personas muestran tendencia a bloquear las rodillas. Esto tensa la cápsula posterior y los ligamentos cruzados anteriores, lo que con el tiempo produce hiperextensión de la rodilla. Las rodillas debe estar ligeramente flexionadas siempre que se hagan ejercicios de flexión hacia delante. De forma parecida, con las flexiones de brazos, el bloqueo del codo tensiona la articulación.

(2) *Estiramiento de vallista.*

Cuando se adopta la postura de estiramiento de vallista para estirar los músculos isquiotibiales y recto femoral, se ejerce tensión excesiva sobre la cápsula medial y los ligamentos colaterales mediales de la rodilla que queda detrás del individuo. La posición del vallista puede usarse con eficacia para estirar el músculo recto

femoral según se describe en el capítulo 11 (ver fig. 11.2), aunque se recomiendan posiciones alternativas para el estiramiento de los isquiotibiales, como es la elevación unilateral de las piernas extendidas. Permaneciendo en decúbito supìno y elevando una extremidad inferior hasta el punto de estiramiento, la persona puede sostener la rodilla con las manos. Puede darse un estiramiento eficaz incluso con la rodilla un poco flexionada.

(3) E*stiramiento de los músculos gastrocnemio y sóleo*.

Una forma sencilla y aparentemente eficaz de estirar los flexores plantares es permanecer de pie con la pierna que se quiere estirar retrasada. A continuación, se desplaza el peso hacia delante sobre la pierna adelantada, manteniendo el talón del pie retrasado en el suelo. Si la rodilla se mantiene extendida, se estira el gastrocnemio y el sóleo; si la rodilla se flexiona, se estira el músculo sóleo. El problema principal se produce cuando este ejercicio se practica sin un buen arco de soporte o descalzo y cuando el pie gira ligeramente hacia fuera. Las fuerzas se transmiten a las estructuras ligamentarias que sostienen el arco y tal vez provoquen hipermovilidad del pie. Cuando se practique este estiramiento, se conservan los zapatos y se modifica este ejercicio girando el pie hacia dentro antes del estiramiento; esto bloqueará los huesos del pie y aportará estabilidad al arco (en el capítulo 13 aparece información adicional).

2. Sugerencias para un programa seguro de flexibilidad

a. Si una persona presenta movilidad excesiva en un segmento o región del cuerpo, estirar selectivamente las estructuras tirantes resulta más seguro que el estiramiento total del cuerpo. Se aísla el estiramiento de los isquiotibiales, la región lumbar y los músculos de la porción superior de la espalda según se describe en la sección sobre pruebas (sección II.B). Otras sugerencias para las técnicas de autoestiramiento se hallarán en las secciones sobre estas regiones del cuerpo en los capítulos 8 a 13 y en el capítulo 15.

b. Mantener un equilibrio de la flexibilidad entre los grupos de músculos antagonistas. Si hay una reducción de la flexibilidad por posturas erróneas, se subraya el estiramiento de músculos tirantes. Por lo general, son los flexores de las caderas, los flexores del tronco, los flexores del hombro y los protractores de la escápula.

c. Se emplean más estiramientos sostenidos que estiramientos balísticos o con rebote. Se mantienen las posiciones unos 10 segundos o más.

d. El estiramiento (ejercicios de flexibilidad) debe realizarse antes y después de un programa de fortalecimiento y puesta en forma.

e. No se estirarán articulaciones ni ligamentos al final de la amplitud; se protegerán las articulaciones vulnerables.

f. Se calientan los tejidos antes del estiramiento con actividades rítmicas suaves.

C. Ejercicios para aumentar la resistencia física

1. Sugerencias para un programa seguro de resistencia muscular

a. Para la resistencia local de los músculos, se practica un ejercicio con muchas repeticiones y una resistencia mínima hasta el punto de la fatiga muscular. Cuando aparezcan signos de fatiga, no se pasará el punto de distensión del tejido sustentante.

b. El aumento de la resistencia muscular es un producto derivado del aumento de la fuerza cuando se emplean repeticiones de movimientos.

c. No se sacrifica la seguridad musculoesquelética por el bien de la resistencia física. Se mantendrán unos principios biomecánicos seguros.

2. Sugerencias para un programa seguro de capacidad cardiovascular

El capítulo 4 describe los principios y procedimientos del aumento de la capacidad aeróbica. También se explican las precauciones y sugerencias específicas para las enfermedades médicas.

a. Establecer una frecuencia cardíaca asignada y una frecuencia cardíaca máxima.

b. Calentamiento gradual durante 5 a 10 minutos; se incluirán estiramientos y movimientos repetitivos a velocidades lentas, aumentando gradualmente el esfuerzo.

c. Aumentar el ritmo de la actividad para que pueda mantenerse la frecuencia cardíaca asignada durante 20 a 30 minutos. Son ejemplos caminar rápido, correr, montar en bicicleta, nadar, esquí de fondo y aeróbic.

d. Recuperación activa durante 5 a 10 minutos con movimientos lentos y repetitivos de todo el cuerpo y actividades de estiramiento.

e. La actividad aeróbica debe practicarse tres a cinco veces por semana.

f. Para evitar lesiones por tensión excesiva, se usará un equipamiento adecuado, como un calzado correcto para que el apoyo biomecánico sea adecuado. Se evitará correr, trotar o practicar aeróbic sobre superficies duras como asfalto y hormigón.

g. Para evitar síndromes por uso excesivo en estructuras

del sistema musculoesquelético, hay que optar un calentamiento y su estiramiento adecuados. La progresión de las actividades debe darse dentro de los límites de tolerancia de cada persona. El uso excesivo suele producirse cuando hay un aumento del tiempo o el esfuerzo sin descanso adecuado (recuperación) entre sesiones. El aumento de las repeticiones o del tiempo se produce sin superar un 10 por ciento por semana.[8] Si el dolor comienza mientras se hace ejercicio, se apoyará el calentamiento y se reducirá la tensión.

h. Se debe individualizar el programa de ejercicio. Todas las personas no tienen el mismo nivel de forma física y, por tanto, no pueden realizar los mismos ejercicios. Cualquier otro ejercicio tiene el riesgo potencial de ser perjudicial si se practica incorrectamente. Se inicia a un nivel seguro y aumenta la dificultad a medida que la persona cumple los objetivos deseados.

D. Ejercicios para aumentar la destreza

1. La destreza comprende coordinación, agilidad, equilibrio, sincronización y velocidad.

2. La destreza tiene que identificarse, analizarse y descomponerse en los elementos que conforman la acción. La acción requiere fuerza, flexibilidad y resistencia como base antes de que la destreza se ejecute adecuadamente. A continuación, se practican los ejercicios que replican el movimiento, la velocidad y la posición. Finalmente, la destreza debe practicarse en su forma y sincronización.

E. Reevaluación a intervalos frecuentes para ver si ha cambiado la línea de base

Se emplean las mismas pruebas para que la interpretación de los resultados tenga valor. Si no hay cambios, es porque los ejercicios no se han realizado correctamente o no son adecuados. A medida que se aprecie una mejora, resultará mensurable la satisfacción de la función mejorada.

IV. Resumen

Los programas de ejercicio populares pueden ser el factor precipitante de disfunciones musculoesqueléticas, no porque el ejercicio no haya de hacerse, sino porque los ejercicios se practiquen de modo incorrecto o para fines erróneos. Este capítulo ha servido para exponer un método para analizar y elegir pruebas y ejercicios seguros, y se han enumerado varias pruebas mal interpretadas así como ejercicios a modo de ejemplo.

Bibliografía

1. Clarkson, HM, y Gilewich, GB: "Musculoskeletal Assessment: Joint Range of Motion and Manual Muscle Strength". Williams & Wilkins, Baltimore, 1989.
2. Daniels, L, y Worthingham, C: *Muscle Testing Techniques of Manual Examination*, ed 5. WB Saunders, Filadelfia, 1986.
3. Gossman, M, Sahrmann, S, y Rose, S: "Review of length associated changes in muscle". *Phys Ther* 62:1799, 1982.
4. Kendall, F: "A criticism of current tests and exercises for physical fitness". *Journal of the American Physical Therapy Association* 45:187, 1965.
5. Kendall, F; McCreary, E, y Provance, PG: *Muscles: Testing and Function*, ed 4. Williams & Wilkins, Baltimore, 1993.
6. Kendall, H, y Kendall, F: "Normal flexibility according to age groups". *J Bone Joint Surg Am* 30:690, 1948.
7. Liemohn, W, Snodgrass, L, y Sharpe, G: "Unresolved controversies in back management–A review". *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 9:239, 1988.
8. Lubell, A: "Potentially dangerous exercises: Are they harmful to all?" *Phys Sports Med* 17:187, 1989.
9. Norken, C, y White, DJ: "Measurement of Joint Motion: A Guide to Goniometry". PA Davis, Filadelfia, 1985.
10. Palmer, ML, y Epler, M: *Clinical Assessment Procedures in Physical Therapy*. JB Lippincott, Filadelfia, 1990.
11. Schultz, P: "Flexibility: Day of the static stretch". *The Physician and Sports Medicine*, 7:109, 1979.

Glosario

Abducción en el plano de la escápula. Elevación del húmero en el plano de la escápula 30 a 45 grados anterior al plano frontal.

Adaptación. Capacidad de un organismo para cambiar con el tiempo como respuesta a un estímulo.

Adenosintrifosfato (ATP). Compuesto altamente energético del cual obtiene energía el cuerpo.

Adherencias. Fijación anormal de fibras de colágeno a las estructuras circundantes durante la inmovilización, después de un traumatismo, o como complicación de una operación, que restringe la elasticidad normal de las estructuras implicadas.

Alteración mecánica (protrusión discal). Cualquier cambio en la forma del núcleo pulposo del disco intervertebral que hace que sobresalga fuera de sus límites normales.

Amplitud del movimiento (ROM). Grado de movimiento angular permitido por una articulación entre dos palancas óseas cualesquiera.

Amplitud del movimiento activa. Movimiento, dentro de la amplitud libre, de un segmento y generado por la contracción activa de los músculos que cruzan esa articulación.

Amplitud del movimiento activa-asistida. Tipo de movilidad activa en la que una fuerza externa ofrece ayuda, sea manual o mecánica, ya que los músculos agonistas requieren asistencia para completar el movimiento.

Amplitud del movimiento pasiva. Movimiento dentro de la amplitud sin restricciones que realiza un segmento y que genera por entero una fuerza externa. No hay contracciones musculares voluntarias.

Ángulo Q. Ángulo formado por las líneas de intersección trazadas desde la espina ilíaca anterosuperior pasando por la porción media de la rótula, y de la tuberosidad anterior de la tibia pasando por la porción media de la rótula. La norma son 15 grados.

Apnea. Interrupción de la respiración.

Apneusis. Interrupción de la respiración durante la fase inspiratoria de la respiración.

Arteriosclerosis obliterante (ASO). *Ver* **Enfermedad vascular arteriosclerótica.**

Artritis. Inflamación de las estructuras de una articulación.

Artritis reumatoide. Artropatía crónica que a menudo es general; se caracteriza por la inflamación de la membrana sinovial, con períodos de exacerbación y remisión.

Artrodesis. Fusión quirúrgica de las superficies óseas de una articulación con fijación interna como agujas de fijación, clavos, placas e injertos óseos; suele practicarse en casos de dolor articular intenso e inestabilidad grave en los que la movilidad de la articulación es una preocupación menor.

Artropatía degenerativa (APD). *Ver* **Osteoartritis.**

Artroplastia. Cualquier procedimiento de reconstrucción articular, con o sin implante, diseñado para aliviar el dolor y/o restablecer el movimiento articular.

Artroscopia. Exploración de las estructuras internas de una articulación mediante un aparato de visión endoscópica que se introduce en la articulación.

Artrotomía. Incisión quirúrgica en una articulación.

Asma. Enfermedad pulmonar obstructiva apreciada en pacientes jóvenes, asociada con hipersensibilidad a alérgenos específicos y que causa broncospasmo y dificultad respiratoria.

Atelectasia. Colapso o expansión incompleta del pulmón.

Atrofia. Desgaste o reducción del tamaño de células, tejidos, órganos y partes del cuerpo.

Auscultación. Audición de los ruidos cardíacos y pulmonares dentro del cuerpo, por lo general con un estetoscopio.

Autoestiramiento. Técnicas mediante las cuales el paciente aprende a estirar pasivamente tejidos blandos empleando otra parte del cuerpo para aplicar la fuerza de estiramiento.

Automovilización. Técnicas mediante las cuales el paciente aprende a aplicar técnicas de movilización articular sobre articulaciones con restricciones empleando deslizamientos adecuados.

Bradipnea. Ritmo respiratorio lento; hondo, superficial o normal.

Bronquiectasia. Neumopatía obstructiva crónica que se caracteriza por dilatación e infección repetida de los bronquiolos de tamaño medio.

Bronquitis crónica. Inflamación de los bronquios que causa una tos irritante y productiva que dura hasta 3 meses y recidiva durante al menos 2 años consecutivos.

Bursitis. Inflamación de una bolsa.

Capacidad cardiovascular. Capacidad de los pulmones y el corazón para aceptar y transportar cantidades adecuadas de oxígeno a los músculos operantes, permitiendo así actividades que reclutan los grandes músculos durante períodos largos de tiempo.

Capacidad inspiratoria. Cantidad de aire que una persona puede inhalar después de una espiración en reposo.

Capacidad pulmonar total (CPT). Cantidad total de aire en los pulmones; capacidad vital más volumen residual.

Capacidad residual funcional. Cantidad de aire que permanece en los pulmones después de una espiración en reposo.

Capacidad vital (CV). Cantidad máxima de aire que una persona puede inspirar y espirar.

Carga del ejercicio. Cantidad de peso empleado como resistencia durante un ejercicio.

Cianosis. Aspecto azulado de la piel y las membranas mucosas debido a la insuficiente oxigenación de la sangre.

Cifosis. Convexidad posterior de la columna vertebral. Una curva posterior es primaria porque está presente al nacer y se conserva en las regiones dorsal y sacra de la columna.

Claudicación intermitente. Acalambramiento de los músculos tras períodos cortos de ejercicio; a menudo se aprecia en pacientes con trastornos arteriales oclusivos.

Condromalacia rotuliana. Deterioro del cartílago articular de la cara posterior de la rótula.

Condroplastia. Desbridamiento para reparar el cartílago articular, por lo general en la articulación femororrotuliana; se denomina también artroplastia por abrasión.

Contractura. Acortamiento o tirantez de la piel, fascia, músculo o cápsula articular que impide la movilidad o flexibilidad normales de esa estructura.

Contusión. Magullamiento por un golpe directo, que causa rotura de capilares.

Coordinación. Empleo de los músculos adecuados en el momento correcto con una intensidad acertada. La coordinación es la base de los movimientos eficaces y armoniosos, que con frecuencia se producen automáticamente.

Debilidad por acortamiento. Debilitamiento de un músculo que se ha mantenido habitualmente en una posición acortada.

Debilidad por estiramiento. Debilitamiento de los músculos que se mantienen habitualmente en una posición estirada más allá de su longitud fisiológica en reposo.

Dedos en palillos de tambor. Ensanchamiento y espesamiento de los tejidos blandos de las falanges terminales de los dedos de manos y pies, a menudo apreciado en personas con neumopatía crónica.

Deficiencia. Cualquier pérdida o anomalía de una estructura o función psicológicas, fisiológicas o anatómicas. Limita o modifica la capacidad de una persona para realizar una tarea o desarrollar una actividad.

Déficit de oxígeno. Período de tiempo durante el ejercicio en que el nivel de consumo de oxígeno es inferior al necesario para aportar todo el ATP requerido para el ejercicio.

Derrame pleural. Presencia de líquido en la cavidad pleural.

Desentrenamiento. Cambio que se produce en las funciones cardiovascular, neuromuscular y metabólicas como resultado del descanso prolongado en la cama o de la inactividad.

Desplazamiento del mediastino. Disposición asimétrica de la tráquea, palpable en la horquilla suprasternal.

Destrezas funcionales. Destrezas motoras necesarias para realizar con independencia actividades o tareas de la vida diaria; movimientos refinados que requieren coordinación, agilidad, equilibrio y sincronización.

Diagnóstico. Reconocimiento o determinación de la causa y naturaleza de una enfermedad.

Diferencia arteriovenosa de oxígeno (diferencia a-$\bar{v}O_2$). Diferencia entre el contenido de oxígeno de la sangre venosa y la arterial.

Dinamómetro. Aparato que mide cuantitativamente la fuerza muscular.

Discapacidad. Incapacidad para realizar las actividades normales de la vida diaria como resultado de deficiencias físicas, mentales, sociales o emocionales.

Disfunción. Pérdida funcional como resultado del acortamiento adaptativo de los tejidos blandos y pérdida de la movilidad.

Disfunción postural. Postura errónea en la que se ha producido el acortamiento adaptativo de los tejidos blandos y debilidad muscular.

Disnea. Respiración entrecortada y laboriosa patológica.

Distensibilidad. Capacidad que tiene un órgano o tejido para estirarse o elongarse.

Distensibilidad pulmonar. Distensibilidad o retroceso elástico del tejido pulmonar.

Distensión. Sobreestiramiento, extensión o uso excesivos de los tejidos blandos; tiende a ser menos grave que el esguince; se produce por un ligero traumatismo o un traumatismo repetido y desacostumbrado de grado menor. Este término también alude al grado de deformación que sufren los tejidos cuando se aplica una tensión continuada.

Distracción. Separación de superficies articulares.

Dolores del parto. Proceso fisiológico por el cual el útero se contrae y expele los productos de la concepción tras 20 o más semanas de gestación.

Drenaje postural. Medio para despejar las vías respiratorias de secreciones colocando al paciente en distintas posiciones para que la gravedad ayude al flujo del moco.

Duración del ejercicio. Número total de días, semanas o meses durante los cuales se realiza un programa de ejercicio.

Edema pulmonar. Infiltración de líquido (seroso) en los pulmones.

Eficiencia. Relación entre la producción y gasto de trabajo.

Ejercicio aeróbico. Ejercicio repetitivo, rítmico y submáximo de los grandes músculos, durante el cual la energía necesaria es suministrada por el oxígeno inspirado.

Ejercicio anaeróbico. Ejercicio que se produce sin presencia de oxígeno inspirado.

Ejercicio concéntrico. Se produce un acortamiento general del músculo mientras genera tensión y se contrae ante una resistencia.

Ejercicio de estabilización. Forma de ejercicio pensado para desarrollar el control de las áreas proximales del cuerpo en una posición estable y asintomática como respuesta a las cargas fluctuantes de contrarresistencia. El ejercicio empieza siendo muy fácil con el fin de que se mantenga el control, y va aumentando la duración, intensidad, velocidad y variedad. A menudo se denomina ejercicio dinámico de estabilización.

Ejercicio de extensión en recorrido externo (extensión terminal). Extensión activa o activa-resistida de una articulación durante los últimos grados de su amplitud del movimiento; con mayor frecuencia se aplica a la rodilla desde 35 grados de flexión a extensión completa.

Ejercicio de flexibilidad. Término general empleado para describir ejercicios realizados por una persona con el fin de elongar pasiva o activamente los tejidos blandos sin la ayuda de un terapeuta.

Ejercicio de resistencia. Toda forma de ejercicio activo en la que a la contracción dinámica o estática de los músculos se opone una fuerza externa.

Ejercicio de resistencia a carga. Todo ejercicio en el que una carga o peso produce una fuerza externa que opone resistencia a la fuerza interna generada por un músculo cuando se contrae.

Ejercicio de resistencia autoadaptada. Término empleado como sinónimo de **ejercicio isocinético.**

Ejercicio de resistencia, manual. Tipo de ejercicio activo en el que el terapeuta u otro profesional sanitario ofrecen resistencia a una contracción muscular dinámica o estática.

Ejercicio de resistencia, mecánica. Tipo de ejercicio activo en el que la resistencia la ofrece un equipamiento o aparato mecánico.

Ejercicio de resistencia, progresiva. Ejercicio en el que la carga o resistencia al músculo se aplica con medios mecánicos y aumenta de modo cuantitativo y progresivo en el tiempo.

Ejercicio de resistencia, variable. Forma de ejercicio isotónico realizado mediante un equipamiento y que varía la resistencia ofrecida al músculo que se contrae en toda la amplitud articular.

Ejercicio en cadena cinética abierta. Ejercicio en el cual un segmento distal del cuerpo se mueve con libertad en el espacio.

Ejercicio en cadena cinética cerrada. Ejercicio en el que el extremo distal del segmento permanece fijo a una superficie mientras el tronco y los segmentos proximales se mueven sobre la parte fija. Se trata, por ejemplo, de los ejercicios funcionales, sobre todos los de las extremidades inferiores, donde el pie se estabiliza en el suelo y los músculos controlan las caderas, rodillas y tobillos durante actividades como agacharse, subir escalones, o sentarse y levantarse de una silla.

Ejercicio excéntrico. Elongación general del músculo que se produce cuando genera tensión y se contrae para controlar el movimiento ante la resistencia de una fuerza externa; se realiza un trabajo negativo.

Ejercicio funcional. Ejercicio que reproduce actividades funcionales, pero se practica de modo controlado.

Ejercicio isocinético. Forma de ejercicio activo-resistido en el que la velocidad de movimiento de las extremidades está controlada por una aparato que limita la frecuencia.

Ejercicio isométrico (estático). Forma de ejercicio en la que se genera tensión en el músculo, pero no se desarrolla trabajo mecánico. No hay movimiento apreciable en la articulación, y la longitud general del músculo sigue siendo la misma.

Ejercicio isotónico (dinámico). Forma de ejercicio que comprende contracciones musculares concéntricas o excéntricas que generan movimiento de una articulación o parte del cuerpo contra una carga constante.

Ejercicios de bombeo. Ejercicios activos repetitivos, por lo general de los tobillos o las muñecas, que se practican con el fin de mantener o mejorar la circulación de las extremidades.

Ejercicios estáticos. Forma de ejercicio isométrico, aunque sin practicarse con una resistencia apreciable; contracciones musculares estáticas y suaves empleadas para mantener la movilidad entre las fibras musculares y para reducir los espasmos musculares y el dolor.

Ejercicios isométricos en múltiples ángulos. Aplicación de resistencia en puntos múltiples de la amplitud del movimiento para generar contracciones musculares isométricas.

Ejercicios pendulares (de Codman). Técnicas de automovilización que utilizan los efectos de la gravedad para causar tracción del húmero y la cavidad glenoidea, y realizar movimientos pendulares suaves que muevan las superficies articulares.

Elasticidad. Capacidad de los tejidos blandos para recuperar su longitud original después de cesar una fuerza de estiramiento.

Eliminación dorsal. Exéresis quirúrgica de una membrana sinovial dañada que se separa de los tendones extensores de los dedos y la muñeca.

Émbolo. Trombo o coágulo que se ha desprendido y desplazado por el torrente circulatorio de un vaso grande a otro más pequeño, lo cual provoca la oclusión de ese vaso.

Enfermedad de Buerger. *Ver* **tromboangitis obliterante.**

Enfermedad de las vías respiratorias periféricas. Forma inicial de neumopatía obstructiva que se caracteriza por inflamación, fibrosis y estenosis de las vías respiratorias menores.

Enfermedad de Raynaud. Vasospasmo funcional de las arterias pequeñas, sobre todo en las manos, causado por una anomalía del sistema nervioso simpático.

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Término empleado para describir una variedad de neumopatía crónica como bronquitis crónica, enfisema, y enfermedad de las vías respiratorias periféricas.

Enfermedad vascular arteriosclerótica (EVAC). Estenosis progresiva, pérdida de elasticidad, fibrosis y oclusión final de las arterias de tamaño medio y grande, por lo general en las extremidades inferiores.

Enfisema. Neumopatía obstructiva crónica que se caracteriza por inflamación, engrosamiento y deterioro de los bronquiolos y los alvéolos.

Entrenamiento con intervalos. Programa de entrenamiento que alterna tandas de trabajo duro con períodos de descanso o trabajo ligero.

Entrenamiento en circuito. Programa de entrenamiento que usa actividades o ejercicios seleccionados que se ponen en práctica siguiendo una secuencia.

Entrenamiento ininterrumpido. Programa de entrenamiento que recurre al ejercicio durante cierto tiempo sin períodos de descanso.

Entrenamiento pliométrico. Ejercicio de contrarresistencia a gran velocidad y de gran intensidad que se caracteriza por una contracción resistida y excéntrica del músculo, seguida por una contracción concéntrica rápida y pensada para aumentar la potencia muscular y la coordinación; también se conoce como **prácticas de estiramiento-acortamiento.**

Equilibrio. Capacidad para mantener el centro de gravedad del cuerpo sobre la base de apoyo.

Equivalente metabólico (MET). Cantidad de oxígeno requerida por minuto en condiciones de reposo normales; equivale a 3,5 mililitros de oxígeno consumidos por kilogramo de peso corporal por minuto.

Ergómetro. Aparato, como una bicicleta estática o un tapiz rodante, que se emplea para medir cuantitativamente los efectos fisiológicos del ejercicio.

Escoliosis. Curvatura lateral anormal de la columna vertebral.

Escoliosis estructural. Curvatura lateral irreversible de la columna con rotación fija de las vértebras.

Escoliosis funcional. Curvatura lateral reversible y no estructural de la columna.

Esguince. Tensión intensa, estiramiento o desgarro de los tejidos blandos como una cápsula articular, ligamento, tendón o músculo.

Espalda redonda. Postura que se caracteriza por un aumento de la curva dorsal, escápulas protraídas e inclinación de la cabeza hacia delante.

Espasmo muscular intrínseco. Contracción prolongada de un músculo como respuesta a los cambios metabólicos y circulatorios locales que se producen cuando un músculo está en un continuo estado de contracción.

Especificidad del entrenamiento. Principio que fundamenta el desarrollo de un programa de entrenamiento para una actividad o destreza específicas y para los sistemas primarios de energía activados durante la actividad.

Espirometría incentivada. Forma de preparación de los músculos inspiratorios en la que el paciente inhala al máximo y mantiene la inspiración.

Estabilidad. Coordinación sinergista de contracciones musculares en una articulación que proporciona una base estable al movimiento.

Estabilización dinámica. Contracción isométrica o estabilizadora de los músculos del tronco o proximales de la cintura escapular para mantener el control de la posición funcional como respuesta a las fuerzas fluctuantes impuestas a través de las extremidades en movimiento.

Estabilización rítmica. Forma de ejercicio isométrico en la que la contrarresistencia manual se aplica sobre un lado de una articulación proximal, y luego en el otro; no se produce movimiento alguno y la persona estabiliza las fuerzas antagonistas.

Estabilización transicional. Técnica de estabilización mediante la cual la posición funcional de la columna se estabiliza con los músculos del tronco mientras el cuerpo pasa de una posición a otra. Esto requiere contracciones y ajustes graduados entre los músculos flexores y extensores del tronco.

Estado de equilibrio. Perteneciente al período de tiempo durante el cual una función fisiológica se mantiene con un valor constante.

Estertores crepitantes. Ruidos pulmonares crepitantes finos o gruesos oídos con un estetoscopio, sobre todo durante la inspiración, y causados por el movimiento de secreciones en las vías menores de los pulmones.

Estertores secos. Murmullos respiratorios anormales que se oyen durante la espiración y se caracterizan por ruidos de alta o baja frecuencia.

Estiramiento. Cualquier maniobra terapéutica pensada para elongar estructuras de tejido blando patológicamente acortadas con el fin de aumentar la amplitud del movimiento.

Estiramiento cíclico. Estiramiento pasivo repetido y por lo general aplicado mediante un aparato mecánico.

Estiramiento selectivo. Proceso de estirar algunos grupos de músculos mientras se deja selectivamente que otros se tensen con el fin de mejorar la función de pacientes con parálisis.

Excursión funcional. Distancia que un músculo puede acortarse después de haberse estirado hasta su longitud máxima.

Extensión terminal. *Ver* **Ejercicio de extensión en recorrido externo.**

Extrapamiento. Tejido atrapado en el exterior de una estructura incapaz de adoptar su relación normal. Cuando un tejido meniscoide queda atrapado fuera de una articulación cigapofisaria y las superficies se deslizan juntas, el movimiento queda bloqueado y la tensión recae sobre el tejido capsular.

Extrusión. Protrusión del núcleo pulposo del disco intervertebral donde la sustancia nuclear atraviesa el anillo externo y queda debajo del ligamento longitudinal posterior.

Fallo postural (síndrome postural doloroso). Postura que se desvía del alineamiento normal, pero que no presenta limitaciones estructurales.

Fatiga general. Respuesta disminuida de una persona durante una actividad física prolongada, como caminar o trotar, que tal vez se deba a una reducción de los niveles de azúcar (glucosa) en sangre, a una reducción de las reservas de glucógeno en músculos e hígado, o a la depleción del potasio, sobre todo en los ancianos.

Fatiga local. Respuesta disminuida del músculo debido a una reducción en las reservas de energía, a una insuficiencia de oxígeno, y a la acumulación de ácido láctico; al influjo del sistema nervioso central; o a una reducción en la conducción de impulsos en la unión mioneural.

Feto. Embrión en desarrollo en el útero pasadas 7 a 8 semanas después de la fertilización hasta el nacimiento.

Fibras de contracción lenta. Fibras de músculo esquelético con un tiempo de reacción lento y mucha capacidad aerobia, apropiadas para la actividad muscular tónica.

Fibras de contracción rápida. Fibras de músculo esquelético con un tiempo de reacción rápido que presentan una elevada capacidad anaerobia y son adecuadas para la actividad muscular fásica.

Fibrosis quística. Enfermedad genética que comprende el mal funcionamiento de las glándulas exocrinas y causa infecciones pulmonares crónicas y disfunción pancreática.

Flebitis. Inflamación de una vena.

Flexibilidad. Capacidad de un músculo y otros tejidos blandos para ejercer una fuerza de estiramiento.

Forma física. Término general que manifiesta un nivel de capacidad cardiovascular que aumenta las reservas de energía para un rendimiento y bienestar óptimos.

Fosfocreatina (PC). Compuesto rico en energía que desempeña un papel crítico en el aporte de energía para las contracciones musculares.

Fractura patológica. Fractura que se produce como resultado de tensiones continuadas menores sobre el hueso ya debilitado por la enfermedad (osteoporosis).

Frecuencia cardíaca máxima de reserva. Diferencia entre la frecuencia cardíaca en reposo y la frecuencia cardíaca máxima.

Frecuencia cardíaca asignada. Frecuencia cardíaca predeterminada que se quiere obtener durante el ejercicio.

Frecuencia del ejercicio. Número de veces que se realiza un ejercicio al cabo del día o de la semana.

Fuerza. Producción de trabajo de un músculo que se contrae. Está relacionada directamente con el grado de tensión que un músculo puede producir.

Ganglión. Abombamiento de la pared de una cápsula articular o de una vaina tendinosa.

Gasto cardíaco. Volumen de sangre bombeada de un ventrículo del corazón por unidad de tiempo; producto de la frecuencia cardíaca y el volumen sistólico.

Gestación. Período de desarrollo desde el tiempo de la fertilización hasta el nacimiento (embarazo).

Glucógeno. Forma de almacenamiento de los hidratos de carbono del cuerpo, que se concentra sobre todo en los músculos y en el hígado.

Hemartrosis. Hemorragia en una articulación, por lo general, por un traumatismo grave.

Hemoptisis. Expectoración de sangre o esputo teñido de sangre procedente del árbol respiratorio y los pulmones.

Hemotórax. Colección o derrame de sangre en la cavidad pleural.

Hernia. Protrusión anormal de un órgano u otra estructura corporal por un defecto u orificio natural en una membrana de revestimiento, un músculo o hueso.

Hiperplasia. Aumento del número de fibras o células.

Hipertrofia. Aumento del tamaño transversal de una fibra o célula.

Hiperventilación. Aumento de la frecuencia y profundidad de la respiración por encima del nivel necesario para una función ventilatoria normal.

Índice de flujo espiratorio. Volumen de aire espirado por unidad de tiempo.

Inhibición activa. Tipo de ejercicio de estiramiento en que se produce inhibición refleja y la posterior elongación de los elementos contráctiles de los músculos.

Intubación. Inserción de una sonda, como una sonda endotraqueal o nasogástrica, en el cuerpo.

Involución. Contracción progresiva del útero tras el parto, que devuelve el órgano casi hasta el tamaño anterior al embarazo.

Juego articular. Laxitud o elasticidad capsulares que permite movimientos de las superficies articulares. Los movimientos comprenden tracción, deslizamiento, compresión, rodamiento y rotación.

Limitación funcional. Limitación por una deficiencia que no es discapacitadora pero interfiere con el funcionamiento normal.

Linfedema. Acumulación excesiva de líquido extravascular y extracelular en los espacios hísticos.

Líquido amniótico. Líquido contenido en el saco amniótico. El feto flota en este líquido, que sirve de protección contra lesiones y ayuda a mantener una temperatura constante en el feto.

Lobectomía. Exéresis quirúrgica del lóbulo de un pulmón.

Lordosis. Convexidad anterior de la columna vertebral. La curva anterior es secundaria o compensatoria y se aprecia en las regiones cervical y lumbar de la columna cuando la columna de los jóvenes adultos se adapta a la posición erguida.

Luxación. Desplazamiento de una porción, por lo general un hueso, de una articulación.

Maniobra de Valsalva. Esfuerzo espiratorio contra la glotis.

Manipulación. Movimiento pasivo que emplea movimientos fisiológicos o accesorios, y que puede aplicarse con un envión o cuando el paciente está anestesiado. El paciente no puede impedir el movimiento.

Mastectomía. Extirpación de una mama.

Medición de los resultados. Actividad que se documenta objetivamente y forma parte del objetivo para la intervención terapéutica.

Meniscectomía. Procedimiento intraarticular de la rodilla por medio del cual se extirpa quirúrgicamente el menisco (fibrocartílago).

Mialgia aguda. Dolor o sensibilidad dolorosa a la palpación en el músculo que se produce durante el ejercicio agotador mientras el músculo se fatiga.

Mialgia diferida. Sensibilidad dolorosa o rigidez de los músculos inducidas por el ejercicio y que se produce 24 a 48 horas después de un ejercicio vigoroso.

Minusvalía. Desventaja social producto de una deficiencia o discapacidad que impide o limita a esa persona desenvolverse en el trabajo, en su ambiente o ámbito social.

Movilización. Movimiento pasivo realizado por el terapeuta a poca velocidad pero suficiente para que el paciente pueda detener el movimiento.

Movilización articular. Tracción pasiva y/o movimientos deslizantes aplicados sobre superficies articulares que mantienen o restablecen el juego articular normalmente permitido por la cápsula, de modo que el mecanismo normal de deslizamiento-rodamiento se produce mientras la persona se mueve.

Movimiento accesorio. Movimiento de una articulación y los tejidos blandos circundantes necesario para la amplitud normal del movimiento, pero que no se ejecuta voluntariamente.

Movimiento fisiológico. Movimiento que realiza normalmente una persona, como flexión, extensión, rotación, abducción y aducción.

Neumonectomía. Exéresis quirúrgica del tejido pulmonar. En algunos casos, el término denota extirpación de todo el pulmón.

Neumonía. Inflamación de los pulmones que se caracteriza por consolidación y exudación; a menudo causada por una infección bacteriana o vírica.

Neumotórax. Presencia o acumulación de aire en la cavidad pleural.

Oclusión. Cierre u obstrucción de un vaso como una arteria o vena.

Ortopnea. Dificultad para respirar en decúbito supino.

Osteoartritis (artropatía degenerativa). Trastorno degenerativo crónico que afecta primariamente al cartílago articular con hipertrofia final del hueso en los bordes de las articulaciones.

Osteoporosis (atrofia ósea). Afección ósea que deriva en la pérdida de masa ósea, estenosis de la diáfisis del hueso y ensanchamiento del conducto medular.

Osteotomía. Corte y realineamiento quirúrgicos del hueso para corregir la deformidad y reducir el dolor.

Palidez. Apariencia blanquecina de la tez.

Parestesia. Sensación anormal urente o punzante.

Patrón capsular. Patrón limitante, característico de cada articulación, que indica que existe un problema en esa articulación.

Percepción final. Calidad de la percepción que experimenta el evaluador cuando aplica presión pasiva al final de la amplitud de movimiento disponible.

Percusión. Técnica empleada con drenaje postural para movilizar las secreciones y desalojar de modo mecánico las secreciones viscosas o adherentes de los pulmones.

Percusión mediada. Técnica empleada para evaluar la relación de aire y tejido sólido en los pulmones.

Plasticidad. Cualidad de los tejidos blandos que les permite mantener un estado elongado tras desaparecer la fuerza de estiramiento.

Pleurectomía. Incisión en la pleura.

Posición de reposo. Posición de la articulación en la que la laxitud es máxima en la cápsula y las estructuras circundantes.

Posición funcional. La posición o amplitud del movimiento en la que el paciente experimenta el máximo bienestar o la mínima tensión sobre los tejidos de la región. Puede denominarse **posición de reposo** o posición neutra. La posición no es estática y tal vez cambie según lo haga la posición del paciente.

Postura. Posición o actitud del cuerpo; disposición relativa de las partes del cuerpo para una actividad específica, o una forma característica de cargar el peso del cuerpo.

Postura cifolordótica. Postura que se caracteriza por una cifosis dorsal exagerada y por lordosis lumbar, y, por lo general, inclinación de la cabeza hacia delante.

Postura cifótica. Postura que se caracteriza por una curvatura posterior exagerada de la columna torácica.

Postura de la cabeza hacia delante. Postura que se caracteriza por un aumento de la flexión de las vértebras cervicales inferiores y dorsales superiores, aumento de la extensión del occipucio sobre la primera vértebra cervical, y aumento de la extensión de las vértebras cervicales superiores.

Postura lordótica. Postura que se caracteriza por un aumento del ángulo lumbosacro, que causa un incremento de la lordosis lumbar, inclinación pélvica anterior, y flexión de las caderas.

Postura relajada en bipedestación. Postura que se caracteriza por deslizamiento del segmento pélvico en sentido anterior, lo cual provoca la extensión de las caderas, y deslizamiento del segmento dorsal en sentido posterior, lo que asu vez provoca la flexión del tórax sobre las vértebras lumbares superiores. El aumento de la lordosis en las vértebras lumbares inferiores, el aumento de la cifosis en la región dorsal, y la inclinación hacia delante de la cabeza son fenómenos que suelen observarse en la postura relajada.

Postura lumbosacra plana. Postura que se caracteriza por la reducción del ángulo lumbosacro, la reducción de la lordosis lumbar, y una inclinación posterior de la pelvis.

Potencia. Trabajo por unidad de tiempo (fuerza × distancia/tiempo) o fuerza por velocidad.

Potencia aeróbica máxima ($\dot{V}O_{2máx}$). Volumen máximo de oxígeno consumido por unidad de tiempo.

Prácticas de estiramiento-acortamiento. Término sinónimo de **entrenamiento pliométrico.**

Preparación física. Aumento de la capacidad energética del músculo mediante un programa de ejercicio.

Prescripción de ejercicio. Programa individualizado de ejercicio que comprende la duración, frecuencia, intensidad y tipo de ejercicio.

Prolapso. Protrusión del núcleo pulposo que sigue contenido por las capas externas del anillo fibroso.

Prueba de esfuerzo. Prueba multiestadios que determina la capacidad funcional cardiovascular de una persona.

Reflujo. Vuelta del flujo de orina a los riñones desde la vejiga.

Rehabilitación con un espectro de velocidades. Ejercicios isocinéticos realizados con gran variedad de velocidades.

Relajación. Esfuerzo consciente por aliviar la tensión de los músculos.

Repetición máxima. Cantidad máxima de peso que puede mover un músculo en toda la amplitud del movimiento un número específico de veces en un ejercicio de contrarresistencia a cargas.

Resistencia de las vías respiratorias. Resistencia al paso del aire a los pulmones que ofrecen los bronquiolos.

Resistencia. Capacidad para aguantar el cansancio.

Resistencia general. Capacidad que tiene una persona para aguantar ejercicios de baja intensidad, como caminar, trotar o escalar, durante un período prolongado.

Resistencia muscular. Capacidad de un músculo para realizar contracciones repetidas durante un período prolongado.

Respiración glosofaríngea. Tipo de ejercicio respiratorio empleado para aumentar la capacidad inspiratoria del paciente que traga aire.

Respiración externa. Intercambio de gases en la membrana alveolocapilar y en los capilares pulmonares.

Respiración interna. Intercambio de gases entre los capilares pulmonares y las células de los tejidos circundantes.

Retraso de los extensores. La amplitud de extensión activa de la rodilla es inferior a la amplitud de extensión pasiva, por lo general como resultado de la inhibición o disfunción del mecanismo del cuádriceps; sinónimo de **retardo del cuádriceps.**

Retraso del cuádriceps. Término sinónimo de **retraso de los extensores.**

Rigidez refleja de la musculatura. Contracción prolongada de un músculo como respuesta a un estímulo doloroso. Esta rigidez cesa cuando disminuye el dolor, pero puede derivar en espasmos musculares.

Rubor. Enrojecimiento de la piel asociada con inflamación.

Series de ejercicio. Número de series de una repetición máxima realizadas durante cada sesión de ejercicio.

Síndrome de dolor crónico. Se emplea para describir a pacientes con lumbalgia crónica que han desarrollado un comportamiento morboso y no tienen esperanza. Ya no existe una relación directa entre el dolor y la discapacidad aparente, y el tratamiento de los síntomas dolorosos no suele influir en la afección. El paciente tal vez requiera una intervención psicológica y sociológica y técnicas para modificar la conducta.

Síndrome por uso excesivo. Síntomas musculoesqueléticos por movimientos repetitivos o excesivos que causan la destrucción del hueso o el tejido conjuntivo. Inicialmente, la respuesta inflamatoria por los microtraumatismos está por debajo del umbral, pero termina llegando al punto de dolor percibido y causa disfunción. Este tipo de síndrome engloba los síndromes del compartimiento tibial, el síndrome del canal carpiano, las bursitis, las tendinitis, la tensión cervical, el síndrome del plexo braquial, el codo de tenista, y el pie forzado.

Sinovectomía. Exéresis quirúrgica de la membrana sinovial (revestimiento de la articulación) en pacientes con hinchazón articular crónica.

Sinovitis. Inflamación de una membrana sinovial; exceso de sinovia normal dentro de una articulación o vaina tendinosa.

Sistema aeróbico. Sistemas aeróbicos de energía en la que se metaboliza el ATP cuando se descomponen los alimentos.

Sistema anaeróbico glucolítico (sistema del ácido láctico). Sistema anaeróbico de energía donde se metaboliza el ATP cuando la glucosa se degrada en ácido láctico.

Sistema de transporte de oxígeno ($\dot{V}O_2$). Se compone del volumen sistólico, la frecuencia cardíaca y la diferencia arteriovenosa de oxígeno.

Sistema del ATP-PC. Sistema anaeróbico de energía donde se metaboliza adenosintrifosfato (ATP) cuando se degrada la fosfocreatina (PC).

Sistemas de energía. Sistemas metabólicos que comprenden una serie de reacciones químicas que derivan en la formación de productos de desecho y la elaboración de adenosintrifosfato (ATP). Entre estos sistemas se encuentra el sistema del ATP-PC (adenosintrifosfato-fosfocreatina), el sistema anaeróbico glucolítico y el sistema aeróbico.

Sobrecarga. Sometimiento del cuerpo o partes de él a una tensión por encima de los niveles que se experimentan normalmente.

Sobreentrenamiento. Fenómeno que causa el deterioro temporal o permanente de la fuerza por culpa del ejercicio, que sobre todo se aprecia clínicamente en pacientes con enfermedad en las motoneuronas inferiores no progresiva y que participan en programas de ejercicio vigoroso de contrarresistencia.

Sobreestiramiento. Estiramiento más allá de la amplitud normal del movimiento de una articulación y de los tejidos blandos circundantes.

Sobrepresión. Fuerza de estiramiento aplicada a los tejidos blandos al final de la amplitud articular.

Subluxación. Luxación incompleta o parcial que a menudo comprende un traumatismo secundario en los tejidos circundantes.

Suspensión. Técnica que se emplea para liberar una parte del cuerpo de la contrarresistencia de la fricción generada al suspender esa parte en un cabestrillo atado a una cuerda que se fija por encima del centro de gravedad o por encima del eje de la articulación.

Tendencia a la extensión. Posición preferida de extensión vertebral (lordosis) en la que remiten los síntomas del paciente. Por lo general, los síntomas aumentan durante la flexión vertebral.

Tendencia a la flexión. Describe la posición de la flexión vertebral en la que remiten los síntomas del paciente. Por lo general, los síntomas se evocan durante la extensión de la columna.

Tendencia a no cargar el peso del cuerpo. Describe la posición preferida en la que los síntomas del paciente remiten en posiciones como tumbado o durante tracción o cuando se reduce la presión sobre la columna al apoyarse en las extremidades superiores (empleando reposabrazos para descargar el tronco), al descansar el tronco en algún respaldo, o sumergidos en una piscina. La afección se considera sensible a la fuerza de la gravedad porque los síntomas se agudizan de pie, al caminar, correr, toser o en actividades similares que aumenten la presión sobre la columna vertebral.

Tendinitis. Cicatrización o presencia de depósitos de calcio en un tendón.

Tendinosis. Degeneración de un tendón por microtraumatismos repetitivos; degeneración del colágeno sin inflamación.

Tenosinovectomía. Exéresis quirúrgica de la proliferación de la membrana sinovial que se separa de las vainas tendinosas.

Tenosinovitis. Inflamación de la vaina sinovial que reviste un tendón.

Tenovaginitis. Engrosamiento de la vaina de un tendón.

Tensión. Carga o fuerza aplicada sobre los tejidos por unidad de área.

Tensión selectiva. Administración de pruebas específicas de modo sistemático para determinar si el lugar de la lesión es una estructura inerte (cápsula articular, ligamento, bolsa, fascia, duramadre o vaina dural en torno a las raíces nerviosas) o una unidad contráctil (músculo con sus tendones e inserciones).

Toracotomía. Todo corte quirúrgico en la pared torácica.

Tracción. Proceso de estirar o tirar.

Tracción estática. Fuerza de tracción constante aplicada y mantenida durante un intervalo largo de tiempo. Puede ser ininterrumpida (prolongada) o sostenida.

Tracción intermitente. Fuerza de tracción que se aplica y detiene alternativamente con intervalos frecuentes, por lo general en un patrón rítmico.

Transferencia del entrenamiento. Traspaso de los efectos de un programa de ejercicio de un modo de ejercicio o ejecución a otro. También conocido como entrenamiento alternativo.

Trombo. Coágulo sanguíneo.

Tromboangitis obliterante (enfermedad de Buerger). Reacción inflamatoria y vasospasmo posterior de las arterias como resultado de la exposición a nicotina.

Tromboflebitis. Oclusión inflamatoria de una vena profunda o superficial con un trombo.

Trombosis. Formación de un coágulo en un vaso sanguíneo.

Vasoconstricción. Estenosis de un vaso sanguíneo por la contracción del músculo liso de las paredes de los vasos, lo cual reduce el riego sanguíneo.

Vendaje compresivo. Vendaje estéril que cubre una incisión quirúrgica nueva para ejercer compresión sobre el lugar de la herida y favorecer la curación.

Ventilación. Movimiento o intercambio de aire dentro y fuera del cuerpo; también se conoce como **respiración externa.**

Vibraciones. Técnica de rápidas sacudidas de pequeña amplitud empleada junto con el drenaje postural para movilizar las secreciones.

Vibraciones vocales o táctiles. Vibración que puede percibirse en la pared torácica cuando habla una persona.

Volumen corriente (VC). Cantidad de aire que inspira y espira una persona durante una inspiración y espiración relajadas.

Volumen de reserva espiratoria (VRE). Cantidad máxima de aire que puede espirar una persona después de una espiración relajada y normal.

Volumen residual (VR). Cantidad de aire que permanece en los pulmones después de una espiración máxima.

Volumen sistólico. Cantidad de sangre que se bombea fuera de los ventrículos con cada contracción (sístole).

Índice alfabético

Los números seguidos por una "f" son figuras; los números seguidos por una "t" son tablas.

A
Abducción en decúbito lateral, 583
Acción de pistón, del tórax, 527
Acetábulo, 319
Ácido láctico, en los músculos, 66
Acortamiento adaptativo. *Ver* contractura
Actina, 130
Actividad de endurecimiento del trabajo, para la rodilla, 378 y s.
Actividades rítmicas, para la respiración controlada, 541 y s.
Adaptación, 105
  programa de ejercicio aeróbico para personas con enfermedad coronaria, 118
Adherencia(s), 129, 202
Adultos ancianos, ejercicio aeróbico, 123-125
Adultos jóvenes, ejercicio aeróbico, 112-124
Alineamiento defectuoso de los huesos, 214 y s.
Almohadilla lumbar, 443
Alvéolos, 528 y s
Amplitud del movimiento (ROM), 35
  activo, en la evaluación del paciente, 21
  en problemas posturales, 443-448
  pasivo
    en la evaluación del paciente 21-22
    percepción final, 21
    sobrepresión, 21
  pérdida, 127
Amplitud funcional. *Ver* Posición funcional
Anamnesis, 20 y s
Anastomosis tendinosa, en la reparación de los tendones extensores de la mano, 307
Andar en cuclillas, 583
Anestesia general, 567
Aneurismectomía, 567
Ángulo Q, 344
Anillo fibroso, 405 y ss.
Antebrazo. *Ver también* Codo
  articulaciones, 277-279
  desequilibrios en la flexibilidad, ejercicios, 288 y ss.
  ejercicios de resistencia manual para, pronación y supinación, 77
  ejercicios de la amplitud del movimiento
    autoasistidos, 49 y s.
    pronación y supinación, 42
  estiramiento de los músculos, 288 y s.
    supinación o pronación, 147 y s.
  fortalecimiento de los músculos, 288-290
  músculos pronadores, 279
  músculos supinadores, 279
  problemas articulares
    cirugía y tratamiento postoperatorio,
    deficiencias/problemas, 279 y s.
    diagnósticos relacionados y etiología de los síntomas, 279 y s.
    limitaciones funcionales/discapacidades, 279 y s.
    problemas agudos, tratamiento, 280 y s.
    problemas subagudos y crónicos, tratamiento, 280 y s.
    tratamiento conservador, 279 y ss.
  síndromes por uso excesivo
    agudos, tratamiento, 285 y s.
    deficiencias/problemas, 285
    diagnósticos relacionados, 285
    etiología de los síntomas, 285
    limitaciones funcionales/discapacidades, 285 y s.
    subagudos o crónicos, tratamiento, 285 y ss.
Antepié, 383
Aparato Can-Do, 94
Aparato(s) de resistencia en cadena cinética cerrada, 94 y s.
Apnea, 532
Apneusis, 533
Árbol traqueobronquial.
  anatomía, 528 y ss.
  función, 528 y s.
Arco doloroso, 22
Arteriografía, 512
Arteriosclerosis obliterante, 509 y s.
Articulación
  anquilosada, 22
  evaluación de la estabilidad y la movilidad, 22
  forma
    ovoide, 161
    sellar (en silla de montar), 161
  hipermóvil, 22
  hipomóvil, 22
  inflamación, 65, 165 y s.
    aguda, terapia, 207
    subaguda, terapia, 209 y s.
  inmovilidad funcional, 165
  laxitud durante el embarazo, 491 y s.
  limitación progresiva, 165
  posición en reposo, 168 y s.
Articulación acromioclavicular (AC), 232 y s.
  deficiencias/problemas, 240
  diagnósticos relacionados y etiología de los síntomas, 240 y s.
  hipermovilidad, 240 y s.
  síndromes por uso excesivo, 240
  subluxaciones o luxaciones, 240
  técnicas de movilización articular
    deslizamiento anterior,
  tratamiento conservador, 241
  tratamiento quirúrgico, 241 y s.
Articulación astragalocalcánea. *Ver* Articulación subastragalina
Articulación astragalocalcaneonavicular, 384 y s.
Articulación astragalonavicular, 385
Articulación calcaneocuboidea, 385
Articulación carpometacarpiana, del pulgar, 181f
  técnicas de movilización articular, 299 y ss.

deslizamientos, 184 y ss.
para la articulación del pulgar, 184 y ss.
tracción, 184 y ss.
deslizamiento volar, 184
Articulación cúbito-menisco-piramidal
automovilización, 299 y s.
subluxación, desbloqueo, 299 y s.
técnicas de movilización articular, 182 y s.
Articulación del tobillo. *Ver* Articulación tibioastragalina
Articulación escafoides-radio, técnicas de movilización articular, 182 y s.
Articulación escapulotorácica, 332 y s.
técnicas de movilización articular,
Articulación esternoclavicular, 232
hipomovilidad, 240
problemas articulares
deficiencias/problemas, 240
diagnósticos relacionados y etiología de los síntomas, 239 y s.
limitaciones funcionales/discapacidades, 240
tratamiento conservador, 240
tratamiento quirúrgico, 240 y s.
subluxaciones o luxaciones, 240
técnicas de movilización articular para
deslizamiento anterior, 176 y s.
deslizamiento inferior, 177
deslizamiento posterior, 176
deslizamiento superior, 177
Articulación femororrotuliana, 347 y s.
técnicas de movilización articular para
deslizamiento distal, 191
deslizamiento medial-lateral, 191
Articulación glenohumeral, 231
artrocinemática, 232
artrodesis del hombro, 244
automovilización, 239 y s.
características, 231
ejercicios autoasistidos de amplitud del movimiento, 238
ejercicios de amplitud del movimiento pasivo, 236
ejercicios de autoestiramiento, 239
ejercicios de estiramiento, 238
ejercicios de la amplitud del movimiento activo, 238
ejercicios pendulares (de Codman), 237 y s, 258
estabilidad, 232
fallos mecánicos, 239
manipulación bajo anestesia, 239
problemas articulares
agudos, 235
agudos, tratamiento, 236
capsulitis adhesiva escapulohumeral, 235 y s.
crónicos, 235
crónicos, tratamiento, 237
deficiencias/problemas, 236
diagnósticos relacionados y etiología de los síntomas, 235
limitaciones funcionales/problemas, 280
síntomas, 236
subagudos, 235
subagudos, tratamiento, 237 y s.
tratamiento quirúrgico, 241 y ss.
programa en casa, 239
sustitución
indicaciones, 241
procedimientos, 241 y s.
resultados a largo plazo, 243
tratamiento postoperatorio, 242
sustitución parcial
indicaciones, 243
procedimientos, 243
tratamiento postoperatorio, 243
técnicas de movilización articular, 236 y s.
deslizamiento anterior, 175
deslizamiento caudal, 172
deslizamiento caudal: alternativa, 172
deslizamiento posterior, 174
progresión del deslizamiento anterior, 175
progresión del deslizamiento caudal, 172
progresión de la elevación, 173
progresión del deslizamiento posterior, 174
tracción, 172
Articulación humerocubital, 278
aumento del juego articular, 281
técnicas de movilización articular.
deslizamiento distal, 179
progresión de la tracción, 178
tracción, 178
Articulación humerorradial, 278
aumento del juego articular, 281
técnicas de movilización articular.
compresión, 180
deslizamiento dorsal o ventral del radio, 179
tracción, 179
Articulación intertarsiana, 385
aumento de la movilidad, 390
técnicas de movilización articular
deslizamiento dorsal, 197
deslizamiento plantar, 196
Articulación mediocarpiana, 294
Articulación metacarpofalángica (MCF), 295
artroplastia con implante metacarpofalángico
indicaciones, 303
tratamiento postoperatorio, 304 y s.
procedimientos, 303
aumento de la movilidad, 300
estiramiento, 149
flexión con extensión de la articulación interfalángica, 315
técnicas de movilización articular
deslizamientos, 186
rotaciones, 186
tracción, 186
Articulación metatarsofalángica, 385 y s.
aumento de la movilidad, 390
ejercicios de la amplitud del movimiento, 47 y s.
movimiento restringido, 388
técnicas de movilización articular, 232
Articulación ovoide, 161, 161f
Articulación radiocarpiana, 181, 294
técnicas de movilización articular para
deslizamiento dorsal, 182
deslizamiento radial, 182
tracción (distracción), 182
deslizamiento palmar, 182
Articulación radiocubital
distal, 277
aumento del juego articular, 282
técnicas de movilización articular, 181 y s.
proximal, 278
aumento del juego articular, 282
técnicas de movilización articular, 180
Articulación sellar (en silla de montar), 161, 161f
Articulación semilunar-radio, técnicas de movilización articular, 183
Articulación subastragalina, 385
artrodesis, 390
aumento de la movilidad, 389
ejercicios de la amplitud del movimiento, inversión y eversión, 46 y s.
movimiento restringido, 388
técnicas de movilización articular
deslizamiento medial o lateral, 195 y s.
tracción, 195
Articulación suprahumeral, 233
Articulación temporomandibular (TM), disfunción, 428
causas, 429
cuadro clínico, 428 y s.
tratamiento, 429 y s.
Articulación tibioastragalina, 384
artrodesis, 392
aumento de la movilidad, 389
movimiento restringido, 388
técnicas de movilización articular
deslizamiento dorsal (posterior), 194
tracción, 193
deslizamiento ventral (anterior), 194
Articulación tibiofemoral, 344
técnicas de movilización articular
deslizamiento anterior, 191
deslizamiento posterior, 190
deslizamiento posterior alternativo, 190 y s.
tracción sobre el eje longitudinal, 189
Articulación tibioperonea, 384
distal
reducción de la movilidad, 388
técnicas de movilización articular, deslizamiento anterior o posterior, 192 y s.
inferior, 384
proximal
reducción de la movilidad, 388
técnicas de movilización articular, deslizamiento anterior, 192
superior, 384
Articulación transversa del tarso, 385
ejercicios de la amplitud del movimiento, supinación y pronación, 46 y s.
movimiento restringido, 388
Articulaciones cigapofisarias, columna, 407
dolor, tracción vertebral, 470 y s.
lesiones
deficiencias/problemas, 422 y s
diagnósticos, 422 y s.
lesiones agudas, tratamiento, 423
lesiones subagudas y crónicas, tratamiento, 424

limitaciones funcionales/discapacidades. 423
patología, 421 y s.
tracción, 424
movilización usando tracción vertebral, 468 y s.
relaciones mecánicas con los discos intervertebrales, 422
Articulaciones interfalángicas, dedos de la mano, 181f, 355
artroplastia con implante interfalángico, proximal
indicaciones, 305
tratamiento postoperatorio, 305 y s.
procedimientos, 305
aumento de la movilidad, 300
ejercicio de la amplitud del movimiento, 43 y s.
ejercicios de resistencia manual, 77 y s.
estiramiento, 149 y s.
flexión, 315 y s.
técnicas de movilización articular
deslizamientos, 186 y s.
rotaciones, 186 y s.
tracción, 185
Articulaciones interfalángicas, dedos del pie, 385 y s.
artrodesis, 392
aumento de la movilidad, 389 y s.
ejercicios de la amplitud del movimiento, 47 y s.
técnicas de movilización articular, 197
Articulaciones intermetacarpianas, técnicas de movilización articular
tracción, 184
deslizamiento palmar, 184
Articulaciones intermetatarsianas, técnicas de movilización articular, 197
Articulaciones tarsometatarsianas, 385
aumento de la movilidad, 389 y s.
técnicas de movilización articular.
deslizamiento dorsal, 196f, 197
deslizamiento plantar, 196
Artritis reumatoide, 127
características, 216 y s.
consideraciones clínicas, 216 y s.
consideraciones sobre el tratamiento
durante la enfermedad activa, 217 y s.
durante el período de remisión, 217 y s.
de la columna, 422 y s.
de la muñeca y la mano, 297 y s.
estadio agudo, tratamiento, 301 y s.
estadio crónico, tratamiento, 301 y s.
estadio subagudo, tratamiento, 301 y s.
reparación de los tendones extensores rotos, 307 y s.
tratamiento conservador, 301 y s.
tratamiento quirúrgico, 301 y s.
de la rodilla, 346 y s.
del codo, 280, 282 y s.
del hombro, 235
del pie y el tobillo, 388
Artritis tras inmovilización, en el hombro, 235 y s.
Artritis traumática, en el hombro, 235 y s
Artritis. *Ver* Artritis reumatoide
Artrocinemática, 159 y ss.
Artrodesis, 225 y s., 325
de la rodilla, 349
del hombro
indicaciones, 243
procedimientos, 244
resultados a largo plazo, 244
tratamiento postoperatorio, 244
del tobillo y el pie, 389 y s.
indicaciones, 480
procedimientos, 481
tratamiento postoperatorio, 481
Artroplastia, 226 y s.
de interposición, 226 y s.
implante interfalángico proximal, 305 y s.
implante metacarpofalángico, 304 y s.
material empleado, 227
por abrasión, 349, 358
por escisión. *Ver* artroplastia por escisión
sustitución articular total, 227
sustitución total de codo, 283 y s.
sustitución total de la articulación del tobillo, 390 y s.
sustitución total de muñeca, 302 y s.
sustitución total de rodilla, 350 y ss.
Artroplastia con implante interfalángico proximal, 305 y s.
Artroplastia de interposición, 226 y s.
Artroplastia por abrasión, de la rodilla, 349, 358
indicaciones, 358
procedimientos, 358
tratamiento postoperatorio, 359
Artroplastia por escisión, 227
con implante, 226
para una metatarsalgia
indicaciones, 392
procedimientos, 392
tratamiento postoperatorio, 393
Artroplastia total de codo
indicaciones, 283 y s.
procedimientos, 283
prótesis metálica con restricción articular, 284
resultados a largo plazo, 284
prótesis sin restricción o con restricción articular parcial
tratamiento postoperatorio, 284
Artroplastia total de muñeca
indicaciones, 302
procedimientos, 302 y s.
tratamiento postoperatorio, 303
Artrosis, 127
características, 219
consideraciones clínicas, 219
consideraciones sobre el tratamiento, 220
de la cadera, 324
de la columna, 423
de la muñeca y la mano, 298
de la rodilla, 346
del codo, 280 y s.
del hombro, 235
del pie y el tobillo, 388
Artrotomía, 224
Asistencia postoperatoria
objetivos y pautas para el ejercicio, 222 y s.
Asistencia preoperatoria
educación del paciente, 222
procedimientos de evaluación, 222
Asma, 562 y s.
cuadro clínico, 562
deficiencias/problemas, 562
objetivos del tratamiento y plan de asistencia, 563
resistencia de las vías respiratorias, 527
Atelectasia, 535, 565, 572
cuadro clínico, 572
deficiencias/problemas, 572
objetivos del tratamiento y plan de asistencia, 572
Atrofia muscular, 27, 131
Aumento de peso, durante el embarazo, 485
Auscultación, en la evaluación del tórax
fisioterapia, 534 y s.
Autoestiramiento, 139
de la articulación temporomandibular, 430
de la cadera, 332 y s.
de la inserción de la cintilla iliotibial, 355
de la mano y la muñeca, 300 y s.
de los músculos eversores del tobillo y el pie, 399
de los músculos extrínsecos de los dedos del pie, 399
de los músculos interóseos, 314
de los músculos lumbricales, 314
del codo, 286 y s.
del hombro, 239, 262 y s.
del músculo aductor del pulgar, 314
del músculo dorsal ancho, 262
del músculo elevador de la escápula, 264, 265f
del músculo extensor común, 314
del músculo flexor profundo de los dedos, 314, 315f
del músculo flexor superficial de los dedos, 314
del músculo pectoral menor, 264
del pie, 398 y s.
del tobillo, 398
Automovilización, de la articulación glenohumeral, 239
Autotracción, vertebral
región cervical, 476
región lumbar, 478

B

Back-to-Work Clinic, 97
Bajar escalones, 377
Bajar las piernas extendidas, 373
bilateral, 456
como prueba de la fuerza abdominal, 576 y s.
Bicicleta, 94
equipamiento para el ejercicio, 94
invertida, 582
Biofeedback (bioretroalimentación), 32, 143
Bloqueo del tejido meniscoide, 471
Bomba de circulación extracorpórea, 568
Bombeo de la tos, 544
Botas lastradas, 91
Bradipnea, 533
Brazo, ejercicios de la amplitud del movimiento, autoasistidos, 49 y s.
Bronconeumonía, 571
Broncospasmo, 535
Bronquiectasia, 563
Bronquiolos, 529

Bronquios
lobulares, 528
principales, 528
segmentarios, 528
Bronquitis crónica, 558 y ss.
cuadro clínico, 559
resistencia de las vías respiratorias, 527
Bullas, 559
Bursitis, 202
del hombro, 244
del psoas, 330
isquioglútea, 331
subacromial, 244 y s.
subdeltoidea, 244 y s.
trocantérea, 330

C

Cabeza
postura, 434 y s.
sostén dinámico, 410
Cabeza del fémur, 319 y s.
Cabeza del radio
excisión
indicaciones, 282
procedimiento, 283
tratamiento postoperatorio, 283
subluxación
distal, 281
proximal, 281
Cadera
ángulo de inclinación, 320
aumento de la fuerza, estabilidad y control en carga, 337 y ss.
autoestiramiento, 322 y s.
desequilibrios musculares, 391-392
dolor referido, 323
ejercicios de contrarresistencia manual
abducción y aducción, 79
extensión, 79
flexión con extensión de la rodilla, 78
hiperextensión, 79
rotación interna y externa, 79
ejercicios de estabilización rítmica, 338
ejercicios de la amplitud del movimiento
abducción y aducción, 51
autoasistidos, 51f
extensión (hiperextensión), 44
flexión y extensión simultáneas, 44
rotación interna (medial) y externa (lateral), 46
suspensión, 56f
tabla deslizante, 54
ejercicios en cadena cinética cerrada, 338
en equilibrio y control ortostático, 324
en la cadena cinética, 320 y s.
estiramiento, 333 y s.
abducción, 151
aducción, 151
extensión de la cadera y flexión de la rodilla, 150 y s.
extensión, 150 y s.
flexión con la rodilla extendida, 150
flexión con la rodilla flexionada, 150
músculos aductores y rotadores internos, 334 y s.
músculos flexores, 333
rotación externa, 151
rotación interna, 152
estructura, 320
flexión activa, 321
flexores, prueba de flexibilidad, 72
fortalecimiento de los músculos de la, 355 y s.
abductores y elevadores de la cadera, 336
aductores, 48
extensores, 337
rotadores externos, 338
fractura. *Ver* Fémur, fractura proximal
función, 319 y s.
huesos, 187
marcha y, 322
movimientos y posturas de la extremidad inferior, 321 y s
músculos o articulaciones tirantes, 321 y s.
nervios, 323
postura, 434 y s.
problemas articulares
cirugía y tratamiento postoperatorio, 325 y s.
deficiencias/problemas, 324
diagnósticos relacionados y etiología de los síntomas, 324
lesiones agudas y subagudas, tratamiento, 324
lesiones subagudas y crónicas, tratamiento, 325
limitaciones funcionales/discapacidades, 324
tratamiento conservador, 324 y s.
síndromes por uso excesivo
deficiencias/problemas, 331
diagnósticos relacionados y etiología de los síntomas, 330 y s.
estadio agudo, tratamiento, 331
estadio crónico, tratamiento, 332
estadio subagudo, tratamiento, 331
limitaciones funcionales/discapacidades, 331
tratamiento conservador, 330 y s.
sustitución parcial, 325, 329
sustitución total de cadera, 325 y s.
técnicas de movilización articular
deslizamiento anterior, 188
deslizamiento caudal, alternativa, 187
deslizamiento caudal, 187
deslizamiento posterior, 188
torsión, 388
Caminar con resistencia, 461
Canal de Guyon, compresión del
deficiencias/problemas, 309
etiología de los síntomas, 309
limitaciones funcionales/discapacidades, 309
tratamiento conservador, 309
tratamiento postoperatorio, 309 y s.
Capacidad anaeróbica, a distintas edades, 122 y s.
Capacidad inspiratoria, 530
Capacidad pulmonar, 530
en neumopatías obstructivas, 558
en trastornos ventilatorios restrictivos, 565, 566f
Capacidad pulmonar total, 530
Capacidad residual funcional, 530
Capacidad vital, 530
Capsulitis adhesiva escapulohumeral, 235 y s.
Carga cíclica, 135
Carga del ejercicio, 82 y s.
Carrera de 1 milla, 104
Carrera de 12 minutos, 104
Cefalea por tensión, 428
Centro de gravedad, durante el embarazo, 488
Cesión de las sarcómeras, 131, 138
Cicatrices, 30 y s.
adherencias del tejido cicatrizal, 129
formación, 206 y s.
lesión de una "antigua cicatriz", 214
parto por cesárea, 504 y s.
Cifosis, 407
aumento, 436 y s.
Cilios, respiratorios, 544 y s.
Cintilla iliotibial
autoestiramiento de la inserción de la, 355
tirante, 322
Cintura escapular
fortalecimiento de los músculos que afectan la postura, 453
función, 253 y s.
Circulación extracorpórea, 568
Cirugía. *Ver también* Asistencia postoperatoria; Asistencia preoperatoria
complicaciones, 221
convencional frente a artroscópica, 224
indicaciones, 221
procedimientos ortopédicos corrientes, 223 y s.
Cirugía cardíaca, 566. *Ver también* paciente sometido a toracotomía
Cirugía cardíaca a cielo abierto, 566
Cirugía de derivación aortocoronaria, programa de ejercicio aeróbico, 117 y s.
Cirugía de revascularización, 513
Cirugía pulmonar, 566 *Ver también* paciente postoracotomía con incisión en la pared torácica, 568 y s.
Claudicación intermitente, 510, 513
tiempo de claudicación, 512
Clavícula
elevación y rotación con movimiento del húmero, 234
resección quirúrgica, 240 y s.
Codo
articulaciones, 178f, 277 y s.
artroplastia total de codo, 283
autoestiramientos, 286 y s.
cápsula del, 278
de golfista, 285
de tenista, 285
desequilibrios en la flexibilidad, ejercicios para, 288 y s
ejercicios de resistencia manual para la, flexión y extensión, 76 y s.
ejercicios de resistencia mecánica, 287f, 288
ejercicios de la amplitud del movimiento
autoasistidos, 49
ejercicios con bastón, 52 y s.
flexión y extensión, 41
poleas suspendidas del techo, 53 y s.
ejercicios en cadena cinética cerrada, 290
ejercicios resistidos, 286 y s.

flexión, 289 y s.
pronación y supinación, 290
estiramientos, 289
extensión, 147 y s., 289
flexión, 147 y s., 289
supinadores y pronadores, 289
fortalecimiento de los músculos, 289 y s.
extensores, 289
flexores, 289
supinadores y pronadores, 289
huesos, 178
miositis osificante, 284
músculos extensores del, 279
músculos flexores del, 278
nervios, 279 y s.
preparación y entrenamiento funcional, 290
problemas articulares
agudos, tratamiento, 280
cirugía y tratamiento postoperatorio, 282 y s.
diagnósticos relacionados y etiología de los síntomas, 280
limitaciones funcionales/discapacidades, 280
subagudos y crónicos, tratamiento, 281
tratamiento conservador, 280
síndromes por uso excesivo
agudos, tratamiento, 286
deficiencias/problemas, 285
diagnósticos relacionados, 285
etiología de los síntomas, 285
limitaciones funcionales/discapacidades, 285 y s.
subagudos y crónicos, tratamiento, 286
subluxación distal de la cabeza del radio, 281
subluxación proximal de la cabeza del radio, 281
técnicas de movilización articular
articulación humerocubital, 177 y s.
articulación humerorradial, 179 y s.
articulación radiocubital, 180 y s.
Colágeno
cambios que afectan a la respuesta a la deformación, 135 y s.
efecto de la edad sobre, 136
efecto de la inactividad, 136
efecto de la inmovilización, 135 y s.
efecto de los corticosteroides, 136
en el proceso de remodelación, 135 y s., 205
en los discos intervertebrales, 407
Colagenosis, 127
Colesterol, en sangre, 117 y s.
Collarín cervical, 426
Colocación pasiva, en problemas agudos de columna, 412
Columna cervical
amplitud del movimiento, 445
artritis reumatoide, 423
autotracción 475
ejercicios de la amplitud del movimiento, 442
amplitud segura, 450
extensión (inclinación hacia atrás o hiperextensión), 48
flexión (inclinación hacia delante), 48
flexión lateral (inclinación lateral), 48
rotación, 48
estiramientos, 445
lesiones musculares y de los tejidos blandos
fase aguda, tratamiento, 425
fases subaguda y crónica, tratamiento, 427
lugar de la lesión, 425
manual, 473
mecánica, 474
posicional, 584
programa en casa, 475
sostén dinámico, 411
tracción para
Columna dorsal, control, 463
Columna lumbar
efecto del movimiento pélvico, 320 y s.
ejercicios de la amplitud del movimiento
extensión, 48
flexión, 48
rotación, 49
equilibrio, 462
lesiones musculares y de los tejidos blandos
fase aguda, tratamiento, 426 y s.
fases subagudas y crónicas, tratamiento, 427 y s.
lugares de las distensiones, 425
protrusión discal
corrección del deslizamiento lateral, 418 y s.
educación del paciente, 419
extensión pasiva, 418
flexión pasiva, 420 y s.
protrusión anterior, 420
protrusión posterior o posterolateral, 418
síntomas, 418
tracción, 420
soporte dinámico, 409
tracción
autotracción, 478
manual, 478
mecánica, 477
posicional, 476
programa en casa, 478
Columna vertebral. *Ver también* Articulaciones cigapofisarias; Disco intervertebral; Problema postural
amplitud del movimiento, 449
articulaciones, 407
cervical. *Ver* Columna cervical
contusiones, 424 y s.
curvas, 457
distensiones, 425 y s.
estabilización dinámica, 449
estabilización rítmica, 449
estabilización transicional, 449
estructura, 406 y s.
estructuras inertes que influyen en el movimiento y la estabilidad, 407 y s.
flexibilidad lateral, 447 y s.
fractura poscompresión, 471
función muscular de la
control excéntrico, 408
músculos de las extremidades que afectan la estabilidad espinal, 409
sostén postural de los músculos del tronco, 408 y s.
lesiones musculares y de tejidos blandos, 425 y s.
deficiencias/problemas, 425
etiología de los síntomas, 425
fase aguda, tratamiento, 426 y s.
fases subaguda y crónica, tratamiento, 427
ligamentos, 408
lumbar. *Ver* Columna lumbar
posición en reposo, 449
problemas agudos, 405-430
colocación pasiva, 412 y s.
educación e implicación del paciente en la asistencia, 412
posición funcional, 412
sensible a la gravedad, 412 y s.
problemas crónicos, 433-465
problemas subagudos, 433-465
procedimientos de tracción. *Ver* tracción vertebral
Comisurotomía, 702-567
Compresión, 132 y s., 163
articular, en la evaluación del paciente, 22
Compresión de la vena cava, 492 y s.
Compresión de raíces de los nervios espinales, 469 y s.
Condromalacia rotuliana, 353
Condroplastia, rodilla, 349, 357
artroscópica, 349
Consumo de oxígeno
durante el ejercicio aeróbico, 109
máximo, 104, 113
miocárdico, 105, 116
Consumo máximo de oxígeno, 104, 113
a distintas edades, 122 y ss.
cálculo, 104
Contracción isométrica, amplitud final, 139
Contracción isotónica, concéntrica, 139
Contractura, 30, 35, 127, 201 ys., 214
adherencias y, 129
definición, 129
irreversible, 130
liberación quirúrgica, 204-225
miostática, 129
pseudomiostática, 130
Control ortostático
caderas y, 323 y s.
preparación y fortalecimiento de los músculos del tobillo y el pie, 339 y s.
resistencia física, 448-463
Contusión, 201 y s.
de la columna, 424 y s.
Convalecencia, prueba de esfuerzo durante, 110
Coordinación
definición, 31 y s.
ejercicios para desarrollar la, 32
objetivo del ejercicio terapéutico, 31 y s.
Corsé, 426
Corticosteroides, 181
Costillas, 408, 526
movimientos durante la respiración, 527
Coxa valga, 321
Coxa vara, 321 y s.
Cremas de salicilatos, tópicas, 67 y s.

Crepitación, 133 y s.
Crioestiramientos, 143
Cuello del útero
borramiento y dilatación, 484
incompetente, 504 y s.
Cuello, curva de deformación, 133 y ss.
Cumplimiento, del programa de ejercicio, 26
Curva de deformación, 132 y ss.

D

Debilidad muscular, 22, 127, 130 y s., 202, 214
Debilidad por acortamiento, muscular, 127
Debilidad por estiramiento, 128 y s.
Dedo del pie en martillo, 388
Dedos de la mano
artroplastia con implante interfalángico, 305 y s.
artroplastia con implante metacarpofalángica, 303 y ss.
ejercicios de contrarresistencia manual, 77 y s.
ejercicios de la amplitud del movimiento
autoasistidos, 19 y s.
para la articulación interfalángica, 43 y s.
estiramiento
articulaciones interfalángicas, 149 y s.
articulaciones metacarpofalángicas, 149
músculos extrínsecos e intrínsecos específicos, 150
técnicas de movilización articular, 299 y s.
articulaciones carpometacarpianas, 184 y s.
rticulaciones intermetacarpianas, 184
articulaciones interfalángicas, 184 y s.
articulaciones metacarpofalángicas, 184 y s.
Dedos del pie en garra, 388
Dedos del pie
autoestiramiento de los músculos extrínsecos, 399
ejercicios de contrarresistencia manual para flexión y extensión, 80 y s.
ejercicios de la amplitud del movimiento para la flexión/extensión y abducción/aducción, 47 y s.
autoasistida, 50 y s.
en garra, 388
en martillo, 388
estiramiento, flexión y extensión, 154
primero, artrodesis, 392
técnicas de movilización articular
articulaciones intermetatarsianas, 196 y s.
articulaciones interfalángicas, 196 y s.
articulaciones metatarsofalángicas, 196 y s.
Deficiencia
definición, 20, 24t
evaluación clínica, 21 y ss.
formación del paciente sobre, 12
identificación, 23 y s.
Deformidad en cuello de cisne, 298
Deformidad en ojal, 298
Dermatomiositis, 127
Derrame articular, 165 y s.
Derrame pleural, 564 y s.
Desentrenamiento, 105
programa de ejercicio aerobio, 119 y s.
Desgarro muscular, 22
Deslizamiento (movimiento articular), 161 y ss.
Deslizamiento de las piernas, 498
Deslizamiento de traslación, 162 y s.
Deslizamiento pélvico, 320 y s.
Deslizamiento, articular, en la evaluación del paciente, 22
Deslizamientos por la pared en bipedestación, 377
Deslizamientos por la pared, 339 y s., 460, 500
en bipedestación, 377 y s.
en decúbito supino asistidos por la gravedad, 370 y s.
Desprendimiento prematuro de placenta, 492 y s.
Destreza
ejercicios para aumentar la, 585 y s.
prueba de, 580 y s.
Destrezas funcionales
definición, 32
ejercicios para desarrollar las, 32
objetivo del ejercicio terapéutico, 31 y s.
Diabetes, durante el embarazo, 505
Diafragma, 526 y s.
Diagnóstico, 23, 24t
Diagnóstico de fisioterapia, 23 y ss.
Diastasis recti abdominis
corrección después de un parto vaginal, 502
definición, 489
ejercicios correctivos, 497
importancia, 489 y s.
incidencia, 488 y s.
prueba, 489
tratamiento, 490
Diferencia arteriovenosa de oxígeno, a distintas edades, 121 y ss.
Discapacidad
definición, 20, 24t
identificación, 25
programa de ejercicio aeróbico, 120 y s.
pruebas para documentar, 23
Discos intervertebrales
función, 405 y s.
lesiones
centralización de los síntomas, 416
corrección del deslizamiento lateral, 418 y s.
deficiencias/problemas, 417
diagnósticos relacionados, 416 y s.
edad y, 413 y s.
educación del paciente, 421
efecto de la rigidez muscular antálgica, 417
efecto de la tracción, 416
efecto de las actividades isométricas, 417
efecto de las estasis y captación de líquidos, 416
efecto de los cambios posturales y las actividades sobre, 516
efecto sobre la mecánica vertebral, 414
en la columna lumbar, 418 y s.
etiología de los síntomas, 415
extensión pasiva, 418
fase aguda, tratamiento, 417
fases subaguda y crónica, tratamiento, 421
flexión pasiva, 420
hernia, 414
inicio y comportamiento de los síntomas, 415
limitaciones funcionales/discapacidades, 417
periferalización de los síntomas, 416
prolapso, 414
protrusión anterior, 420
protrusión posterior o posterolateral, 418
protrusiones, 414
reducción mecánica de la protrusión o los tejidos hinchados, 418 y s.
signos de mejoría, 421
signos objetivos, 415
síntomas, 418
sobrecarga axial, 413
sobrecarga por fatiga y rotura traumática, 413
tracción, 420
tratamiento conservador, 416
relaciones mecánicas de las articulaciones cigapofisarias, 422
tamaño, 408
estructura, 406
soporte dinámico, 403 y s.
Disfunción, 201 y s.
Disfunción articular, 201 y s.
Disfunción femororrotuliana
cirugía y tratamiento postoperatorio, 357 y ss.
deficiencias/problemas, 353
diagnósticos relacionados, 353 y s.
estadio agudo, tratamiento, 354
estadio crónico, tratamiento, 356
estadio subagudo, tratamiento, 354
etiología de los síntomas, 353
limitaciones funcionales/discapacidades, 354
tratamiento conservador, 353 y s.
Disfunción ortostática, 435
Disnea, 522 y s., 558 y s.
Disnea
posiciones de alivio, 560 y s.
prevención y alivio, 541 y s.
Distensibilidad, de los pulmones, 541 y s.
Distensión muscular, 582
Distensión, 201 y s.
de la columna 424 y ss.
definición, 132 y s.
ortostática, de la columna, 425
Distracción, 163 y s.
articular, en la evaluación del paciente, 22
Distrofia simpática refleja, 237
deficiencias/problemas, 257
diagnósticos relacionados, 256
etiología de los síntomas, 257
tratamiento, 237 y s.
Dolor de la incisión, postoracotomía, 567
Dolor discógeno, 414 y s., 471 y s.
Dolor mantenido simpáticamente. *Ver* Distrofia simpática refleja
Dolor por gas intestinal, 504 y s.
Dolor referido
en el hombro, 234 y s.
en el pie, 387 y s.

en la cadera, 323 y s.
en la mano y la muñeca, 297-298
en la región de las nalgas, 323 y s.
en la rodilla, 346
Dolor sacroilíaco, durante el embarazo, 490
Dolor. *Ver también* tipos específicos
como indicación para la movilización articular, 164-165
contraindicación a los ejercicios resistidos, 67
crónico recidivante
factores concurrentes, 214 y s.
mecanismos, 213 y s.
pautas generales del tratamiento, 213 y ss.
en trastornos arteriales, 510 y s.
postoracotomía de la incisión, 567
tracción vertebral para reducir el, 468 y s.
Dos rodillas al pecho, 456
Drenaje postural
contraindicaciones, 547
definición, 541
discontinuo, 553
manual
percusión, 548
sacudimientos, 549
vibración, 548
modificado, 553
objetivos, 547
posiciones, 549
procedimientos del tratamiento, 549
programa en casa, 553
Duración del ejercicio, 83
Dureza, 133
Dynasplint, 137 y s.

E

Ecografía con Doppler, en trastornos arteriales, 512
Edad/envejecimiento
cambios en el colágeno, 181
ejercicio aeróbico, 122 y ss.
papel en el dolor e inflamación crónicas, 214 y s.
problemas de los discos intervertebrales, 413 y s.
volumen y capacidad pulmonar, 530 y s.
Edema. *Ver* Linfedema
Edema con fóvea, 517 y s.
Edema pulmonar, 565 y s.
Ejercicio de contrarresistencia a cargas, 82
Ejercicio de descenso de las piernas, 498 y s.
Ejercicio de elevación de las piernas, a gatas,
Ejercicio de extensión en los últimos grados, para la rodilla, 373
Ejercicio de la boca de riego, 501, 582 y s.
Ejercicio de la escalera digital, 53
Ejercicio de resistencia progresiva ajustable diariamente (ERPAD), 86
Ejercicio en arco corto, 85
Ejercicio en la escalera digital, 53
Ejercicio isométrico repetitivo corto, 88
Ejercicio submáximo, 82
Ejercicio(s) de Buerguer-Allen, 513 y s.
Ejercicios a gatas, 457 y s.
Ejercicios aeróbicos
cambios cardiovasculares con el. ejercicio, 116
en reposo, 116
cambios metabólicos
durante el ejercicio, 117
en reposo, 117
cambios respiratorios
durante el ejercicio, 117
en reposo, 116
con discapacidades y limitaciones funcionales, 120
con enfermedades crónicas y el desentrenamiento, 120
consumo de oxígeno durante, 109
diferencias de edad y
adultos jóvenes, 123
adultos mayores, 124 y s.
niños, 122
duración, 113
durante el embarazo
respuesta de la madre, 491-493
respuesta del feto, 493
durante el puerperio, 502
eficiencia, 108
frecuencia, 113
gasto de energía, 107
intensidad, 107, 112
frecuencia cardíaca durante el ejercicio, 112
frecuencia cardíaca máxima, 112
principio de la especificidad, 113
principio de la sobrecarga, 112
modo, 113
principio de la reversibilidad, 114
problemas, objetivos, y plan de asistencia, 121 y ss.
programa
determinantes, 112 y s.
entrenamiento con intervalos, 115
entrenamiento en circuito, 115
entrenamiento en circuito con intervalos, 115
período de calentamiento, 114
período de ejercicio, 114 y s.
período de recuperación activa, 115 y s.
prueba de esfuerzo en personas convalecientes y de riesgo, 110 y s.
prueba de la forma física para personas sanas, 109
prueba de multiestadios para, 111
reclutamiento de unidades motoras, 106
respuesta cardiovascular, 108
respuesta fisiológica, 108 y s.
respuesta respiratoria, 109
sistemas de energía, 106 y s.
terminología
adaptación, 105
consumo máximo de oxígeno, 104
consumo miocárdico de oxígeno, 105
desentrenamiento, 105
forma física, 104
preparación física, 105
resistencia física, 105
termorregulación, 493
Ejercicios con bastón, 51 y s.
para el músculo pectoral mayor, 263
para movilización del tórax, 543
Ejercicios concéntricos
isotónicos, 68 y s.
mialgia diferida y, 66 y s.
Ejercicios de arco cerrado,
para la rodilla, 373 y s.
Ejercicios de Codman. *Ver* Ejercicio(s) pendulares
Ejercicios de resistencia adaptada, 70
Ejercicios de resistencia progresiva, 81 y s., 86
Ejercicios de estabilización rítmica, 31, 73, 81
para el hombro, 269 y s.
para el tobillo y el pie, 400 y s.
para el tronco, 459 y s.
para la cadera, 338
para la columna, 448 y s.
para la rodilla, 376
Ejercicios de estabilización, 30-31, 72 y s.
dinámica, 72 y s.
durante el embarazo, 498 y s.
objetivos, 30-31
para el hombro, 268 y s.
para problemas posturales, 448 y ss.
rítmica. *Ver* Ejercicios de estabilización rítmica
Ejercicios de extensión. Equilibrio con los ejercicios de flexión, 581 y s.
Ejercicios de flexión, equilibrio con los ejercicios de extensión, 581 y s.
Ejercicios de fortalecimiento
durante el puerperio, 501 y s.
errores corrientes en los programas de fortalecimiento
actividad demasiado agotadora, 580 y s.
no se diferencia la fatiga del esfuerzo, 582
fallos biomecánicos, 583
se altera el diseño original del programa, se hace demasiado hincapié en ejercicios que perpetúan la postura errónea, 583
para el músculo cuadrado lumbar, 336 y s.
para el músculo glúteo mayor, 337
para el músculo glúteo medio, 336 y s.
para la cadera
abductores y elevadores de la cadera, 336 y s.
aductores, 338
extensores, 337
rotadores externos, 337
sugerencias para un programa seguro, 584
Ejercicios de la amplitud del movimiento
activos
definición, 36
dentro de la amplitud indolora, 208 y s.
en problemas ortostáticos, 41 y s.
indicaciones y objetivos, 36 y s.
limitaciones, 37
precauciones y contraindicaciones, 37
activos-asistidos
definición, 36
indicaciones y objetivos, 36
asistidos, 51-56
autoasistidos
para el brazo y el antebrazo, 50
para el tobillo y los dedos del pie, 51
para la articulación glenohumeral, 238 y s.
para la cadera y la rodilla, 51

para la muñeca y la mano, 43-44, 44-45f
de arco completo, 85
de arco corto, 85
ejercicios con bastón, 52 y s.
para el codo, 52
para el hombro, 52
empleando los planos anatómicos de movimiento, 38-49
empleando patrones combinados de movimiento
extremidad inferior, 49
extremidad superior, 49
en embarazos de alto riesgo, 625-626
escalera de dedos, 53
mediante patrones funcionales, 57 y s.
movimiento pasivo continuado, 57
para el antebrazo, 42
para el codo, 41
para el hombro, 40 y s., 236 y s., 257 y ss.
para el músculo bíceps braquial, 41
para el músculo extensor de los dedos, 44
para el músculo recto femoral, 45 y s.
para el músculo tríceps braquial, 42 y s.
para el pulgar y los dedos, 43
para el tobillo, 46 y s.
para la articulación interfalángica
de los dedos de la mano, 43
de los dedos del pie, 47
para la articulación metatarsofalángica, 47
del pulgar, 43 y s.
para la articulación subastragalina, 47
para la articulación temporomandibular, 429 y s.
para la articulación transversa del tarso, 47
para la cadera, 44 y ss.
para la columna cervical, 48
para la columna lumbar, 48
para la escápula, 41
para la mano, 43
para la muñeca, 42
para la rodilla, 44, 348 y s.
para los dedos del pie, 47
para los músculos flexores profundo y superficial de los dedos, 44, 44f
para los músculos isquiotibiales, 45
pasivos
definición, 36
indicaciones y objetivos, 36
limitaciones, 37
precauciones y contraindicaciones, 37
poleoterapia , 53 y s.
para el codo, 54
para el hombro, 53
procedimientos para la aplicación, 38
suspensión, 54 y s.
tabla deslizante para la cadera, 54
unidad de ejercicio recíproco, 55 y s.
Ejercicios de movilización del tórax
aumento de la espiración durante la respiración profunda, 542 y s.
definición, 541
ejercicios con bastón, 543
movilización de la porción superior del tórax, 542 y s.
movilización de los hombros, 542 y s.
movilización de un lado del tórax, 542 y s.
objetivos, 541 y s.
Ejercicios de relajación
base terapéutica, 32
durante el embarazo, 500 y s.
en problemas ortostáticos, 441 y s.
para la región cervical, 442
Ejercicios en bicicleta
invertidos, 581
modificados, 582
Ejercicios en cadena cinética abierta, 69, 85 y s.
para el hombro, 269 y s.
para el tobillo y el pie, 400 y s.
para la rodilla, 371 y s.
Ejercicios en cadena cinética cerrada, 69, 85 y s.
con protección, 209
para el codo, 291
para el hombro, 269
para el tobillo y el pie, 400 y s.
para la cadera, 338
para la rodilla, 371 y s.
dinámicos, 376 y s.
isométricos, 375 y s.
Ejercicios en cadena cinética total, para el hombro, 269 y s.
Ejercicios en carga
para el hombro, 259 y s.
para el tobillo y el pie, 397 y s.
para la cadera, 337 y s.
para la rodilla, 375 y s.
unilaterales, 502
Ejercicios estáticos para el cuádriceps, 372 y s.
con elevaciones de las piernas extendidas, 354 y s.
en carga parcial, 356
en posiciones indoloras, 354 y s.
Ejercicios estáticos, 72
para el hombro, 258 y s.
para la rodilla, 375 y s.
Ejercicios excéntricos, 72, 209 y s.
isotónicos, 68 y s.
mialgia diferida y, 66 y s.
para el hombro,
precauciones, 71-72
Ejercicios isocinéticos, 67 y s.
de velocidad específica, 83 y s.
Ejercicios isométricos en múltiples ángulos, 87 y s.
Ejercicios isométricos, 72. *Ver también* Ejercicios de resistencia, isométrica
de múltiples ángulos, submáximos, 208 y s.
precauciones con, 72 y s.
Ejercicios isotónicos, 68 y s. *Ver también* Ejercicios resistidos
Ejercicios pendulares, para la articulación glenohumeral, 257 y ss.
Ejercicios resistidos, 61-98
Ejercicios resistidos, progresivos, 80 y ss.
adaptados, 70
contraindicaciones
dolor, 67
inflamación, 67
de resistencia progresiva, 212
equipamiento, 89-97
isocinético, 96 y ss.
isométrico, 96
isotónico, 90-96
principios para el uso de, 90
especificidad del entrenamiento, 67
excéntricos, 70 y s.
isocinéticos, 70
entrenamiento isocinético excéntrico, 89
equipamiento, 96 y s.
rehabilitación con espectro de velocidades, 88 y s.
isométricos, 72
de múltiples ángulos, 88
ejercicio isométrico resistido, 72
ejercicios de estabilización, 72
ejercicios estáticos, 72
en la rehabilitación y puesta en forma, 88
equipamiento, 96
precauciones, 73
repetitivos cortos, 88
isotónicos
concéntricos frente a excéntricos, 68
constantes frente a variables, 68
ejercicios de resistencia variable, 68
ejercicios de estiramiento-acortamiento, 87
en cadena cinética abierta frente a cerrada, 69
entrenamiento en circuito con pesas, 87
equipamiento, 89-96
manuales frente a mecánicos, 68
técnica de resistencia progresiva
ajustable diariamente, 86
técnica de DeLorme, 86
técnica Oxford, 86
manuales
definición, 62, 73
modificaciones, 81
para el antebrazo, 77
para el codo, 77
para el hombro, 76 y s.
para el tobillo, 80
para la cadera, 78 y s.
para la escápula, 76 y s.
para la muñeca, 77
para la región cervical, 451 y s.
para la rodilla, 80
para los dedos del pie, 81
para los dedos y el pulgar, 78
principios, 73 y s.
mecánicos
carga del ejercicio, 83
de arco corto frente a completo, 85
definición, 62, 81
duración del ejercicio, 83
ejercicio submáximo, 82
en cadena cinemática abierta frente a cerrada, 88-89
intensidad del ejercicio, 82
modo de ejercicio, 84
número de repeticiones, 82
para el codo, 346, 346f
para la muñeca y la mano, 383-384
posición del paciente, 85
series y frecuencia del ejercicio, 83
variables, 82 y ss.
velocidad del ejercicio, 83
objetivos
aumento de la fuerza, 62
aumento de la potencia, 62 y s.
aumento de la resistencia muscular, 62
para el codo, 285 y s.

flexión, 289 y s.
pronación y supinación, 290
para el hombro, 258-271
para el tobillo y el pie, 400 y s.
precauciones
cardiovasculares, 63
fatiga, 64
mialgia inducida por el ejercicio,
movimientos sustitutivos, 65
osteoporosis, 65
recuperación del ejercicio, 64
sobreentrenamiento, 65
transferencia del entrenamiento, 68
Ejercicios respiratorios
durante el embarazo, 529
enseñanza de los, 535 y s.
entrenamiento de la resistencia inspiratoria, 538 y s.
entrenamiento de los músculos respiratorios, 538, 541
espirometría incentivada, 539
indicaciones, 536
objetivos, 536
precauciones, 536
prevención/alivio de la disnea, 541
respiración con los labios fruncidos, 541
respiración diafragmática, 537
respiración glosofaríngea, 540 y s.
respiración segmentaria, 539 y s.
Elasticidad, del tejido blando, 130
Electrocardiograma, ejercicio, 110
Elevación de cabeza, 497
con inclinación pélvica, 497 y s.
Elevación de las piernas, prueba de fuerza de los músculos extensores de la espalda, 578
Elevación del tórax, en decúbito prono, prueba de fuerza de los extensores de la espalda, 578
Elevación pélvica, 456 y s., 498
Elevaciones crurales a gatas, 499
Elongación permanente, 137 y s.
Embarazo, 483-507
aumento de peso, 487
ambios
primer trimestre, 484
segundo trimestre, 484
tercer trimestre, 484
centro de gravedad, 488
de alto riesgo
afecciones consideradas de alto riesgo, 504
deficiencias/problemas de las pacientes encamadas, 505
definición, 504
objetivos y plan para el tratamiento, 505
pautas y precauciones, 506
programas de ejercicio, 506
deficiencias/problemas potenciales, 493
diastasis recti abdominis, 489 y s.
disfunción del suelo de la pelvis, 491
ejercicio aeróbico
respuesta de la madre, 492
respuesta del feto, 493
ejercicio
contraindicaciones, 496
ejercicios de forma física, 496
ejercicios que no son seguros,
objetivos y plan, 494
pautas para las instrucciones, 495
secuencia para la clase de ejercicio, 496
ejercicios de estabilización, 498
ejercicios de flexibilidad del periné y los aductores, 500
ejercicios de la musculatura abdominal, 497
ejercicios de relajación, 500 y s.
ejercicios posturales, 497
ejercicios respiratorios, 500 y s.
equilibrio, 488
fortalecimiento de las extremidades superiores e inferiores, 499
laxitud articular, 492
lumbalgia y dolor pélvico, 490
postura, 488 y s., 496 y s.
preparación de la conciencia y fortalecimiento del suelo de la pelvis, 499
preparación del movimiento pélvico, 499
sistema cardiovascular, 487
sistema musculoesquelético, 488
sistema reproductor, 487
sistema respiratorio, 487
sistema termorregulador, 488
sistema urinario, 487
varices, 491
Embolia gaseosa
durante el embarazo, 495
durante el puerperio, 502
Embolia pulmonar, 565
Enfermedad arterial oclusiva progresiva, 510
Enfermedad de las vías respiratorias periféricas, 558 y s.
Enfermedad coronaria, programa de ejercicio aerobio, 117 y s.
cambios adaptativos, 119
ejercicios de brazos frente a piernas, 118 y s,
fase hospitalaria de, 117 y s.
fases extrahospitalarias, 118 y s.
Enfermedad de Buerger. *Ver* Tromboangitis obliterante
Enfermedad de Raynaud, 509 y s.
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), 557 y s.
cuadro clínico, 559
deterioro/problemas, 560
índice de flujo espiratorio, 528
objetivos del tratamiento y plan de asistencia, 560
términos sinónimos, 558
Enfermedad vascular arterioesclerótica, crónica, 510, 513
Enfermedad vascular periférica, 509-522
Enfermedad, definición, 24t
Enfermedades crónicas, programa de ejercicio aeróbico, 120
Enfisema, 558 y s
Entrenamiento activo-resistido, 82
Entrenamiento alternativo, 68
Entrenamiento con intervalos, 115
Entrenamiento con pesas en circuito, 87
Entrenamiento continuado, 114
Entrenamiento de la fuerza, 61
Entrenamiento de la resistencia inspiratoria, 538
Entrenamiento de sobrecarga, 28, 82
Entrenamiento del equilibrio, 338
Entrenamiento en circuito, 115
Entrenamiento en circuito con intervalos, 115
Entrenamiento isocinético excéntrico, 89 y s.
Entrenamiento neuromuscular reactivo, 87
Entrenamiento pliométrico, 71, 87
de la rodilla, 377
del hombro, 271 y s.
Epicondilitis
lateral, 285
medial, 285
Equilibrio
caderas, 323 y s.
definición, 32
durante el embarazo, 488
ejercicios para desarrollar, 32
fortalecimiento del tobillo y el pie, 401
objetivo del ejercicio terapéutico, 31 y s.
rodillas, 377
Equipamiento de resistencia variable, 92 y ss.
Error en el entrenamiento, 214 y s.
Escápula
control escapular en problemas de hombro, 259
ejercicios de resistencia manual
elevación y depresión, 76
protracción y retracción, 76 y s.
ejercicios de la amplitud del movimiento, 40 y s.
elevación, 269
estabilidad, 233
estiramiento, 148, 444 y s.
movimientos, 232 y s.
protracción, 268 y s.
prueba de flexibilidad de los protractores, 579 y s.
resistencia manual a los movimientos, 268
retracción, 268 y s.
con abducción del hombro y rotación lateral, 270
con abducción horizontal del hombro, 270
rotación ascendente, 269
Escleredema, 518
Esclerodermia, 127
Esclerosis múltiple, 64
Escoliosis, 322, 438 y s.
cervical. *Ver* Tortícolis
estructural, 438
funcional (postural), 438, 447
no estructural, 438
Esguince, 201 y s.
de la mano, 231 y s.
de la rodilla, 361 y ss.
del tobillo, 365 y s.
Espalda
dolor durante el embarazo, 490
porción superior plana, 436
prueba de fuerza de los músculos extensores de la espalda
elevaciones de las piernas, 578
con elevaciones del tórax en decúbito prono, 578
Espalda redonda, 436 y s.
Espasmos musculares, 21, 31 y s., 66, 202, 206 y s.
como indicación de la movilización articular, 164 y s.
en torno al hombro, 238 y s.

tracción vertebral, 470 y s.
Espasticidad muscular, 21
Especificidad del entrenamiento, 67 y s., 84, 104 y s., 113
Espiración
músculos de la, 526 y s.
relajada, 526 y s.
Espirometría de circuito abierto, 107 y s.
Espirometría
incentivada, 538 y s.
portátil de circuito abierto, 107
Espondilosis, 423
Estabilidad, 73
pautas para el desarrollo, 31
Estabilización dinámica, 73
de la columna, 448 y s.
Estabilización transicional
de la columna, 449 y s.
de las regiones cervical y dorsal, 451 y s.
del tronco, 461
Estasis del líquido hístico, en la columna, 414
Estenosis de los agujeros intervertebrales, 470
Estenosis vertebral, 422, 470
Esternotomía mediana, 567 y s.
Estertores crepitantes, 535
Estertores secos, 535
Estiramiento cíclico, 138
Estiramiento de vallista, 585
Estiramiento estático, 137
Estiramiento selectivo, 128 y s.
Estiramiento, 127-154. *Ver también* autoestiramiento; Tracción vertebral; inhibición activa. *Ver* Inhibición activa
balístico, 137
cíclico, 138
contraindicaciones, 144 y s.
crioestiramiento, 143
de la cadera, 149 y s.
músculos aductores y rotadores internos, 334 y s.
músculos flexores, 332 y s.
de la columna cervical, 445
de la mano, 314 y s.
de la muñeca, 148 y s., 314
de la musculatura de las extremidades inferiores, 447
de la musculatura escapular y humeral, 147 y s., 444 y s.
de la rodilla, 150 y s.
de los dedos del pie, 154
de los dedos, 149
de los músculos escalenos, 443 y s.
de los músculos intercostales, 443 y s.
de los músculos isquiotibiales, 334, 370
de los músculos pectorales, 542 y s.
definición, 127 y s.
del antebrazo, 147 y s.
del codo, 147 y s.
extensores, 289 y s.
flexores, 288 y s.
supinadores y pronadores, 289 y s.
del hombro, 144 y s., 239
del músculo bíceps braquial, 265 y s.
del músculo cuádriceps femoral, 370 y s.
del músculo deltoides, 265 y s.
del músculo dorsal ancho, 262 y s.
del músculo elevador de la escápula, 264 y s.
del músculo erector de la columna, 445 y s.
del músculo gastrocnemio, 332 y s.
del músculo glúteo mayor, 333 y s.
del músculo pectoral mayor, 263 y s.
del músculo pectoral menor, 263 y s.
del músculo recto femoral, 332 y s., 370 y s.
del músculo suboccipital, 444 y s.
del músculo tríceps braquial, 265 y s.
del tensor de la fascia lata, 332 y s.
del tobillo, 153 y s.
estático, 136 y s.
flexibilidad y, 127 y s.
gastrocnemio y sóleo, 585
indicaciones y objetivos, 140
pasivo, 30, 35
afecciones que requieren precauciones especiales, 165 y s.
definición, 128
estático frente a balístico, 136 y s.
evaluación del paciente antes de, 140
manual, 136 y s.
mecánico cíclico, 138
mecánico prolongado, 137
movilización articular frente a, 163
procedimientos para aplicar, 140 y s.
precauciones, 144
selectivo, 128 y s.
sobreestiramiento, 128 y s.
técnicas que emplean los planos anatómicos de movimiento, 144 y s., 154
términos relacionados, 127 y s.
Estiramientos balísticos, 137
Estrés, definición, 132
Evaluación clínica. *Ver* Evaluación del paciente, clínica
Evaluación de las necesidades, 19-25
Evaluación del esputo, 535
Evaluación del paciente, 19-26
anamnesis, 20
clínica
documentación de la limitación funcional, discapacidad o minusvalía, 23
inspección, 21
palpación, 22
provocación: procedimientos de tensión selectiva, 21 y s.
pruebas neurológicas, 23
sistema cardiovascular, 23
sistema respiratorio, 23
valuación de las necesidades, 20-25
evaluación previa, 23-25
identificación de limitaciones funcionales/discapacidades, 25
identificación de minusvalías, 25
identificación del diagnóstico y deficiencias, 23 y s.
para la movilización articular, 166 y s.
preoperatoria, 221 y s.
transferencia de pacientes, 25
para el estiramiento pasivo, 140
para la fisioterapia de tórax, 531 y ss.
Excursión funcional, 35
Exhalación por la boca
después de un parto por cesárea, 504
para despejar las vías respiratorias, 546 y s.
Extensión de las caderas a gatas, 502
Extensión metacarpofalángica, 316
Extrapamiento, 422
Extremidad inferior
asimetrías que causan problemas ortostáticos, 439 y s.
musculatura, estiramiento, 447
pierna más corta unilateral, 322
prueba de fuerza, con saltos de altura o longitud, 578
Extremidad superior
debilidad en casos de mastectomía, 521
prueba de fuerza
con flexiones de brazos, 577 y s.
con mentones, 577 y s.
prueba de lanzar una pelota, 578
Extremidad, mediciones de los perímetros, 516 y s.

F

Falanges, proximales, luxación dorsal en las cabezas de los metatarsianos, 388
Fallos posturales, 435
Faringe, 528
Fascia lumbodorsal. *Ver* Fascia toracolumbar
Fascia toracolumbar, 407 y s.
anatomía, 409 y s.
Fascitis plantar, 393 y s.
Fatiga muscular, 582
general. 64
local, 64
Fatiga, 134
asociada con enfermedades específicas, 64
durante ejercicios de resistencia física, 64
muscular general, 64
muscular local, 64
Fémur, fractura proximal, 328 y s.
extracapsular, 329
intracapsular, 329
reducción abierta y fijación interna, 329 y s.
reducción cerrada, 329
tratamiento postoperatorio, 329 y s.
Fémur, movimientos, 317 y s.
Férula dinámica, 137 y s.
Férula, postural, 464
Feto, respuesta al ejercicio aerobio de la madre, 493
Fibras colágenas, 134 y s.
interpretación de la curva de deformación, 135
Fibras de contracción rápida, 106 y s.
Fibras de elastina, 133 y s.
Fibras de reticulina, 133 y s.
Fibras musculares, 130
Fibroblastos, 205
Fibrosis quística, 546 y s.
cuadro clínico, 546 y s.
deficiencias/problemas, 564
objetivos del tratamiento y plan de asistencia, 564 y s.
Fibrosis pulmonar, 564 y s.
Fijación biológica, 325 y s.
Fijación sin cemento, 325 y s.
Fisioterapia respiratoria,
drenaje postural, 525 y ss.
ejercicios de movilización del tórax, 541 y s.
aspecto del paciente, 531 y s.
auscultación, 533 y s.

evaluación, 531 y s.
entrevista con la familia, 531 y s.
forma del tórax, 532
patrones respiratorios, 532 y s.
percusión mediata, 533 y s.
palpación, 532 y s.
postura del paciente, 532
propósito de, 530 y s.
tos, 544 y ss.
tos y esputo, 535
ejercicios respiratorios. *Ver* Ejercicios respiratorios
postoracotomía, 565-570
Flebografía, 515 y s.
Flebotrombosis, 515 y s.
Flexibilidad
de los tejidos blandos, 30
definición, 127 y s.
dinámica, 127 y s.
ejercicios para la, 30, 128
errores comunes en los programas de desequilibrios en la flexibilidad, 584
dolor durante el ejercicio, 584
empleo de estiramientos balísticos, 584
énfasis indebido, 584
errores biomecánicos, 584 y s.
objetivo del ejercicio terapéutico, 30
pasiva, 127 y s.
prueba de la, 578 y s.
sugerencias para un programa seguro, 585 y s.
Flexión de las articulaciones IFD e IFP, 300 y s.
Flexiones de abdominales, 455 y s., 581
como prueba de la fuerza abdominal, 576
diagonales, 455 y s.
sólo en descenso, 455 y s.
Flexiones de brazos
como prueba de la fuerza de las extremidades superiores, 577 y s.
con estabilización del tronco, 460
en bipedestación, 499
Flexiones de isquiotibiales, 374 y s.
Flexiones de tronco, 498 y s.
Flexiones máximas de rodilla, 583
Forma física, 103 y s.
ejercicios durante el embarazo, 495 y s.
objetivos nacionales, 103 y s.
Formación del paciente, 27
en lesiones de discos intervertebrales, 418 y ss.
en problemas agudos de columna, 412 y s.
en problemas posturales, 443
preoperatorio, 221 y s.
Fórmula de Karvonen, 112
Fosas nasales, 528
Fosfágeno, 106 y s.
Fractura
consideraciones clínicas
consideraciones del tratamiento durante la inmovilización, 220
de la columna, 471 y s.
después de la inmovilización, 221
durante la inmovilización, 220
patológica, 65, 329 y s.
por sobrecarga, 133 y s.
proximal del fémur, 328 y s.
Frecuencia cardíaca, 105
a distintas edades, 121-125
durante el embarazo, 488
ejercicio, 29 y s., 112
en reposo, 29
fetal,
máxima, 112
Frecuencia del ejercicio, 83
Frecuencia respiratoria, durante el ejercicio aeróbico, 492 y s.
Fuerza
a distintas edades, 122
aumento de la
cambios del sistema neuromuscular, 28 y s.
factores físicos que influyen en, 27 y s.
pautas, 28 y s.
reclutamiento de unidades motoras, 28 y s.
ejercicios resistidos para aumentar la, 61 y s.
fuerza de deformación, 133
fuerza límite, 133, 135 y s.
normal, 27
objetivo del ejercicio terapéutico, 27 y s.
prueba de la, 575-578
resistencia a la flexión, 133
Fuerza de cizallamiento, 132 y s.
Fuerza de deformación, 133
Fuerza material, de los tejidos blandos, 132 y s.

G

Ganglión, 201 y s.
Gasto cardíaco, 29 y s., 407 y s.
a distintas edades, 121 y ss.
efectos del entrenamiento, 115 y s.
respuesta al ejercicio, 108 y s.
Gasto de energía
a diario, 107
durante el ejercicio aeróbico, 106 y s., 492 y s.
Gestación múltiple, 505
Gota, 388
Grasa, corporal, 117 y s.
Gravedad, 26 y s.

H

Hábitos posturales, 435
Hacer el puente, 337, 459 y s.
en carga total sobre la cabeza y los pies, 583
Hallux valgus, 322 y s., 388
Healthy People 104*f*
Hemartrosis, 201 y s.
Hematócrito, 492 y s.
Hemoptisis, 535, 547 y s.
grave, 563 y s.
leve, 563 y s.
Hemotórax, 567 y s., 573
Hiperemia reactiva, prueba, 511 y s.
Hiperextensión de la rodilla, 322 y s.
Hiperlordosis, 436
Hipermovilidad, articular, 165
Hiperplasia, muscular, 28
Hipertensión, relacionada con el embarazo, 505
Hipertrofia, muscular, 28, 61 y s., 116 y s.
Hiperventilación, 532 y s.
Hombro
articulaciones funcionales, 232 y s.
articulaciones sinoviales, 231 y s.
artritis, 234 y s.
artrodesis, 243 y s.
aumento de la resistencia física, 271 y s.
autoestiramiento
abducción y elevación del brazo, 261 y s.
extensión, 261 y s.
flexión y elevación del brazo, 261 y s.
rotación externa (lateral), 261 y s.
artritis adhesiva escapulohumeral, 235 y s.
corrección de desequilibrios de la flexibilidad, 260-271
desequilibrio postural/desequilibrio de la longitud-fuerza de los músculos, 244 y s.
distrofia simpática refleja, 256 y s.
dolor referido, 234 y s.
ejercicios de autocontrarresistencia, 259
ejercicios de cambio de marchas, 257 y s.
ejercicios de contrarresistencia manual
abducción y aducción, 75 y s.
abducción y aducción horizontales, 75 y s.
extensión, 75 y s.
flexión, 74 y s.
hiperextensión, 75 y s.
rotación interna y externa, 75 y s.
ejercicios de estabilización rítmica, 269 y s.
ejercicios de estabilización, 268 y s.
ejercicios de la amplitud del movimiento, 261-266
abducción (extensión) y aducción (flexión) horizontales, 40 y s.
abducción y aducción, 39 y s.
autoasistidos, 49 y s., 257 y s.
ejercicios con bastón, 52 y s.
escalera digital, 53
extensión (hiperextensión), 39
flexión y extensión, 39
poleas por encima de la cabeza, 53 y s.
rotación interna (medial) y externa (lateral), 40
rotación, 257 y s.
suspensión, 55*f*
ejercicios en cadena cinética abierta, 269 y s.
ejercicios en cadena cinética cerrada, 268 y s.
ejercicios en cadena total, 269
ejercicios en carga, 259 y s.
ejercicios estáticos, técnicas, 258 y s.
ejercicios pliométricos, 271 y s.
ejercicios resistidos, 276 y ss.
abducción en el plano de la escápula, 258 y s.
abducción y abducción en el plano de la escápula, 266 y s.
abducción, 258 y s.
aducción del húmero y depresión escapular, 271
aducción, 268
elevación escapular, 268 y s.
elevación/depresión escapular, 259
extensión, 268
flexión del codo con supinación del antebrazo, 259
flexión, 268

protracción escapular y aducción horizontal, 271
protracción escapular, 259, 268
retracción escapular, 259, 268 y ss.
rotación escapular ascendente y descendente, 259
rotación escapular ascendente, 268 y s.
rotación externa, 258 y ss.
rotación interna, 258 y ss.
entrenamiento excéntrico, 271 y s.
espasmos musculares, 238 y s.
estiramiento
abducción horizontal, 147
abducción, 146
aducción, 146
flexión, 145
hiperextensión, 145 y s.
rotación externa, 146 y s.
rotación interna, 147
estructura, 231 y s.
fortalecimiento de los músculos, 259 y ss.
función, 231 y ss.
huesos y articulación, 172
inestabilidad/subluxaciones, 245
luxación
anterior recidivante, 253 y s.
anterior, 251 y s.
diagnósticos relacionados, 251
etiología de los síntomas, 251
indicaciones para la cirugía, 253 y s.
limitaciones funcionales/discapacidades, 251 y s.
posterior recidivante, 254 y s.
posterior, 251
procedimientos quirúrgicos, 253 y s.
recidivante, 251
reducción cerrada, 251 y ss.
tratamiento conservador, 251 y ss.
tratamiento postoperatorio, 254 y s.
problemas articulares
cocontracción de los músculos de la cintura escapular, 259-260
inhibición del dolor y la rigidez refleja de la musculatura, 257 y s.
mantenimiento de la integridad de los tejidos blandos y la movilidad, 257 y s.
mantenimiento del control de la cabeza del húmero, 258 y s.
mantenimiento del control escapular, 259 y s.
problemas agudos y subagudos, tratamiento, 257 y s.
problemas subagudos y crónicos, 259 y s.
tratamiento conservador, 312 y s.
tratamiento quirúrgico, 241 y s.
síndrome del plexo braquial, 255 y s.
síndromes dolorosos del hombro
deficiencias/problemas, 246 y s.
diagnósticos relacionados, 244 y s.
etiología de los síntomas, 245
limitaciones funcionales/discapacidades, 246 y s.
tratamiento conservador, 245 y s.
tratamiento postoperatorio, 248-251
síndromes por compresión
indicaciones para la cirugía, 248
procedimientos quirúrgicos, 248
tratamiento postoperatorio, 249
sustitución parcial, 243 y s.
sustitución total del hombro, 241 y s.
técnicas de movilización articular, 242 y s.
articulación acromioclavicular, 175 y s.
articulación escapulotorácica, 177
articulación esternoclavicular, 175 y s.
articulación glenohumeral, 171 y s.
tras mastectomía, 520 y s.
Húmero
control de la cabeza del húmero en problemas del hombro, 258 y s.
depresión, voluntaria, 238 y s.
elevación en el plano de la escápula, 234 y s.
musculatura, estiramiento, 444 y s.
rotación externa con elevación completa durante la abducción, 234
rotación interna con elevación completa durante la flexión, 234
sustitución de la cabeza del, 243 y s.
Humidificación, 546
Husos musculares, 130 y s.
Hydra-Gym, 93 y s.

I

Inactividad, 136
Inclinación hacia delante, como prueba de flexibilidad, 579
Inclinación pélvica, 453
a gatas, 498
anterior (anteversión), 320 y s.
control, 462 y s.
lateral, 321
posterior (retroversión) resistida, 498 y s.
posterior (retroversión), 320 y s.
Incontinencia, conciencia del suelo de la pelvis
Índice de flujo espiratorio, 528
Infarto de miocardio, programa de ejercicio aerobio, 117 y s.
Inflamación
aguda
características, 204 y s.
consideraciones clínicas, 206 y s.
consideraciones sobre el tratamiento, 208 y s.
signos clínicos, 204 y s.
contraindicación para los ejercicios resistidos, 67
crónica, 205
articular, 166
características, 206
consideraciones clínicas, 211 y s.
consideraciones sobre el tratamiento, 212 y ss.
factores concurrentes, 214 y s.
mecanismos, 213 y s.
pautas del tratamiento general, 213 y s.
signos clínicos, 206
subaguda
características, 203 y s.
consideraciones clínicas, 208 y s.
consideraciones sobre el tratamiento, 210 y s.
signos clínicos, 205
Inhibición activa, 30
contracción del músculo agonista, 139 y ss.
de los músculos isquiotibiales, 370
definición, 128 y ss.
del músculo cuádriceps femoral, 370 y s.
del músculo extensor radial corto del carpo, 286 y s.
precauciones, 141 y s.
técnica de sustentación-relajación, 138 y ss.
con contracción del músculo agonista, 139 y ss.
técnicas, 141 y s.
Inhibición autógena, 138 y s.
Inhibición recíproca, 139 y s.
Injerto tendinoso, en la reparación de los tendones extensores de la mano, 307 y s.
Inmovilidad funcional, como indicaciones para la movilización articular, 165
Inmovilización, 37, 127, 130, 135 y s., 206
Inspección, durante la evaluación clínica, 20 y s.
Inspiración, músculos, 525 y s.
Insuficiencia activa, 35
Insuficiencia pasiva, 35
Insuficiencia venosa, crónica, 515 y s.
signos y síntomas, 515 y s.
tratamiento, 516 y s.
Insuficiencia, curva de deformación, 133, 135 y s.
Intensidad del ejercicio, 82
Intubación endotraqueal, 567 y s.
Isquemia miocárdica, 105

K

Kilocaloría, 107

L

Lanzamiento de pelota, como prueba de la fuerza de los brazos, 578
Laringe, 528
Lesión ligamentaria
de la rodilla, 360 y ss.
del pie o el tobillo, 394 y ss.
rotura, reparación quirúrgica, 224 y s.
Lesiones por distensión repetitiva, 201, 213 y s.
Ley de la inervación recíproca de Sherrington, 32
Ley de Wolff, 27
Liberación de los tejidos blandos, 224 y s.
Liberación del retináculo, lateral de la rótula.
indicaciones, 356 y s.
procedimientos, 356 y s.
tratamiento postoperatorio, 357
Ligamento
aumento de la fuerza, 28 y s.
composición, 135
composición, 135
en la columna, 407 y s.
inflamación
agudo, terapia, 207
subagudo, terapia, 209 y s.
Ligamento calcaneoperoneo, roturas, 395 y s.
Ligamento colateral medial, lesión, 360 y s.
Ligamento cruzado anterior
deficiencia del, 339 y s.
lesiones, 360 y s.
tratamiento conservador, 361 y s.
reconstrucción intraarticular
indicaciones, 362

material del injerto, 361 y s.
procedimientos, 362
tratamiento postoperatorio, 362 y ss.
Ligamento cruzado posterior
lesiones, 360 y s.
tratamiento postoperatorio, 360 y s.
reconstrucción
indicaciones, 364 y s.
procedimientos, 364 y s.
tratamiento postoperatorio, 364 y s.
Ligamento cruzado. *Ver* Ligamento cruzado anterior; ligamento cruzado posterior
Ligamento iliofemoral, 434 y s.
Ligamento peroneoastragalino, anterior, roturas, 395 y s.
Ligamentos intertransversos, 409
Limitación progresiva como indicación para movilización articular, 165
Limitaciones funcionales
definición, 20, 24t
evaluación clínica, 21 y s.
identificación, 25
programa de ejercicio aeróbico, 120 y s.
pruebas de documentación, 23
Límite de la resistencia física, 133 y s.
Límite elástico, 132 y s.
Linfedema
base del problema, 517 y s.
causas, 517 y s.
con fóvea, 517 y s.
en casos de mastectomía, 518 y s.
escleredema, 517 y s.
evaluación, 517 y s.
tratamiento, 518 y s.
Lobectomía, 566
Lordosis, 406 y s.
Luxación, 201 y s.
de hombro. *Ver* Hombro, luxaciones

M

Mancuernas, 90
Mancuernas, 90
Mandíbula, 410 y s.
Manguito de los rotadores
estabilización, 238 y s.
lesiones por compresión, 245 y s.
músculos rotadores cortos, 234 y s.
roturas
indicaciones para cirugía, 249 y s.
procedimientos quirúrgicos, 249 y s.
tratamiento postoperatorio, 249 y s.
Maniobra de Valsalva, 63 y s., 494 y s.
Manipulación de precisión, 296 y s.
Manipulación, 159 y s.
bajo anestesia, 160 y s.
de la articulación glenohumeral, 239 y s.
Mano en garra, 315
Mano. *Ver también* Dedos de la mano; Pulgar
arco, métodos para aumentar el, 300 y s.
articulaciones, 181, 294 y s.
autoestiramiento, 300 y s.
cara dorsal, 312 y s.
cara palmar, 310, 311f
control de la, 296 y s.
dolor referido, 297 y s.
ejercicios de amplitud del movimiento
ahuecamiento y aplanamiento del arco, 43
autoasistidos, 49 y s.
ejercicios de contrarresistencia mecánica, 315 y s.
en garra, 315
esguince
deficiencias/problemas, 310 y s.
etiología de los síntomas, 309 y s.
limitaciones funcionales/discapacidades, 310 y s.
tratamiento conservador, 309 y s.
estiramiento de los músculos, 313 y s.
fortalecimiento de los músculos, 314 y s.
función, 295 y s.
huesos, 181, 293 y s.
indicaciones para la cirugía, 310 y s.
indicaciones para la cirugía, 312 y s.
lesiones traumáticas, 309 y s.
manipulación de precisión, 296
mano sin peso alguno, 296
mecanismo de los músculos extensores, 296
movilización articular, 299 y s.
músculos, 279
nervios, 296 y s.
oposición del pulgar y los dedos, 296 y s.
presas y patrones de prensión, 296
problemas articulares
cirugía y tratamiento postoperatorio, 301 y ss.
deficiencias/problemas, 298
diagnósticos relacionados y etiología de los síntomas, 297 y s.
limitaciones funcionales/discapacidades, 298 y s.
problemas agudos, tratamiento, 299
problemas subagudos y crónicos, tratamiento, 299 y s.
tratamiento conservador, 297 y ss.
relaciones de longitud y tensión, 279
reparación primaria diferida, 310 y s.
reparación primaria directa, 310 y s.
síndromes por uso excesivo, 308 y s.
tendinitis, 309 y s.
tendones de los extensores, 312 y s.
reparación de tendones rotos, 307 y s.
tendones de los flexores, 310 y s.
tenosinovitis, 309 y s.
tratamiento postoperatorio, 311
tratamiento postoperatorio, 313
Máquina de step, 95
Marcha
cadera, 322
control muscular durante la, 322
problemas de la deambulación, 322
rodilla, 345 y s.
tobillo y pie, 386 y s.
Marcha correcta, 338
Margen elástico, 132 y s.
Margen plástico, 133
Masaje, 143
en problemas posturales, 493 y s.
Mastectomía, 518 y ss.
adherencias en la pared torácica, 520 y s.
consideraciones psicológicas, 520 y s.
dolor postoperatorio, 520
fallos posturales, 520 y s.
linfedema, 520
movimiento del hombro tras, 520 y s.
objetivos del tratamiento y plan de asistencia, 521 y s.
parcial, 519 y s.
radical modificada, 519 y s.
radical, 519 y s.
segmentario, 519 y s.
simple, 519 y s.
Material de resistencia elástica, 91 y ss., 94 y s.
Mecánica corporal, 464 y s.
Mecanismo de la columna bloqueada, 421 y s.
Mediastino, 533 y s.
Medición de los perímetros, de las extremidades, 516 y s.
Medidas de los resultados, 20
Medio ambiente
adaptaciones
factores del dolor crónico y la inflamación, 214 y s.
para prevenir problemas de columna, 426 y s.
para prevenir problemas posturales, 465 y s.
Meditación trascendental, 32
Meniscectomía
parcial, 367
indicaciones, 368 y s.
procedimiento, 368 y s.
tratamiento postoperatorio, 368 y s.
total, 367
Menisco, medial, reducción manipulativa, 366
Mentones, como prueba de fuerza de las extremidades superiores, 577 y s.
Mesa de masajes con varios cuerpos, 476 y s.
Mesopié, 388 y s.
MET, definición, 107
Metabolismo, cambios con el ejercicio aerobio, 116 y s.
Metatarsalgia. *Ver* Artroplastia por excisión, para metatarsalgia
Mialgia
aguda, 66
diferida, 66 y s.
después de ejercicio excéntrico, 72
inducida por el ejercicio, 76 y s.
Microtraumatismos, 67
Minisentadillas, 376 y s.
Minusvalía
definición, 20, 24t
identificación, 25
pruebas para documentar, 23 y s.
Miofibrillas, 130
Miosina, 130
Miositis osificante, 284 y s.
Miotoma, 304 y s.
Moco, vías respiratorias, 544 y s.
Motivación, 26 y s.
Movilidad articular, 30 y s., 127, 165
Movilidad
articular, 30 y s., 127
de los tejidos blandos, 30
ejercicios, 30 y s.
objetivo del ejercicio terapéutico, 30
pautas para el desarrollo de la, 31
Movilización articular, 159-198
afecciones que requieren precauciones es-

peciales, 165 y s.
contraindicaciones, 165 y s.
de la articulación cubito-menisco-piramidal, 299 y s.
de la articulación temporomandibular, 429 y s.
de la cadera, 187 y ss.
de la mano y los dedos, 299 y s.
articulaciones carpometacarpianas, 184 y s.
articulaciones interfalángicas, 184 y s.
articulaciones metacarpofalángicas, 184 y s.
de la muñeca
articulación radiocarpiana, 181 y s.
deslizamientos de los huesos del carpo en la fila proximal con el radio y el cúbito, 182 y s.
deslizamientos para las articulaciones intercarpianas, 182 y s.
para aumentar la desviación cubital, 300
para aumentar la desviación radial, 300
para aumentar la extensión, 299
para aumentar la flexión, 299
de la rodilla y la pierna
articulación femororrotuliana, 191 y s.
articulación tibioperonea distal, 191 y s.
articulación tibioperonea proximal, 191 y s.
articulación tibiofemoral, 189 y ss.
de los dedos de la mano, 220 y s.
de los dedos del pie
articulaciones interfalángicas, 196 y s.
articulaciones intermetatarsianas, 196 y s.
articulaciones metatarsofalángicas, 196 y s.
definición, 159 y s.
del complejo de la cintura escapular
articulación acromioclavicular, 175 y s.
articulación glenohumeral, 171-175, 236 y s.
articulación escapulotorácica, 177 y s.
articulación esternoclavicular, 175 y s.
del complejo del codo y el antebrazo
articulación humerorradial, 178 y s.
articulación humerocubital, 177 y s.
articulación radiocubital, 180 y s.
del pie
articulaciones intertarsianas, 196 y s.
articulaciones tarsometatarsianas, 196 y s.
del tobillo
articulación subastragalina, 194 y s.
articulación tibioastragalina, 192 y s.
dirección del movimiento, 168 y s.
dolor al tratamiento, 171
efectos mecánicos, 164 y s.
efectos neurofisiológicos, 164 y s.
estabilización, 168 y s.
estiramiento pasivo frente a, 162 y s.
evaluación del paciente, 168 y s.
fuerza del tratamiento, 168 y s.
indicaciones, 164 y s.
inicio y progresión del tratamiento, 169 y s.
limitaciones, 164 y s.
movimientos accesorios, 159 y s.
movimientos fisiológicos, 159 y s.
posición de las articulaciones, 168 y s.
posición del paciente, 168 y s.
procedimientos para aplicar las técnicas de, 166 y s.
reevaluación, 171
sustitución de la
indicaciones, 306 y s.
procedimientos, 306 y s.
tratamiento postoperatorio, 306 y s.
técnicas de juego articular de traslación sostenido, 167 y ss.
técnicas de oscilación graduada, 166 y s.
velocidad, ritmo y duración, 170 y s.
Movimiento articular, 160 y ss.
compresión, 163 y s.
deslizamiento y rotación, 162 y s.
deslizamiento, 161 y s.
efectos, 164 y s.
oscilación, 160 y s.
regla cóncavo-convexa, 162
rodamiento, 161 y s.
rodamiento-deslizamiento combinados, 162 y s.
rotación, 162 y s.
tracción, 163 y s.
Movimiento de calibrador, del tórax, 527
Movimiento en "asa de cesta", del tórax, 526 y s.
Movimiento pasivo continuado, 56 y s., 206 y s.
beneficios, 57
equipamiento, 57 y s.
procedimiento, 57
Movimiento pasivo, 206 y s.
continuado, 206 y s.
Movimiento(s) de componentes, 159 y s.
Movimientos accesorios, durante la movilización articular, 159 y s.
Movimientos fisiológicos, en la movilización articular, 159 y s.
Movimientos sustitutivos, 65 y s.
Muñeca
articulaciones, 181, 293 y s.
artroplastia total de muñeca, 302 y s.
autoestiramiento, 300 y s.
cara dorsal, 312 y s.
cara palmar, 310 y s.
dolor referido, 297 y s.
ejercicios de contrarresistencia manual para
desviación radial y cubital, 78
flexión y extensión, 77 y s.
ejercicios de resistencia, mecánica, 315 y s.
ejercicios de la amplitud del movimiento para.
autoasistidos, 49-51
flexión y extensión, desviación radial y cubital, 42 y s.
eliminación dorsal de los tendones extensores, 302 y s.
estiramiento, 313-315
desviación cubital, 149
desviación radial, 149
extensión, 148-149
flexión, 148 y s.
fortalecimiento de los músculos, 314-315
huesos, 181, 293 y s.
ligamentos, 294 y s.
movilización articular
para aumentar la desviación cubital, 299 y s.
para aumentar la desviación radial, 299 y s.
para aumentar la extensión, 299 y s.
para aumentar la flexión, 298
músculos, 279
nervios, 296-297
problemas articulares
agudos, tratamiento, 298
cirugía y tratamiento postoperatorio, 301-308
deficiencias/problemas, 298
diagnósticos relacionados y etiología de los síntomas, 297-298
limitaciones funcionales/discapacidades, 298-299
tratamiento conservador, 297-302
síndromes por uso excesivo, 308-310
técnicas de movilización articular para
articulación radiocarpiana, 181-184
deslizamientos de los huesos del carpo de la fila proximal con el radio y el cúbito, 182-184
deslizamientos de las articulaciones intercarpianas, 182-184
tendinitis, 309 y s.
tendones extensores, 312 y s.
tendones flexores, 310 y s.
tenosinovitis, 309 y s.
Murmullos respiratorios, 533-535
anormales y adventicios, 535
ausencia de, 535
broncovesiculares, 534 y s.
bronquiales, 534 y s.
normales, 534-535
traqueales, 534 y s.
vesiculares, 534 y s.
Músculo
adaptación al estímulo del entrenamiento, 105
atrofia, 27, 130 y s.
debilidad tirante, 127
desequilibrios en la longitud y fuerza, 214 y s.
elementos contráctiles, 128 y s.
evaluación del paciente, 22
extensibilidad, 127 y s.
fuerza. *Ver* Fuerza
hiperplasia, 28
hipertrofia, 28, 61 y s., 116 y s.
inflamación
aguda, terapia, 207
subaguda, terapia, 209 y s.
lesiones, 201 y s.
masa a distintas edades, 122 y s.
microtraumatismos, 66 y s.
movilidad, 30
problema en una unidad contráctil, 22
propiedades mecánicas, 130-131
propiedades neurofisiológicas, 130-133
reclutamiento de unidades motoras, 28-29, 106 y s.
rotura, 201 y s.
reparación quirúrgica, 224
tirantez, 129 y s.

vascularización, 29
Músculo aductor del pulgar, autoestiramiento, 313 y s.
Músculo ancóneo, 279
Músculo bíceps braquial, 278-239
ejercicio de amplitud del movimiento, 41 y s.
estiramientos, 265 y s.
Músculo braquial, 278 y s.
miositis osificante, 278 y s.
Músculo braquiorradial, 409
Músculo cuadrado lumbar, 336-337
fortalecimiento, 344-345
Músculo cuádriceps femoral, 433 y s.
avance para el realineamiento del mecanismo de los músculos extensores de la rodilla, 359
estiramiento, 370-372
preparación y fortalecimiento, 370-374
Músculo deltoides
estiramiento, 265-266
fortalecimiento, 266-268
función, 234 y s.
Músculo dorsal ancho, 409, 410 y s.
estiramiento, 262 y s.
fortalecimiento, 268
Músculo elevador de la escápula, 411 y s.
estiramiento, 264-266
fortalecimiento, 268 y s.
Músculo erector de la columna, 409-411
estiramiento del, 445-446
Músculo esternocleidomastoideo, 411 y s., 525-527
Músculo extensor común, autoestiramiento, 314 y s.
Músculo extensor cubital del carpo, 279
Músculo extensor de los dedos, 279
amplitud de movimiento de los ejercicios, 43-44
Músculo extensor largo de los dedos, 386 y s.
Músculo extensor largo del dedo gordo, 386 y s.
Músculo extensor radial corto del carpo, 279
inhibición activa, 581-582
Músculo extensor radial largo del carpo, 279
Músculo flexor cubital del carpo, 279
Músculo flexor largo de los dedos, 386 y s.
Músculo flexor largo del dedo gordo, 386 y s.
Músculo flexor profundo de los dedos, 279
autoestiramiento, 314 y s.
ejercicios para la amplitud del movimiento, 43-44
Músculo flexor radial del carpo, 279
Músculo flexor superficial de los dedos, 279
autoestiramiento, 314 y s.
Músculo flexor superficial, ejercicios para la amplitud del movimiento, 43 y s.
Músculo gastrocnemio, 345-346, 433 y s.
estiramiento, 332 y s.
Músculo glúteo mayor
estiramiento, 333-334
fortalecimiento, 337-338
tirantez, 322 y s.
Músculo glúteo medio, fortalecimiento, 336-337
Músculo iliopsoas, 434 y s.
Músculo infraspinoso, fortalecimiento, 266 y s.
Músculo masetero, 411 y s.
Músculo oblicuo del abdomen, 409, 526 y s.
Músculo oblicuo interno del abdomen, 409, 410, 526 y s.
Músculo palmar largo, 279
Músculo pectoral mayor, 526 y s.
estiramiento, 262-263
fortalecimiento, 268
Músculo pectoral menor, 526 y s.
estiramiento, 263-265
Músculo peroneo corto, 386 y s.
Músculo peroneo largo, 386 y s.
Músculo peroneo tercero, 386 y s.
Músculo poplíteo, 345
Músculo pronador cuadrado, 279
Músculo pronador redondo, 279
Músculo psoas mayor, 409
Músculo pterigoideo medial, 410 y s.
Músculo recto del abdomen, 526 y s.
Músculo recto femoral
ejercicios de la amplitud del movimiento, 45 y s.
estiramiento, 333-334, 371-377
uso excesivo, 322 y s.
Músculo redondo mayor, fortalecimiento, 268
Músculo redondo menor, fortalecimiento, 266 y s.
Músculo romboides, fortalecimiento, 268
Músculo sartorio, uso excesivo, 322 y s.
Músculo semiespinoso de la cabeza, 411 y s.
Músculo serrato anterior, 526
fortalecimiento, 268 y s.
Músculo serrato inferior, 409
Músculo serrato posterior, 409
Músculo sóleo, 344 y s., 346, 386 y s., 433 y s.
Músculo subescapular, fortalecimiento, 266-267
Músculo suboccipital, estiramiento, 444 y s.
Músculo supinador, 279
Músculo supraspinoso
fortalecimiento, 266-268
función, 234 y s.
Músculo temporal, 411-412
Músculo tensor de la fascia lata
estiramiento, 332 y s., 335 y s.
tirante, 322 y s.
uso excesivo, 322 y s.
Músculo tibial anterior, 386 y s.
en los síndromes del compartimiento tibial, 393 y s.
Músculo tibial posterior, 386 y s.
en los síndromes del compartimiento tibial, 393 y s.
Músculo transverso del abdomen, 409-411, 408 y s., 410 y s., 526 y s.
Músculo trapecio, 411 y s., 525-527
fortalecimiento, 268-269
Músculo tríceps braquial, 278-279
ejercicio de la amplitud del movimiento, 41-42
estiramiento, 265 y s.
Músculo vasto medial (VM), 344 y s.
en carga, 356
preparación y fortalecimiento, 372-374
sin cargar el peso del cuerpo, 354-356
Músculo vasto medial, preparación y fortalecimiento, 372-374
Músculo VM. *Ver* Músculo vasto medial
Músculos abdominales
ejercicios durante el embarazo, 497-499
preparación y fortalecimiento, 452-457
prueba de fuerza
con elevaciones bilaterales de las piernas extendidas, 576-577
con flexiones de abdominales, 576 y s.
Músculos accesorios de la inspiración, 526-527
Músculos de la mandíbula, control, 429-430
Músculos elevadores de la cabeza, fortalecimiento, 336-337
Músculos escalenos, 411 y s., 525 y s.
estiramiento, 443-445
Músculos extensores del cuello, prueba de flexibilidad, 579 y s.
Músculos flexores del tronco, contrarresistencia concéntrica-excéntrica, 456 y s.
Músculos gastrocnemio y sóleo
ejercicio(s) de cambio de marcha, 257-258
en síndromes del compartimiento tibial, 393 y s.
Músculos infrahioideos, 411 y s.
Músculos intercostales
estiramiento, 443 y s.
externos, 525 y s.
internos, 526 y s.
Músculos interóseos, autoestiramiento, 313 y s.
Músculos isquiotibiales, 344-346, 433 y s.
ejercicios de la amplitud del movimiento, 44-46
ejercicios estáticos para los isquiotibiales, 373 y s.
estiramiento, 334-336, 370
prueba de la flexibilidad, 578 y s.
uso excesivo, 322 y s.
Músculos lumbricales, autoestiramiento, 313 y s.
Músculos pectorales, estiramiento, 542 y s.
Músculos suprahioideos, 411 y s.

N

Nervio ciático, 323 y s.
Nervio cubital, 279, 296-298
Nervio mediano, 279 y s., 296 y s.
compresión, 308
Nervio obturador, 323 y s.
Nervio peroneo común, 387 y s.
Nervio plantar, 387 y s.
Nervio radial, 279-280, 297 y s.
Nervio tibial, posterior, 387 y s.
Neumonectomía, 566
Neumonía, 570-572
bacteriana, 571 y s.
bronconeumonía, 570 y s.
lobular aguda, 570-572
objetivos del tratamiento y plan de asistencia, 571 y s.
prevención, 570 y s.
segmentaria, 572 y s.
vírica, 571 y s.
Neumopatía obstructiva
asma, 561-564
bronquiectasia, 563 y s.
cambios asociados con, 557 y s.
crónica. *Ver* Enfermedad pulmonar obstructiva crónica

deficiencias/problemas, 557 y s.
definición, 557 y s.
fibrosis quística, 564-565
Neumotórax, 567 y s., 572 y s.
Niño, ejercicio aeróbico, 121-123
Núcleo pulposo, 405-407
hernia, 469 y s.

O

Objetivos del tratamiento. *Ver* Objetivos
Objetivos
a corto plazo, 25 y s.
a largo plazo, 25-26
del ejercicio terapéutico, 26-33
capacidad cardiovascular, 28-30
coordinación, equilibrio, y destrezas funcionales, 31-33
estabilidad, 27-29
fuerza, 27-29
movilidad y flexibilidad, 30-3
relajación, 31 y s.
resistencia física, 28-30
ejercicios resistidos, 61-33
objetivos nacionales para la forma física, 103 y s.
para el resultado funcional esperado, 25-26
programa de ejercicio aerobio, 120-122
Operación de derivación aortocoronaria, 566
Oposición del pulgar y los dedos, 296 y s.
Órganos tendinosos de Golgi (OTG), 131-133
Ortopnea, 532 y s.
Oscilación (movimiento articular), 160 y s.
Oscilación, articular, para relajación local, 143
Ostecinemática, 159 y s.
Osteoporosis, 27
contraindicaciones para los ejercicios resistidos, 65-66
definición, 65 y s.
fractura proximal del fémur, 328 y s.
programa de ejercicios, 66
riesgo, 65-66
Osteotomía, 225 y s., 325
de la tibia, 349
OTG. *Ver* Órganos tendinosos de Golgi

P

Paciente en silla de ruedas, 120 y s., 127
Paciente obstétrica. *Ver* Embarazo
Paciente postoracotomía, 565-571
con incisión en la pared torácica, 568 y s.
deficiencias/problemas, 567 y s.
objetivos del tratamiento y plan de asistencia, 569-571
riesgo de complicaciones pulmonares, 566 y s.
Palpación
durante la evaluación clínica, 22 y s.
en la evaluación para la fisioterapia de tórax, 532-534
Para ganar hay que sufrir, 582 y s., 584
Parálisis cerebral, 27
Parálisis fláccida, 65 y s.
Parálisis
en trastornos arteriales, 510 y s.
fláccida, 27
Pared torácica
adherencias en mastectomías, 520-521
dolor, 533-534
incisiones, 568 y s.
lesiones o rigidez, 564 y s.
Parto
ejercicios de relajación y respiración durante el embarazo, 500-501
estadio 1, 484-485, 501
estadio 2, 485 y s., 501
estadio 3, 485
inicio, 484
prematuro, 504 y s.
Parto por cesárea
deficiencias/problemas después de un, 502 y s.
definición, 502 y s.
dolor por gas intestinal después de, 504 y s.
ejercicios después, 503 y s.
importancia para los fisioterapeutas, 502 y s.
movilización de la cicatriz después de, 504 y s.
objetivos del tratamiento y plan de asistencia después de, 502-504
tos y exhalación por la boca después de, 503-505
Paseo de 1 milla, 104
Pata de ganso, 345
Patelectomía, 356 y s.
Patrón funcional, 57 y s.
Patrón respiratorio
anormal, 532 y s.
ritmo, regularidad, y localización de la respiración, 532
Pecho de pichón, 532
Pelvis
en la cadena cinemática, 320-323
movimientos, 319 y s.
Percepción final, 21
anormal, 21
Percusión, para el drenaje postural, 548-549
Percusión mediata, en la evaluación para fisioterapia de tórax, 533 y s.
Periné, durante el embarazo, 500-501
Período de calentamiento, 66 y s., 113-116
Período de recuperación activa, 66 y s., 115-116
Personas sanas, prueba de forma física, 109 y s.
Pesas libres, 90-91, 96
posición del paciente, 95-96
Peso de trabajo,
Peso de trabajo ajustado, 86
Pie cavo, 386
Pie en pronación. *Ver* Pie plano
Pie en supinación. *Ver* Pie cavo
Pie plano, 320 y s., 322-323, 346, 386
Pie valgo, 322 y s., 346
Pie
articulaciones, 383 y s.
artrodesis, 391-392
artroplastia por escisión para metatarsalgias, 393-394
autoestiramiento de los músculos, 398-399
eversores, 399
desequilibrios en la flexibilidad, 397-402
dolor referido, 387 y s.
durante la marcha, 386-387, 389
ejercicios de equilibrio, 401-402
ejercicios en cadena cinética abierta, 400-401
ejercicios en cadena cinética cerrada, 401
ejercicios resistidos, 401
fortalecimiento de los músculos, 398-402
función muscular, 386-388
huesos del, 383 y s.
lesiones traumáticas de los tejidos blandos, 394-398
movimientos
en tres planos, 383 y s.
plano primario, 383 y s.
nervios, 387 y s.
preparación y fortalecimiento de los músculos del control ortostático, 399-402
problemas articulares
deficiencias/problemas, 388-89
diagnósticos relacionados, 388
limitaciones funcionales/discapacidades, 389
problemas agudos y subagudos, tratamiento, 389
problemas subagudos y crónicos, tratamiento, 389-390
tratamiento conservador, 388-390
pronación, 383 y s.
relaciones funcionales del tobillo y el pie, 386
rigidez tras la inmovilización, 388
síndromes por uso excesivo
deficiencias/problemas, 393 y s.
diagnósticos relacionados y etiología de los síntomas, 392 y s.
fase aguda, tratamiento, 394 y s.
fases subaguda y crónica, tratamiento, 394 y s.
supinación, 383 y s.
técnicas de movilización articular
articulaciones intertarsianas, 196 y s.
articulaciones tarsometatarsianas, 196 y s.
Piel
color y temperatura en trastornos arteriales, 510-512
composición, 178 y s.
prueba del rubor/hiperemia reactiva, 511-512
Pierna
acortamiento unilateral, 322
asimetrías que causan problemas posturales, 439
huesos y articulaciones, 189-193 y s.
Pisiforme, 294 y s.
Placa vertebral, cartilaginosa, de los discos intervertebrales, 406 y s.
Placenta
desprendimiento prematuro, 492 y s.
expulsión, 485
placenta previa, 504 y s.
Plan de asistencia
ejecución, 25 y s.
establecimiento de objetivos para los resultados funcionales esperados, 25-26
factores que influyen en las decisiones, 25 y s.
objetivos a corto plazo, 25 y s.
evaluación, 25 y s.
programa de ejercicio aerobio, 121-122

programa en casa, 25-27
Plano del tratamiento, para la movilización articular, 168 y s.
Plasticidad, de los tejidos blandos, 130
Pleurectomía, 566
Pliegues sinoviales, 353
Poleas en el techos. *Ver* Sistema de poleas
Polimiositis, 127
Poscarga, 105
Posición agachada y en guardia de esgrima, 333 y s.
Posición en reposo
articular, 168 y s.
de la columna, 448 y s.
Posición funcional
en problemas agudos de la columna, 412
tendencia a la extensión, 412
tendencia a la flexión, 412
tendencia a no apoyar el peso del cuerpo, 412
en problemas posturales, 448 y s.
Posición neutra de la columna. *Ver* Posición en reposo
Postura
cabeza hacia delante, 436, 438-439, 462 y s.
cervical plana, 436, 437 y s.
cifolordótica, 435
definición, 433
durante el embarazo, 489 y s., 493 y s.
en la neumopatía obstructiva, 558
equilibrio, 433-435
escoliosis. *Ver* Escoliosis
espalda redonda, 436 y s.
evaluación del paciente para la fisioterapia del tórax, 532
hipolordótica, 435
lordótica, 435-436
lumbosacra plana, 436 y s.
mantenimiento, 408 y s.
relajada o relajada en bipedestación, 436-437
tras mastectomía, 420 y s.
Postura con el cuello plano, 436, 439
Postura lumbosacra plana, 436 y s.
Potencia aerobia, 62 y s.
Potencia anaerobia, 62 y s.
Potencia
aerobia, 62 y s.
anaerobia, 62 y s.
ejercicios resistidos para aumentar la, 62 y s.
Prácticas de estiramiento-acortamiento. *Ver* Entrenamiento pliométrico
Preeclampsia, 505
Prensión, 296-297
Prensión de fuerza, 296-297
Preparación de los músculos ventilatorios, 538-542
Preparación del movimiento de la pelvis, en el embarazo, 498-499
Preparación física, 105, 112
Preparación y fortalecimiento, 499
Presión intraabdominal, 410 y s.
Press militar, 267-268
Principio de Fick, 104 y s.
Principio de la reversibilidad, 113 y s.
Problemas posturales, 433-466
aumento de la amplitud del movimiento, 433 y s.
flexibilidad lateral de la columna, 447-449
regiones cervical y dorsal, 443-445
región lumbar, 445-447
conciencia del paciente, 461 y s.
conciencia propioceptiva y, 461-464
control de movimientos y equilibrio, 462-464
deficiencias/problemas, 440-441
desequilibrios en los músculos de la cadera, 322 y s.
ejercicios de estabilización para los, 448-464
pautas generales, 448-450
ejercicios de estabilización
fortalecimiento en el plano frontal, 460-461
preparación para las actividades funcionales, 458-461
regiones cervical y dorsal, 450-454
regiones torácica y lumbar, 454-459
en el hombro, 244 y s.
en la región cervical, 438-439
en la región dorsal, 436-439
en las regiones pélvica y lumbar, 435-437
estadio crónico de rehabilitación, 440 y s.
etiología, 434 y s.
evitar recurrencias
adaptaciones del medio ambiente, 465 y s.
ejercicios preventivos, 464 y s.
mecánica corporal, 463-466
fase subaguda de la curación, 440 y s.
formación del paciente, 443
modalidades y masaje, 443 y s.
objetivos del tratamiento y plan de asistencia, 441 y s.
por asimetrías en las extremidades inferiores, 439-440
posición funcional, 448 y s.
reentrenamiento de la conciencia cinestésica, 461-464
refuerzo del aprendizaje, 463 y s.
relación de las posturas erróneas y el dolor, 473 y s.
síndromes dolorosos relacionados con, 435
sostén postural externo, 433
técnicas de refuerzo durante el tratamiento, 461-463
técnicas de relajación
amplitud del movimiento activo, 441 y s.
técnicas de relajación general consciente, 442
Procedimiento(s) de sustentación-relajación (SR), 138 y ss.
con contracción del agonista, 138 y ss.
técnica de contracción-relajación, 138 y ss.
Procedimientos artroscópicos, 223-224
puertas de entrada, 224
Procedimientos de contracción del músculo agonista, 139 y s., 142 y s.
Procedimientos de tensión selectiva, 21-22, 500
Proceso de curación
estadio agudo (inflamatorio), 205, 204, 205
consideraciones clínicas, 206-208
consideraciones del tratamiento, 208-209
estadio crónico (maduración y remodelación), 204, 205, 206
consideraciones clínicas, 298-302
consideraciones del tratamiento, 212-214
estadio subagudo (reparación-curación), 205
consideraciones clínicas, 208-209
consideraciones del tratamiento, 210-211
Producción de calor, en los tejidos blandos bajo tensión, 177 y s.
ProFitter, 95-96
Programa de ejercicio
análisis crítico del, 575-586
desarrollo, 19-27
diseño, 575 y s.
establecimiento de las líneas de base para medir la mejoría, 575-581
establecimiento de objetivos, 580-586
razones, 575 y s.
reevaluación para ver si ha cambiado la línea de base, 586
Programa de ejercicio graduado, en insuficiencia arterial crónica, 514-515
Programa de preparación física, 29-30
para la rodilla, 377
Programa en casa, 25-26
articulación glenohumeral, 239
autoestiramiento, 139 y s.
drenaje postural, 552-553
tracción cervical, 475-476
tracción lumbar, 478
Prolongado, 27, 36, 105, 127
Protocolo de Bruce, 110 y s.
Prueba de Åstrand-Rhyming, 105
Prueba de integridad articular, 22
Prueba de percusión, varices, 516
Prueba de provocación, 21-22
Prueba de Thompson, 396 y s.
Prueba del cajón, 189-190
Prueba en cicloergómetro, 105
Prueba isocinética, 96-98
Prueba neurológica, en la evaluación del paciente, 22 y s.
Prueba sensorial, 22 y s.
Pruebas multiestadios, para el ejercicio aerobio, 111, 112
Pruebas resistidas, 22-23
Puerperio
después de un parto por cesárea, 502-505
después de un parto vaginal, 501 y s.
ejercicios aerobios durante el, 501 y s.
ejercicios de fortalecimiento, 501 y s.
Puertas de entrada, cirugía artroscópica, 224
Pulgar
abducción, 315 y s.
articulación carpometacarpiana, 294-296
movilización, 300-301
sustitución, 307-308
técnicas de movilización articular, 184-185
ejercicios de contrarresistencia manual, 77 y s.

ejercicios de la amplitud del movimiento
articulación metacarpofalángica, 43-44
autoasistidos, 50, 51
oposición, 315 y s.
Pulmones
anatomía, 529-530
distensibilidad, 527
neumopatía, 557-573. *Ver también* Neumopatía obstructiva; Trastorno ventilatorio restrictivo
Pulso, toma en trastornos arteriales, 511 y s.
Puño
cerrado, 300 y s.
en garra, 300 y s.
Flexión de las articulaciones IFD e IFP, 300 y s.

R

Rafe (borde) lateral, 409-411
Ramo calcáneo, 387 y s.
Receptor del estiramiento, 130-131
Reclutamiento de unidades motoras, 28-29, 106 y s.
Reflejo de estiramiento monosináptico, 132 y s.
Refuerzo táctil, 462 y s.
Refuerzo verbal, 461 y s.
Refuerzo visual, 461 y s.
Región cervical
aumento de la amplitud del movimiento, 443-445
auto contrarresistencia para ejercicios isométricos con la, 452
cefalea por tensión, 428
ejercicios de contrarresistencia manual, 452
ejercicios de estabilización para la, 449-454
entrenamiento de relajación para la, 442-443
estabilización transitoria de la, 451-452
preparación y fortalecimientos de los músculos
extensión axial, 450, 452 y s.
flexión, 451-452
problemas posturales, 438-439
tortícolis, 428
Región dorsal
aumento de la amplitud del movimiento, 443-445
control, 463-464
ejercicios de estabilización, 450-459
ejercicios de la amplitud de movimiento activo, 442
estabilización transicional, 452
fortalecimiento de los músculos abdominales, 454-457
fortalecimiento de los músculos de extensión, 450
problemas posturales, 436-439
Región glútea
dolor referido en, 323 y s.
nervios, 323 y s.
Región lumbar
amplitud de movimiento, amplitud segura, 452 y s.
aumento de la amplitud del movimiento, 445-447
dolor durante el embarazo, 490
ejercicios de amplitud activo del movimiento, 442
ejercicios de estabilización, 452-459
fortalecimiento de los extensores lumbares,
fortalecimiento de los músculos abdominales, 457-459
problemas posturales, 436-437
prueba de flexibilidad, 578 y s.
Región pélvica
dolor durante el embarazo, 490
problemas posturales, 435-437
Regla cóncavo-convexa, 162, 169 y s.
Rehabilitación cardíaca, 117-120
Rehabilitación con espectro de velocidades, 84, 87-89
Rehabilitation Xercise Tubing, 91
Relajación
autógena, 144
efectos de la tracción vertebral, 468 y s.
general, 144
local
biorretroalimentación, 143
masaje, 143
termoterapia, 142-143
tracción y oscilaciones articulares, 143
objetivo del ejercicio terapéutico, 31 y s.
pautas para favorecer, 31 y s.
progresiva, 144
Reloj pélvico, 499
Remodelación, 205-206
Reparación de lesiones, 205
Repetición máxima, 82 y s.
Reposo en cama, 516
Resección segmentaria, de los pulmones, 566
Reserva cardíaca, 29 y s.
Resistencia a la flexión, 133
Resistencia de las vías respiratorias, 527
Resistencia elástica, 133
Resistencia física general del cuerpo, 28-29
pautas para el desarrollo, 29-30
Resistencia física. *Ver también* Sistema cardiovascular; resistencia física general del cuerpo;
Resistencia muscular
de la rodilla, 367
definición, 104 y s.
del hombro, 367
ejercicios resistidos para aumentar la, 62 y s.
objetivo del ejercicio terapéutico, 28-30
para el control ortostático, 448-164
pautas para el desarrollo, 19-30
prueba de la, 569 y s.
sugerencias para un programa seguro
capacidad cardiovascular, 585 y s.
capacidad muscular, 585 y s.
tipos de, 28-29
Resistencia muscular, 28-29, 104 y s.
ejercicios resistidos para aumentar la, 62 y s.
pautas para el desarrollo, 29-30
prueba de la, 579 y s.
sugerencias para un programa seguro, 585 y s.
Resistencia progresiva,
Respiración
a distintas edades, 122 y s.
activa, 526 y s..
externa, 530 y s.
interna, 530 y s.
mecánica, 526-528
músculos, 525-527
debilidad, 564 y s.
Respiración con los labios fruncidos, 541-542
Respiración de Cheyne-Stokes, 532 y s.
Respiración diafragmática, 537-538
usando pesas, 538
Respiración glosofaríngea, 540-541
Respiración segmentaria, 539-540
expansión apical, 540
expansión basal posterior, 540
expansión costal lateral, 539
expansión del lóbulo medio derecho o de la língula del pulmón izquierdo, 540
Respuesta al ejercicio, 108 y s.
Resultado funcional, objetivos, 25 y s.
Retardo del cuádriceps, 346 y s., 359 y s.
Retracción escapular, 500
corrección, 462 y s.
Retropié, 383 y s.
Riego sanguíneo, durante el ejercicio, 29 y s., 492-493
Rigidez estructural, 133 y s.
Rigidez muscular antálgica, en las lesiones de los discos intervertebrales, 416 y s.
Rigidez refleja del músculo, 21, 202, 206
como indicación de la movilización articular, 164-165
tracción vertebral, 470-471
Rigidez tras inmovilización, de la muñeca y la mano, 298
Ritmo escapulohumeral, 233-234
Ritmo lumbopélvico, 321
Rockport Fitness Walking Test, 104 y s.
Rodamiento (movimiento articular), 161 y s.
Rodilla
actividades de endurecimiento del trabajo, 368 y s.
actividades de equilibrio, 377
actividades de preparación física, 377
actividades para, 377
articulaciones, 189, 343-345
artroplastia por abrasión, 358-359
bloqueo, 584 y s.
condroplastia, 358-359
de corredor, 353
desarrollo de la fuerza, la estabilidad y el control en carga, 375-377
dolor referido, 346
ejercicios de resistencia manual
extensión, 80
flexión, 79 y s.
ejercicios de estabilización rítmica, 376
ejercicios de la amplitud del movimiento, 348 y s.
autoasistidos, 50 y s.
flexión y extensión simultáneas, 44 y s.
ejercicios de resistencia física, 377
ejercicios en cadena cinética abierta, 371 y s.
ejercicios en cadena cinética cerrada, 371 y s., 375
dinámicos, 376-377
isométricos, 375-377
ejercicios estáticos, 375-377

entrenamiento pliométrico, 377
esguinces, 360-366
deficiencias/problemas, 360 y s.
limitaciones funcionales/discapacidades, 360 y s.
tratamiento conservador, 360-361
estiramiento, 370-372
extensión al final de la amplitud, 152-153
extensión de la cadera y flexión de la rodilla, 150-151
extensión en la amplitud media, 152-153
flexión, 151-153
fortalecimiento y preparación de los músculos, 348-349,371-375
función, 344-346
huesos, 189
liberación del retináculo lateral, 356-352
marcha y, 345-346
mecanismo de los músculos extensores, 345
cirugía y tratamiento postoperatorio, 356-360
preparación y fortalecimiento de los músculos, 372-374
mecanismo de los músculos flexores, 345
preparación y fortalecimiento de los músculos, 374-375
postura y, 433 y s.
preparación funcional, 349
problemas articulares y restricciones capsulares
cirugía y tratamiento postoperatorio, 349-353
deficiencias/problemas, 346 y s.
después de la inmovilización, 346 y s.
diagnósticos relacionados y etiología de los síntomas, 346-347
lesiones agudas, tratamiento, 347 y s.
lesiones subagudas y crónicas, tratamiento, 347-349
limitaciones funcionales/discapacidades, 346 y s.
tratamiento conservador, 346-349
realineamiento del mecanismo de los músculos extensores, 356 y s.
avance del cuádriceps, 359
indicaciones, 359
procedimientos, 359
realineamiento distal, 359
realineamiento proximal, 359
tratamiento postoperatorio, 359 y s.
retardo de los extensores, 342 y s., 359 y s.
roturas de menisco. *Ver* Roturas de menisco
roturas ligamentarias, 360-366
deficiencias/problemas, 360 y s.
limitaciones funcionales/discapacidades, 360 y s.
reconstrucción de los ligamentos y tratamiento postoperatorio, 361-362
tratamiento conservador, 360-361
sinovectomía, 349-350
sustitución total de rodilla, 350-353
técnicas de movilización articular
articulación femororrotuliana, 191-192
articulación femorotibial, 189-191
articulación tibioperonea distal. 192-193
articulación tibioperonea proximal, 191 y s.
traumatismo, 346 y s., 360-365
Rodilla de corredor, 353
Rodilla en valgo, 320 y s., 322-323
Rodilla en varo, 320 y s., 322 y s.
ROM. *Ver* Amplitud del movimiento
Ronzal para la cabeza, 474-475
Rotación (movimiento articular), 163 y s.
Rotación de la pelvis, 321
Rótula
alineamiento defectuoso y problemas de trayectoria de la, 344 y s., 353
compresión, 344 y s., 353
deslizamiento medial de la, 354 y s.
función, 344-346
inclinación medial con fricciones, 354 y s.
subluxación/luxación, 353
Rotura prematura de membranas, 504 y s.
Roturas de menisco
deficiencias/problemas, 366
diagnósticos relacionados y mecanismos de la lesión, 365 y s.
limitaciones funcionales/discapacidades, 366
meniscectomía parcial, 368-369
reparación artroscópica, 367-369
indicaciones, 367
procedimientos, 367
tratamiento postoperatorio, 367-369
reparación quirúrgica, 366-367
tratamiento conservador, 366
Rubor, prueba del, 512

S

Sacos de arena, 90 y s.
Sacudimientos, para el drenaje postural, 549
Salto de altura, como prueba de la fuerza de las piernas, 578
Salto de longitud, como prueba de la fuerza de las piernas, 578
Sarcómeras, 130
elongación y acortamiento, 130 y s.
Sentadillas
minisentadillas, 376-377
modificadas, durante el embarazo, 500
parciales, 340, 460 y s.
Sentarse sobre los talones, 447 y s.
Separación articular, 164
Signo de Homans, 516
Síndrome de los pliegues sinoviales, 530
Síndrome de Raynaud, 510
Síndrome del canal carpiano
deficiencia/problemas, 308
etiología de los síntomas, 308
limitaciones funcionales/discapacidades, 308
tratamiento conservador, 308
tratamiento postoperatorio, 309
Síndrome del compartimiento tibial, 393
Síndrome del plexo braquial
deficiencias/problemas, 256
diagnósticos relacionados, 255
etiología de los síntomas, 255
limitaciones funcionales/discapacidades, 256
tratamiento conservador, 256
Síndrome hombro-mano. *Ver* distrofia simpática refleja
Síndrome por compresión femororrotuliana, 339 y s.
Síndrome postural doloroso, 435
Síndrome por traumatismos repetitivos. *Ver* Articulaciones específicas, síndromes por uso excesivo
Síndrome por uso excesivo, 135, 136, 202, 214. *Ver también* Articulaciones específicas
Sinovectomía, 225, 302, 349, 389
artroscópica, 282
de la rodilla
indicaciones, 349
procedimientos, 350
resultados esperados, 350
tratamiento postoperatorio, 350
Sinovitis, 202
Sinovitis de los pliegues mediales, 353
Sinovitis de los pliegues suprarrotulianos, 353
Sistema aerobio de energía, 106
Sistema anaerobio glucolítico, 106
Sistema ATP-PC o del fosfágeno, 106
Sistema BAPS, 94
Sistema Brodex, 97
Sistema cardiovascular
adaptaciones al estímulo del entrenamiento, 105
cambios con el ejercicio aerobio.
durante el ejercicio, 116
en reposo, 116
determinación de la capacidad cardiovascular, 108
durante el ejercicio, 29 y s.
durante el embarazo, 487
evaluación, 22 y s.
mejoría de la forma física como objetivo del ejercicio terapéutico, 28 y s,
precauciones para los ejercicios de contrarresistencia, 63-64
resistencia física, 104 y s.
cambios adaptativos que aumentan la resistencia física, 29 y s.
prueba de la, 579
sugerencias para un programa seguro, 585
respuesta al ejercicio aerobio, 108
Sistema Cybex II+, 97
Sistema de energía
aeróbico, 106
anaeróbico glucolítico, 106
sistema del fosfágeno (ATP-PC), 106
Sistema de poleas
ejercicios de contrarresistencia isotónica, 91-92, 95-96
ejercicios de la amplitud del movimiento, 53-54
ejercicios resistidos para el codo, 88
estiramiento pasivo mecánico prolongado, 137
Sistema Eagle Fitness, 92-93
Sistema glucolítico, anaerobio, 106-107
Sistema Keiser Cam II, 93
Sistema KIN/COM, 97
Sistema Lido, 97
Sistema Merac, 97
Sistema musculoesquelético, durante el emba-

razo, 88
Sistema Nautilus, 93
Sistema nervioso simpático, respuesta al ejercicio, 108
Sistema Orthotron II, 97
Sistema pulmonar. *Ver* Sistema respiratorio
Sistema reproductor, durante el embarazo, 487
Sistema respiratorio
anatomía y función, 528-529
cambios adaptativos que aumentan la capacidad aeróbica 29 y s.
cambios con el ejercicio aeróbico
durante el ejercicio, 117
en reposo, 117
durante el ejercicio, 29 y s.
durante el embarazo, 487
estructura y función, 525-530
evaluación, 22 y s.
fisioterapia de tórax, 525-553
respuesta al ejercicio aeróbico, 108
Sistema termorregulador
durante el embarazo, 488-489
en el ejercicio aerobio, 492
Sistema Universal DVR, 92-93
Sistema urinario, durante el embarazo, 487
Sobrecarga, 82
Sobreentrenamiento, 65
Sobrepresión, 128-129
StairMaster, 95
Subida de escalones, 377-379
Subluxación, 202
distal de la cabeza del radio, 281
proximal de la cabeza del radio, 281
Succión endotraqueal (aspiración), 547
Suelo de la pelvis
conciencia de la preparación y el fortalecimiento, 499
disfunción durante el embarazo, 491
ejercicio del "ascensor", 499
ejercicios de relajación, 500-501
ejercicios isométricos, 499
estructura, 491
fortalecimiento después de un parto vaginal, 502
funciones, 491
tratamiento de las disfunciones, 491
Suspensión
ejercicios de la amplitud del movimiento que usan, 54-55
fijación axial, 55-56
fijación vertical, 55
Sustancia fundamental, 134
Sustitución parcial
de la articulación glenohumeral, 243
de la cadera, 325, 328
Sustitución total de cadera, 227, 325-328
fijación sin cemento, 326
indicaciones, 325
instrucción postoperatoria, 327
procedimientos, 326-327
tratamiento postoperatorio, 327
Sustitución total de hombro, 241-243
Sustitución total de la articulación del tobillo, 391
indicaciones, 391
procedimiento, 391
resultados a largo plazo, 391
tratamiento postoperatorio, 391
Sustitución total de rodilla, 349
fijación, 351
indicaciones, 350
procedimientos, 351-352
prótesis con restricción articular, 351
prótesis sin restricción articular (*resurfacing*), 351
resultados esperados, 363
tratamiento postoperatorio, 352t

T

Tabla basculante, 338, 399, 400, 401
Tabla de equilibrio, 94, 338, 399, 401
Tabla deslizante, 95, 96
ejercicios de la amplitud de movimiento para la cadera, 42
Tabla oscilante, 338
Tandas de ejercicio, 83
Taquipnea, 532-533
Técnica de contracción-relajación, 139
Técnica de DeLorme, ejercicios isotónicos resistidos, 85-86
Técnica Oxford, ejercicios de contrarresistencia isotónica, 86
Técnicas de juego articular, 160, 165, 210
dolor de rodilla, 347 y s.
progresivamente vigorosas, 165
técnicas de traslación sostenida, 167 y ss.
Técnicas de oscilación graduada, movilización articular, 166 y ss.
Técnicas de refuerzo
para la corrección de posturas, 461 y s.
táctil, 462
verbal, 461 y s.
visual, 461 y s.
Técnicas de relajación progresiva, 144
Tejido conjuntivo
características mecánicas, 132 y ss.
composición del, 133 y ss.
movilidad del, 30
Tejido contráctil. *Ver* Músculo
Tejidos blandos. *Ver también* Tejido conjuntivo; Músculo; Acortamiento adaptativo de la piel. *Ver* Contractura
afecciones clínicas por traumatismos o patologías, 201 y s.
contracturas. *Ver* Contracturas
elasticidad, 130
fuerza material, 132-134
gravedad de las lesiones hísticas
grado 1 (primer grado), 202
grado 2 (segundo grado), 203
grado 3 (tercer grado), 203
lesiones, 201 y s.
reparación quirúrgica, 224 y s.
métodos terapéuticos para elongar, 136-140
movilidad, 30
propiedades mecánicas, no contráctiles, 132-136
remodelación, 135 y s.
Telemetría, 107 y s.
Tendinitis, 201 y s.
bicipital, 244 y s.
en el pie o el tobillo, 392 y s.
en la cadera, 331
en la muñeca y la mano.
deficiencias/problemas, 309 y s.
etiología de los síntomas, 309 y s.
fase aguda, tratamiento, 309 y s.
fases subaguda y crónica, tratamiento, 309 y s.
limitaciones funcionales/discapacidades, 309 y s.
infraspinoso, 244 y s.
supraspinoso, 244 y s.
Tendinosis, 244 y s.
Tendón
aumento de la fuerza, 28 y s.
composición, 135
inflamación
aguda, terapia, 207
subaguda, terapia, 209 y s.
lesiones, 201 y s.
rotura o desgarro, 201 y s.
reparación quirúrgica, 319 y s.
Tendón de Aquiles, 386
rotura completa
indicaciones para la cirugía, 396 y s.
procedimientos quirúrgicos, 396 y s.
tratamiento postoperatorio, 396 y s.
tendinitis, 392 y s.
Tenodesis, 314 y s.
Tenosinovectomía, 302
Tenosinovitis, 201 y s.
en el pie y el tobillo, 392 y s.
en la muñeca y la mano
deficiencias/problemas, 309 y s.
etiología de los síntomas, 309 y s.
fase aguda, tratamiento, 309 y s.
fases subaguda y crónica, tratamiento, 309 y s.
limitaciones funcionales/discapacidades, 309 y s.
Tenotomía, 224 y s.
Tenovaginitis, 201 y s.
Tensión arterial, 105
a distintas edades, 122 y s.
durante el embarazo, 487 y s.
efectos del entrenamiento, 115 y s.
maniobra de Valsalva y, 63-64
respuesta al ejercicio, 108 y s.
Tensión emocional, problemas de columna y, 522
Tensión muscular, 31 y s.
Tensión, 132 y s.
Termoterapia, para relajación local, 142-143
TheraBand, 91
Tijeras, 339
Tijeras, 581
completas, 377
parciales, 377, 460 y s.
Tirón terapéutico, 160 y s.
Tobilleras lastradas, 90 y s.
Tobillo. *Ver también* Tendón de Aquiles
articulaciones, 193 y s., 383 y s.
artrodesis, 392-392
autoestiramiento de los músculos del, 398-399
eversores, 399
flexores plantares, 398 y s.
desequilibrios en la flexibilidad, 397-402
durante la marcha, 386-388, 389
ejercicios de resistencia manual

dorsiflexión y flexión plantar, 80
inversión y eversión, 81
ejercicios de resistencia, 400 y s.
ejercicios de equilibrio, 400-401
ejercicios de la amplitud del movimiento en autoasistidos, 50 y s.
dorsiflexión, 46 y s.
flexión plantar, 46 y s.
ejercicios en cadena cinemática abierta, 399-401
ejercicios en cadena cinemática cerrada, 400-401
esguince
deficiencias/problemas, 394 y s.
limitaciones funcionales/discapacidades, 394 y s.
mecanismos y puntos de las lesiones, 394 y s.
tratamiento conservador, 395
estiramientos
dorsiflexión con la rodilla extendida, 153
dorsiflexión con la rodilla flexionada, 153
flexión plantar, 153
inversión y eversión, 154
flexores plantares, prueba de flexibilidad, 579 y s.
fortalecimiento de los músculos del, 398-402
función de los músculos, 386-388
huesos, 194
lesiones traumáticas de los tejidos blandos, 394-398
movimientos
en tres planos, 383 y s.
plano primario, 383 y s.
nervios, 387 y s.
postura y, 433 y s.
preparación y fortalecimiento de los músculos del control ortostático, 399-402
problemas articulares
deficiencias/problemas, 388-389
diagnósticos relacionados, 388
limitaciones funcionales/discapacidades, 389
problemas agudos y subagudos, tratamiento, 389
problemas subagudos y crónicos, 389-390
tratamiento, 389-390
tratamiento conservador, 388-390
relaciones funcionales del tobillo y el pie, 386
rigidez después de la inmovilización, 388
roturas de ligamentos, reparación quirúrgica.
indicaciones, 395
procedimientos, 396
resultados a largo plazo, 396 y s.
tratamiento postoperatorio, 396 y s.
síndromes por uso excesivo
deficiencias/problemas, 393 y s.
diagnósticos relacionados y etiología de los síntomas, 392-394
fase aguda, tratamiento, 395 y s.
sustitución total de la articulación del tobillo, 390-391
técnicas de movilización articular
articulación subastragalina, 194-196
articulación tibioastragalina, 192-195
Tocarse los dedos del pie, 334-335
como prueba de la flexibilidad, 578 y s.
Tolerancia al ejercicio, disminución, 577 y s.
Toracotomía
afecciones pulmonares postoperatorias, 566-571
asistencia preoperatoria, 577 y s.
Tórax
acción de pistón, 527
anterior, movilidad, 443 y s.
en embudo, 532
en quilla, 532
en tonel, 532
estructura y función, 525 y s.
movimiento de calibrador, 527
movimiento en "asa de bomba", 526 y s.
movimiento en "asa de cesta", 527
movimientos durante la respiración, 526-527
profundidad de la excursión del, 532 y s.
simetría del movimiento del, 532 y s.
Torsión tibial, 322 y s.
Tortícolis, 427-428
congénito, 427 y s.
debilidad asimétrica, 427 y s.
histérico, 428
Tos
autoasistida, 545-546
después de un parto por cesárea, 503-504
durante la evaluación para fisioterapia de tórax, 535
en neumopatías obstructivas, 557 y s.
enseñar a toser con eficacia, 544-545
estimulación de la tráquea para inducir la, 546 y s.
factores que reducen la eficacia de, 544 y s.
humidificación y, 546 y s.
manual asistida, 545-546
mecanismo de la tos, 544
paroxística, 546 y s.
precauciones, 546 y s.
protección de la incisión, 545 y s.
Tracción, 164-165
eje longitudinal, 164 y s.
estiramiento pasivo mecánico prolongado, 137 y s.
para relajación local, 143
vertebral. *Ver* Tracción vertebral
Tracción vertebral, 426 y s., 467-478
autotracción
región cervical, 475 y s.
región lumbar, 478
contraindicaciones, 471 y s.
dosis, 472-473
duración, 472-473
en lesiones con discos intervertebrales, 416 y s., 420 y s.
en lesiones de las articulaciones cigapofisarias, 424 y s.
estática (constante)
continua o prolongada, 469
sostenida, 469
indicaciones
bloqueo del tejido meniscoide, 471 y s.
compresión de las raíces de los nervios espinales, 469 y s.
dolor discógeno, 471 y s.
dolor por las articulaciones cigapofisarias, 470 y s.
espasmos musculares o rigidez refleja de la musculatura, 470-472
fractura poscompresión, 471 y s,
hipomovilidad de las articulaciones, 469-471
intermitente, 469
limitaciones, 471 y s.
manual, 469 y s., 472
región cervical, 473 y s.
región lumbar, 476 y s.
mecánica, 472
región cervical, 473-475
región lumbar, 477-478
reglas de seguridad, 473
para la reducción del dolor, 468-469
para la relajación muscular, 468 y s.
posición del paciente, 472
posicional,462 y s., 472
región cervical, 473 y s.
región lumbar, 476 y s.
precauciones, 472
procedimientos generales, 472-473
región cervical, 473-476
región lumbar, 476-478
tracción en casa
región cervical, 475
región lumbar, 478
Transferencia de pacientes, 25
Transferencia del entrenamiento, 68
Transferencia tendinosa, en la reparación de los tendones extensores de la mano, 307 y s.
Tráquea, 528
desplazamiento del mediastino, 533 y s.
estimulación de la tráquea, 546 y s.
posición, 533 y s.
Trasplante de corazón, 566 y s.
Trastorno sensorial, en trastornos arteriales, 510 y s.
Trastorno ventilatorio restrictivo
atelectasia, 572 y s.
cambios asociados, 565 y s.
causas
extrapulmonares, 564 y s.
pulmonares, 564 y s.
deficiencias/problemas, 565 y s.
definición, 564 y s.
neumonía, 570-572
postoracotomía, 565-572
Trastornos arteriales
enfermedad crónica.
programa de ejercicio, 514-515
tratamiento, 512-514
evaluación, 511-512
oclusión aguda, 509 y s.
tratamiento, 512-513
signos y síntomas, 510 ys.
tipos, 510-511
Trastornos linfáticos, 517-519
Trastornos por traumatismos acumulativos, 201 y s., 213 y s
Trastornos vasculares de las extremidades, 509-523

arteriales, 509-515
en mastectomía, 518-523
linfáticos, 517-519
venosos, 514-517
Trastornos venosos
agudos, tratamiento, 517
crónicos, tratamiento, 517
evaluación, 515-516
signos y síntomas, 515 y s.
tipos, 514-515
Tratar de que los músculos "quemen", 582 y s.
Traumatismo
continuados, 213 y s.
vuelta a la actividad demasiado pronto, 214 y s.
Triglicéridos, en sangre, 117 y s.
Triple artrodesis, del tobillo, 390 y s., 392
Tromboangitis obliterante, 509 y s., 512 y s.
Tromboembolectomía, 512 y s.
Tromboflebitis
aguda, 515-516
tratamiento, 516 y s.
factores de riesgo, 515 y s.
prevención, 516
signos y síntomas, 515 y s
venosa profunda, pruebas, 516
Tronco
aumento de la extensión, 446-447
aumento de la flexión, 445-446
estabilización rítmica, 459-460
estabilización transicional, 460 y s.
postura, 434 y s.
prueba de flexibilidad, 579 y s.
Tropocolágeno, 134, 135
Tumerectomía, 519-520

U

UBE. *Ver* Upper Body Exerciser
Umbral del estímulo del entrenamiento, 105, 112
Unidad de Ejercicio con brazo de fuerza rotatoria, 92, 93
Unidad de ejercicio recíproco, 55-56
Unidad isotónica con brazo de fuerza rotatoria, 92, 93
Unidad Multi Exercise Pulley, 91
Unidad N-K, 92, 93
Unidades de ejercicio recíproco resistido, 94
Unidades motoras, reclutamiento, 28, 106
Upper Body Exerciser (UBE), 97
Útero
contracción, 563 y s.
involución, 485

V

Varices, 490 y s., 515 y s.
prueba de percusión, 516
tratamiento, 516 y s.
Velocidad del ejercicio, 83-84
como indicador de la resistencia física,
Vena safena mayor, competencia, 51
Vías respiratorias altas, 528
Vías respiratorias inferiores, 528
Vibración, para el drenaje postural, 548
Vibraciones vocales, 553 y s.
Visualización mental, 500 y s.
Volumen corriente, 529 y s.
Volumen de reserva espiratoria, 529 y s.
Volumen de reserva inspiratoria, 529 y s.
Volumen pulmonar, 529 y s.
en neumopatías obstructivas, 557 y s.
en trastornos ventilatorios restrictivos, 565 y s.
Volumen residual, 529 y s.
Volumen sistólico, 29 y s., 115 y s.
a distintas edades, 121-125

Yesos en serie, 137 y s.