

Gillone

Entrenamiento combinado de fuerza y resistencia



EDITORIAL MEDICA
panamericana

Entrenamiento combinado de fuerza y resistencia

Entrenamiento combinado de fuerza y resistencia

CLAUDIO A. GILLONE

Doctor en Ciencias del Deporte, Universidad
de Castilla-La Mancha, España

Máster en Alto Rendimiento, Universidad Autónoma
de Madrid, España

Docente de la Coordinación de Deportes, Universidad de
Buenos Aires, Argentina

Docente del Curso Superior de Especialistas en Medicina
del Deporte, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Integrante del Laboratorio de Fisiología y Evaluación
Funcional, Centro Nacional de Alto Rendimiento Deportivo
(CeNARD), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina



BUENOS AIRES - BOGOTÁ - CARACAS - MADRID - MÉXICO - PORTO ALEGRE

e-mail: info@medicapanamericana.com

www.medicapanamericana.com

ISBN: 978-950-06-0623-3 - Versión impresa
ISBN: 978-950-06-0667-7 - Versión electrónica

Gillone, Claudio A.

Entrenamiento combinado de fuerza y resistencia -
1ª ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires :
Médica Panamericana, 2015.
E-Book.

ISBN 978-950-06-0667-7

1. Medicina del Deporte. I. Título
CDD 613.711

Hecho el depósito que dispone la ley 11.723
Todos los derechos reservados.
Este libro o cualquiera de sus partes
no podrán ser reproducidos ni archivados en sistemas
recuperables, ni transmitidos en ninguna forma o por
ningún medio, ya sean mecánicos o electrónicos,
fotocopiadoras, grabaciones o cualquier otro, sin el
permiso previo de Editorial Médica Panamericana S.A.C.F.

© 2015. EDITORIAL MÉDICA PANAMERICANA S.A.C.F.
Marcelo T. de Alvear 2145 - Buenos Aires - Argentina

La versión electrónica de esta edición se publicó
en el mes de noviembre de 2014

Los editores han hecho todos los esfuerzos para localizar a los poseedores del copyright del material fuente utilizado. Si inadvertidamente hubieran omitido alguno, con gusto harán los arreglos necesarios en la primera oportunidad que se les presente para tal fin.

Gracias por comprar el original. Este libro es producto del esfuerzo de profesionales como usted, o de sus profesores, si usted es estudiante. Tenga en cuenta que fotocopiarlo es una falta de respeto hacia ellos y un robo de sus derechos intelectuales.

Las ciencias de la salud están en permanente cambio. A medida que las nuevas investigaciones y la experiencia clínica amplían nuestro conocimiento, se requieren modificaciones en las modalidades terapéuticas y en los tratamientos farmacológicos. Los autores de esta obra han verificado toda la información con fuentes confiables para asegurarse de que ésta sea completa y acorde con los estándares aceptados en el momento de la publicación. Sin embargo, en vista de la posibilidad de un error humano o de cambios en las ciencias de la salud, ni los autores, ni la editorial o cualquier otra persona implicada en la preparación o la publicación de este trabajo, garantizan que la totalidad de la información aquí contenida sea exacta o completa y no se responsabilizan por errores u omisiones o por los resultados obtenidos del uso de esta información. Se aconseja a los lectores confirmarla con otras fuentes. Por ejemplo, y en particular, se recomienda a los lectores revisar el prospecto de cada fármaco que planean administrar para cerciorarse de que la información contenida en este libro sea correcta y que no se hayan producido cambios en las dosis sugeridas o en las contraindicaciones para su administración. Esta recomendación cobra especial importancia con relación a fármacos nuevos o de uso infrecuente.

©iStock.com/skynesher



**EDITORIAL MEDICA
panamericana**

Visite nuestra página web:
<http://www.medicapanamericana.com>

ARGENTINA

Marcelo T. de Alvear 2145
(C1122AAG) Buenos Aires, Argentina
Tel: (54-11) 4821-5520 / 2066 /
Fax (54-11) 4821-1214
e-mail: info@medicapanamericana.com

COLOMBIA

Carrera 7a A N° 69-19 - Bogotá D.C., Colombia
Tel: (57-1) 345-4508 / 314-5014 /
Fax: (57-1) 314-5015 / 345-0019
e-mail: info@medicapanamericana.com.co

ESPAÑA

Quintanapalla N° 8, Planta 4a (28050) - Madrid,
España
Tel: (34-91) 1317800 / Fax: (34-91) 4570919
e-mail: info@medicapanamericana.es

MÉXICO

Hegel N° 141, 2º piso

Colonia Polanco V Sección
Delegación Miguel Hidalgo - C.P. 11560 - México,
Distrito Federal
Tel: (52-55) 5250-0664 / 5262-9470 / Fax: (52-55) 2624-2827
e-mail: info@medicapanamericana.com.mx

VENEZUELA

Edificio Polar, Torre Oeste, Piso 6, Of. 6 C
Plaza Venezuela, Urbanización Los Caobos,
Parroquia El Recreo, Municipio Libertador, Caracas
Depto. Capital, Venezuela
Tel: (58-212) 793-2857/6906/5985/1666
Fax: (58-212) 793-5885
e-mail: info@medicapanamericana.com.ve

Dedicatorias

A lo más importante de mi vida: Marco y Anahí.

A Gloria, por su apoyo incondicional en este y otros proyectos.

Colaboradores

GUSTAVO AQUILINO

Profesor Nacional de Educación Física
Integrante del Laboratorio de Fisiología y
Evaluación Funcional, Centro Nacional de Alto
Rendimiento Deportivo (CeNARD),
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Docente del Curso Superior de Especialistas en
Medicina del Deporte, Universidad de
Buenos Aires
Preparador Físico del Equipo Nacional
de Esgrima, Argentina

MARCELO CARDEY

Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y
Deportiva (Universidad del Salvador)
Magister en Diseño y Gestión de Programas
para la Actividad Física y la Salud (Universidad
CAECE)
Docente del Curso Superior de Especialistas
en Medicina del Deporte, Universidad de Buenos
Aires
Integrante del Laboratorio de Fisiología y
Evaluación Funcional, Centro Nacional de Alto
Rendimiento Deportivo (CeNARD)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

NÉSTOR LENTINI

Médico Especialista en Medicina del Deporte
Coordinador Médico, Secretaría de Deportes de
la Nación, Argentina
Médico del Comité Olímpico Argentino
Director del Curso de Especialistas en Medicina
del Deporte, Universidad de Buenos Aires
Docente de la Fundación Favalaro, Ciudad
Autónoma de Buenos Aires
Coordinador del Laboratorio de Fisiología y
Evaluación Funcional, Centro Nacional de Alto
Rendimiento Deportivo (CeNARD), Ciudad
Autónoma de Buenos Aires, Argentina

MARTÍN MENÉNDEZ

Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y
Deportivas
Docente, Universidad del Salvador, Ciudad
Autónoma de Buenos Aires
Coordinador de los Centros de Desarrollo
de Levantamiento Olímpico de Pesas,
Secretaría de Deportes de la Nación, Argentina

Prefacio

CLAUDIO A. GILLONE

El entrenamiento simultáneo de dos cualidades condicionales tan complejas, como la fuerza y la resistencia, y su interacción, merecen un tratamiento especial para evitar que se interpongan o se neutralicen. La mayoría de las publicaciones se dedican por separado al tratamiento de la cualidad fuerza o resistencia; en esta obra, se propone una integración conceptual entre ambas, desde el punto de vista metabólico y neuromuscular, tratando de dar pautas básicas de las condiciones, cuidados y análisis que deben tenerse en cuenta en el momento de entrenar, en especial, en deportes en los que la necesidad de resistencia y de fuerza es fundamental.

Para ello, se ha optado por una descripción fisiológica y de entrenamiento en la cual, sin descuidar el aspecto científico, se destaca el componente didáctico, lo que facilitará a los profesionales y estudiantes de las ciencias y la medicina del deporte una comprensión cabal de los temas abordados. Se describe la fisiología neuromuscular y metabólica de la fuerza y la resistencia, sus formas de clasificación, el entrenamiento de fuerza y resistencia en los niños, la interrelación en el entrenamiento simultáneo de fuerza y resistencia, los análisis técnicos de los principales ejercicios que se pueden utilizar, además de una gran cantidad de ejemplos y de combinaciones prácticas. El objetivo es transmitir al lector los aspectos sobresalientes en la combinación del entrenamiento de estas capacidades condicionales, indispensables no sólo para el rendimiento deportivo, sino también para el desenvolvimiento normal en la vida diaria, desde el nacimiento hasta la vejez.

Agradecimientos

Al profesor Adrián Zanola

A la doctora Viviana Gallego

A José Barros

Al profesor Walter Valdez

Índice

1 Fundamentos fisiológicos y adaptaciones producidas en el entrenamiento de fuerza y resistencia

INTRODUCCIÓN	2
FACTORES DETERMINANTES DE LA FUERZA MUSCULAR	2
FORMA DE ESTIMULACIÓN DE LAS UNIDADES MOTORAS	2
Regulación nerviosa	3
Velocidad de la contracción	4
Sentido cinestésico	4
TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES	4
Fibras tipo I	5
Fibras tipo IIa	5
Fibras tipo IIb	5
Fibras tipo IIc	6
Clasificación de las fibras musculares de acuerdo con las características de la cadena de miosina	6
Estructura de las fibras musculares	8
Reclutamiento de las fibras musculares	8
Frecuencia de activación fibrilar	9
Distribución de las fibras en el músculo	10
UNIDADES MOTORAS	11
Tipos de unidades motoras	11
ENERGÍA PARA EL MOVIMIENTO	11
Utilización de la fosfocreatina	12
Sistema del ácido láctico	12
Sistema del ciclo de Krebs y de la cadena transportadora de electrones	15
ADAPTACIONES EN EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA	15
Coordinación intramuscular	18
Coordinación intermuscular	18
Orden de reclutamiento de fibras	18

Modificaciones de los umbrales de estimulación de los husos musculares y los corpúsculos de Golgi	19
Hipertrofia muscular (factores estructurales)	19
Hipertrofia y fuerza	20
Cambios transitorios	23
ADAPTACIONES EN EL ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA	23
Capilarización en la mejora de la resistencia	23
Mioglobina y la mejora de la resistencia	24
Mitocondrias, enzimas oxidativas y resistencia	24
Almacenamiento de fuentes de energía y resistencia	24
Adaptaciones frente a trabajos de alta intensidad	24
Vasos sanguíneos	26
Rendimiento en resistencia, diferencias entre sexos	28
FATIGA Y ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA	29
Fatiga central vs. fatiga periférica	29
NIVELES DE INTENSIDAD DEL ENTRENAMIENTO	30
RELACIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES DE INTENSIDAD Y LA MANIFESTACIÓN DE LAS CAPACIDADES CONDICIONALES	32
SÍNTESIS CONCEPTUAL	32

2 Fuerza, resistencia y su clasificación 35

CONSIDERACIONES SOBRE LOS DIFERENTES TIPOS DE CLASIFICACIÓN DE LA FUERZA Y LA RESISTENCIA	36
LA FUERZA Y EL RENDIMIENTO DEPORTIVO	36
RELACIÓN ENTRE FUERZA Y RESISTENCIA	36
MEJORA DE LA VELOCIDAD DE MOVIMIENTOS E INCREMENTO DE LA FUERZA MUSCULAR	37

ANÁLISIS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE TENSIÓN MUSCULAR	38	Curva fuerza-tiempo y su relación con la velocidad y la resistencia	59
Contracción anisométrica	39	ORIENTACIÓN DE LAS DIFERENTES SESIONES DE ENTRENAMIENTO SEGÚN LA CARGA UTILIZADA	62
Contracción isométrica	41	Sesiones de entrenamiento con cargas máximas	62
Contracciones combinadas	41	Efectos de la misma carga pero con otro ejercicio	63
DIFERENTES MANIFESTACIONES DE FUERZA	41	Sesiones de entrenamiento con cargas muy altas	63
Manifestaciones de fuerza de acuerdo con los tipos de contracción implicados	42	SESIONES DE ENTRENAMIENTO CON CARGAS MUY ALTAS CON MÁXIMO O CASI MÁXIMO NÚMERO DE REPETICIONES POR SERIES	64
Aplicación de la fuerza y especialidad deportiva	43	Sesiones de entrenamiento con cargas altas	65
LA RESISTENCIA Y EL RENDIMIENTO DEPORTIVO	44	Sesiones de entrenamiento con cargas altas con máximo o casi máximo número de repeticiones por series	65
DEPORTES Y SU RELACIÓN CON LA RESISTENCIA	45	Sesiones de entrenamiento con cargas medias	65
Deportes en los que la resistencia es irrelevante para el rendimiento	45	Sesiones de entrenamiento con contraste	66
Deportes en los que la resistencia es complementaria al rendimiento	45	BREVE DESCRIPCIÓN SOBRE LOS TRABAJOS PLIOMÉTRICOS	69
Deportes en los que la resistencia es determinante en el rendimiento	46	ENTRENAMIENTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE RESISTENCIA	71
RESISTENCIA CÍCLICA A PARTIR DE LA DURACIÓN DEL ESFUERZO	46	Duración del trabajo	71
Resistencia de duración muy corta (RDMC)	46	Resistencia de base	71
Resistencia de duración corta (RDC)	47	Principales métodos de entrenamiento de la resistencia	72
Resistencia de duración media (RDM)	47	ENTRENAMIENTO INTERMITENTE	78
Resistencia de duración larga I (RDL I)	48	Intermitente máximo	79
Resistencia de duración larga II (RDL II)	48	Intermitente submáximo	82
Resistencia de duración larga III (RDL III)	49	TRABAJO CONTINUO VS. INTERMITENTE	84
Resistencia de duración larga IV (RDL IV)	49	DIFERENTES ACTIVIDADES Y SU RELACIÓN CON LA FATIGA	85
RESISTENCIA INTERMITENTE	50	APLICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO INTERMITENTE EN LOS EJERCICIOS DE SOBRECARGA Y SALTOS	85
SÍNTESIS CONCEPTUAL	52	Trabajo intermitente con predominio de la velocidad	86
3 Interrelación en el entrenamiento de fuerza y resistencia	53	Trabajo intermitente con predominio de la fuerza	86
CONSIDERACIONES PARA TENER EN CUENTA	54	Trabajo intermitente de fuerza y velocidad	87
FUERZA, RESISTENCIA Y ACTIVACIÓN MUSCULAR	55	INTERMITENTE PARA LA CALIDAD DE VIDA	87
Efecto de la fuerza sobre la resistencia	55	CONSIDERACIONES AL MOMENTO DE PLANIFICAR LOS ENTRENAMIENTOS DE FUERZA Y RESISTENCIA	88
ENTRENAMIENTO DE FUERZA	57		
Pausas de recuperación y su relación con la resistencia	57		
Diferentes ejercicios y su aplicación al deporte	57		
Diferentes ejercicios y la utilización de fibras	57		

Actividades de resistencia de larga duración	88	FUERZA EN BANCO PLANO	149
Deportes de fuerza y resistencia	88	SÍNTESIS CONCEPTUAL	150
Deportes acíclicos	90		
SÍNTESIS CONCEPTUAL	91	Anexo	
		Ejemplos de trabajos intermitentes	
4 Entrenamiento de fuerza y resistencia en niños	95	de fuerza, velocidad y explosividad	151
CONSIDERACIONES PARA TENER EN CUENTA	95	EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES	
EL NIÑO Y SU DESARROLLO	96	CON PREDOMINIO DE FUERZA Y ALTERNANCIA	
Desarrollo de la masa muscular	96	DE TREN INFERIOR, MEDIO Y SUPERIOR	
Relación masa muscular-masa grasa	96	UTILIZANDO EJERCICIOS BÁSICOS	151
Sistema nervioso	96	Consideraciones para tener en cuenta	152
EL NIÑO Y EL DESARROLLO DE FUERZA	98	EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES	
Aumento de los niveles de fuerza	98	COMBINANDO EJERCICIOS BÁSICOS DE	
Entrenamiento de fuerza y niveles de		FUERZA Y CAPACIDAD REACTIVA	152
testosterona	99	Consideraciones para tener en cuenta	162
Iniciación del entrenamiento	100	EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES	
Características del entrenamiento	102	COMBINANDO EJERCICIOS BÁSICOS DE	
EL NIÑO Y EL DESARROLLO DE LA		FUERZA, EXPLOSIVOS Y DE CAPACIDAD	
RESISTENCIA	106	REACTIVA	162
Sistema glucolítico	108	Consideraciones para tener en cuenta	169
Características del entrenamiento	108	EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES	
SÍNTESIS CONCEPTUAL	109	COMBINANDO EJERCICIOS BÁSICOS	
		EXPLOSIVOS Y DE CAPACIDAD REACTIVA	169
5 Descripción analítica de los principales ejercicios citados	111	Consideraciones para tener en cuenta	172
SENTADILLAS CON BARRA ATRÁS	111	EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES	
SENTADILLAS CON BARRA ADELANTE	112	COMBINANDO EJERCICIOS EXPLOSIVOS Y	
ARRANQUE	117	DE COORDINACIÓN	172
ARRANQUE COLGADO A MEDIA FLEXIÓN	123	Consideraciones para tener en cuenta	176
ENVIÓN	128	EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES	
Descripción de la cargada	128	DE FUERZA Y EXPLOSIVIDAD CON	
Segundo tiempo	129	ESTRUCTURAS PARTICULARES ADAPTADAS	
CARGADAS COLGADO A MEDIA FLEXIÓN	130	A DIFERENTES DEPORTES Y PERÍODOS DE	
DESPEGUE	139	TRABAJO	176
REMO ACOSTADO CON BARRA	143	Consideraciones para tener en cuenta	186
		EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES DE	
		CAMPO CON PREDOMINIO NEUROMUSCULAR	
		Y METABÓLICO	188
		Consideraciones para tener en cuenta	190
		Índice analítico	193

FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS Y ADAPTACIONES PRODUCIDAS EN EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA Y RESISTENCIA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN

FACTORES DETERMINANTES DE LA FUERZA MUSCULAR

FORMA DE ESTIMULACIÓN DE LAS UNIDADES MOTORAS

Regulación nerviosa

Velocidad de la contracción

Sentido cinestésico

TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES

Fibras tipo I

Fibras tipo IIa

Fibras tipo IIb

Fibras tipo IIc

Clasificación de las fibras musculares de acuerdo
con las características de la cadena de miosina

Estructura de las fibras musculares

Reclutamiento de las fibras musculares

Frecuencia de activación fibrilar

Distribución de las fibras en el músculo

UNIDADES MOTORAS

Tipos de unidades motoras

ENERGÍA PARA EL MOVIMIENTO

Utilización de la fosfocreatina

Sistema del ácido láctico

Sistema del ciclo de Krebs y de la cadena
transportadora de electrones

ADAPTACIONES EN EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA

Coordinación intramuscular

Coordinación intermuscular

Orden de reclutamiento de fibras

Modificaciones de los umbrales de
estimulación de los husos musculares
y los corpúsculos de Golgi

Hipertrofia muscular (Factores estructurales)

Hipertrofia y fuerza

Cambios transitorios

ADAPTACIONES EN EL ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA

Capilarización en la mejora de la resistencia

Mioglobina y la mejora de la resistencia

Mitocondrias, enzimas oxidativas y resistencia

Almacenamiento de fuentes de energía y resistencia

Adaptaciones frente a trabajos de alta intensidad

Rendimiento en resistencia, diferencias entre sexos

FATIGA Y ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA

Fatiga central vs. fatiga periférica

NIVELES DE INTENSIDAD DEL ENTRENAMIENTO

RELACIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES DE INTENSIDAD Y LA MANIFESTACIÓN DE LAS CAPACIDADES CONDICIONALES

SÍNTESIS CONCEPTUAL

INTRODUCCIÓN

El tejido muscular tiene la capacidad de transformar la energía química resultante del metabolismo en trabajo mecánico. Participa en la locomoción al integrar la función de palancas junto con los huesos y las articulaciones (músculo esquelético estriado), en las actividades viscerales (músculo liso) y, además, forma parte de la bomba cardíaca (músculo cardíaco).

La fuerza es una cualidad del tejido muscular que permite que los huesos se desplacen alrededor de su eje articular movilizándolo el propio cuerpo, lanzando un objeto o ambas cosas. Es por esta razón que la cualidad fuerza, junto con la resistencia, está íntimamente ligada con la salud.

Un nivel de fuerza adecuado es vital para el desarrollo de actividades diarias, tales como estar de pie, caminar, mantener una correcta alineación postural, así como también realizar esfuerzos físicos de gran magnitud, como por ejemplo correr a gran velocidad, saltar, lanzar, etc. Además, niveles mínimos de fuerza muscular en la región abdominal y los hombros son necesarios para mantener la correcta curvatura de la espina dorsal y, en consecuencia, una buena postura a fin de evitar las algias (dolor en la superficie de una raíz nerviosa que se extiende a todo su territorio) o los dolores lumbares. Asimismo, niveles aceptables de **resistencia** nos permitirán que una determinada actividad pueda seguir realizándose a lo largo de un período dado, así como la adaptación a trabajos específicos.

FACTORES DETERMINANTES DE LA FUERZA MUSCULAR

El cuerpo tiene una extraordinaria habilidad para obtener la fuerza exacta necesaria para llevar a cabo un sinnúmero de acciones que requieran en más o en menos esta capacidad condicional.

Los grupos musculares pueden variar la fuerza de contracción mediante el reclutamiento de unidades motoras. Cada unidad motora está conformada por una **neurona motora** (unidades celulares completas y autónomas que tienen la característica de ser capaces de conectarse con otras, ya sea para inhibirlas, excitarlas o, simplemente, para retransmitirles el impulso nervioso proveniente desde el cerebro) y el conjunto de todas las **fibras musculares** a las que inerva (figs. 1-1 y 1-2) o variar la frecuencia (cantidad de veces por segundo que se repite una onda nerviosa, medida en hercio [Hz]) con la cual estas unidades motoras son activadas (Sale, 2003).

FORMA DE ESTIMULACIÓN DE LAS UNIDADES MOTORAS

En trabajos de fuerza submáxima, algunas unidades motoras están en reposo, mientras que otras producen la fuerza necesaria para ejecutar la acción. De esta manera, estas unidades motoras van intercambiando su papel y retrasan la fatiga. Por lo tanto, la **contracción** asincrónica de las fibras musculares es la responsable de la forma suave y sin brusquedades de las contracciones musculares voluntarias (Costill y Wilmore, 2007).

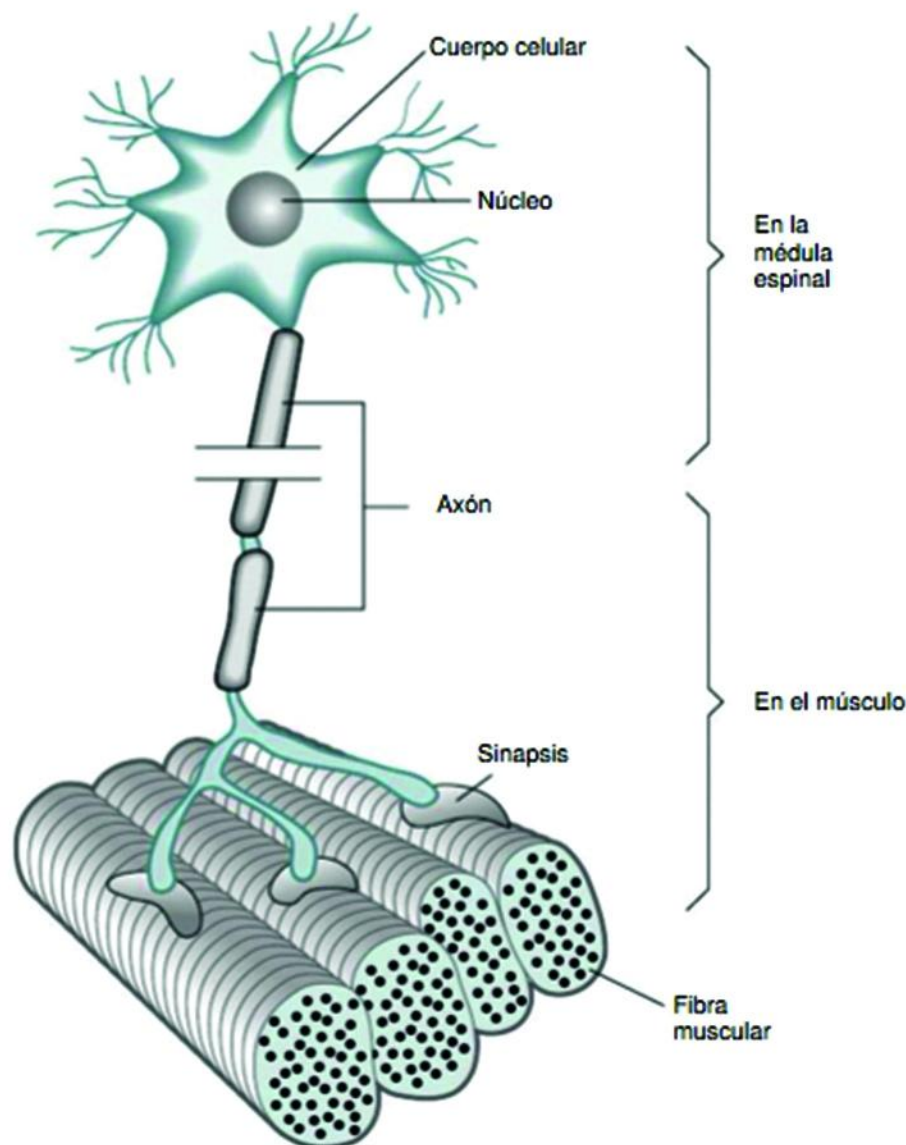


FIG. 1-1. La unidad motora está formada por la motoneurona y por las fibras musculares inervadas por su axón. Cada sinapsis formada se denomina "placa motora".



Si en un determinado ejercicio, como por ejemplo en las **sentadillas**, colocamos una carga para que el ejecutante realice 12 repeticiones, tendremos como resultado contracciones asincrónicas de unidades motoras. En cambio, si estamos frente a una carga máxima, se aumenta la frecuencia con la que las unidades motoras se estimulan y se reclutan así más unidades en un tiempo dado, lo cual proporciona mayor fuerza de contracción.

Regulación nerviosa

Las neuronas envían señales por medio de neurotransmisores. Algunos de estos son exci-

tadores, mientras que otros son inhibidores y mantienen a la neurona inactiva.

De esta manera, una neurona puede segregar neurotransmisores excitadores o inhibidores, pero no ambos. Por lo tanto, según los **neurotransmisores** que sean segregados, las neuronas pueden ser **excitadoras** o **inhibidoras**.

Los impulsos inhibidores son importantes para evitar las contracciones espásticas (exceso de tono muscular); en este caso, su acción es efectiva. Pero cuando una persona desea realizar fuerza máxima, estos neurotransmisores inhibidores pueden interferir con la habilidad de activar un gran número de unidades motoras al mismo tiempo. Esta es una de las explicaciones de las diferencias individuales en los niveles de

fuerza, ya que un individuo fuerte puede bloquear mayor cantidad de neuronas inhibitorias (Sale, 2003).



Un adecuado entrenamiento de la fuerza puede llegar a reducir la señal inhibitoria del cerebro hacia las neuronas motoras.

Velocidad de la contracción

Si un músculo es activado por un determinado estímulo, hay un lapso que transcurre entre la llegada del estímulo y el comienzo de la tensión. Este tiempo es denominado **período de latencia** y se debe a la propagación del estímulo a través de la membrana de la fibra muscular.

La velocidad de conducción del **potencial de acción** (también llamado **impulso eléctrico**) es una onda de descarga eléctrica que viaja a lo largo de la membrana celular llevando información entre diferentes tejidos y depende del tamaño y la mielinización del axón de la moto-

neurona, que constituye la unidad motora. Un adecuado entrenamiento de la fuerza muscular puede disminuir el período de latencia.

La **mielina** es una lipoproteína que constituye un sistema de bicapas. Se encuentra en el sistema nervioso, formando vainas alrededor de los axones de las neuronas, y permite, gracias a su efecto aislante, la transmisión de los impulsos nerviosos.

Sentido cinestésico

Es la habilidad de juzgar la propiedad de contracción de un músculo, o sea, concientizar acerca de dónde están los miembros en el espacio.

Esta habilidad nos permite tener sensación o percepción del movimiento y la ubicación de nuestro cuerpo en el espacio. Los receptores están distribuidos ampliamente por todo el cuerpo, desde donde se generan aferencias (información que va desde el receptor periférico hacia el cerebro). Abarca dos tipos de sensibilidad: la sensibilidad visceral "interoceptiva", ubicada en los órganos internos, y la sensibilidad "propioceptiva" o postural, cuyos receptores se ubican en las articulaciones y los músculos. Básicamente, su función es regular el equilibrio y las acciones motoras coordinadas necesarias para llevar a cabo cualquier desplazamiento del cuerpo desde una perspectiva temporoespacial (Kucera, 1998; Cardinali, 2007).

TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES

Clásicamente, las fibras presentes en los músculos humanos se diferenciaban en función de la actividad **ATPasa**, que es la enzima que produce la hidrólisis de la adenosina trifosfato (ATP) en adenosina difosfato (ADP) y un ion de fósforo (ion fosfato) libre, al ser teñidas a diferentes pH.

De esta manera, el músculo esquelético queda formado por cuatro tipos de fibras con diferentes características metabólicas y funcionales (velocidad de contracción, capacidad aeróbica, capacidad anaeróbica, cantidad de mitocondrias, número de capilares, fuerza de contracción, actividad ATPasa y resistencia a la fatiga).

Basándonos en los puntos anteriormente expuestos, podríamos definir dos grandes tipos de fibras musculares.

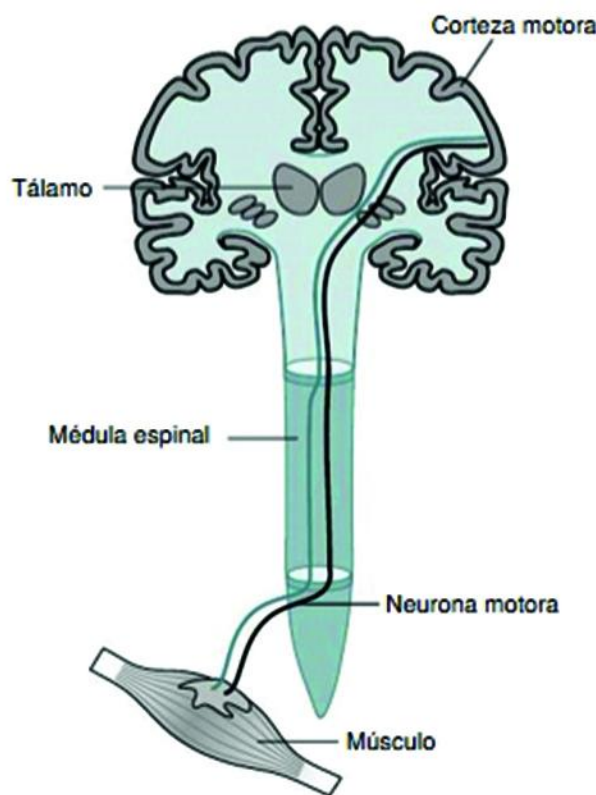


FIG. 1-2. La información se transmite desde la corteza motora, pasa por el tálamo, llega a la médula espinal (neurona motora) y hace que el músculo ejecute la orden.

1. Fibras lentas, oxidativas, tipo I, también llamadas ST (*slow-twitch*)
2. Fibras rápidas, glucolíticas, tipo II, también llamadas FT (*fast-twitch*)

Dentro de este segundo grupo, se distinguen las IIa, las IIb y las fibras de transición IIc, también llamadas indiferenciadas.

Fibras tipo I

Son fibras oscuras o rojas debido a la gran cantidad de mioglobina que contienen. Presentan un menor número de miofibrillas en comparación con las fibras tipo II, poseen gran abundancia de **mitocondrias (centro energético de la célula)** y un aporte sanguíneo elevado con una gran red capilar (6-8 capilares por fibra), lo que posibilita una gran superficie de intercambio gaseoso y metabólico. Su metabolismo predominante es oxidativo (oxidación lenta [OL]), y el término oxidación se refiere al tipo de metabolismo que utiliza oxígeno como combustible. El alto contenido de mioglobina, el número de capilares y la gran cantidad de enzimas oxidativas en el sistema mitocondrial las tornan resistentes a la fatiga.

La velocidad del impulso nervioso del axón que inerva estas fibras es bajo (60-70 m/s) porque poseen poca mielinización, por lo que se activan con estímulos eléctricos de baja frecuencia. Son el tipo de fibras utilizadas en actividades de larga duración y baja frecuencia de impulso, como por ejemplo caminar, o en carreras de larga duración como las maratones, en las cuales se debe aplicar una pequeña fuerza durante un período prolongado de tiempo.

Estas fibras pueden llegar a tener grandes depósitos de lípidos y glúcidos; de esta manera, mejoran la resistencia ante esfuerzos de larga duración.

Normalmente, los músculos que juegan un papel más importante en la postura (los músculos antigravitatorios) suelen tener una mayor concentración de este tipo de fibras y, por supuesto, son más resistentes a la fatiga. Este tipo de fibras musculares necesitan más tiempo para alcanzar la tensión máxima (75 milisegundos contra 35 de las fibras rápidas) (Bosco, 2000) (fig. 1-3).

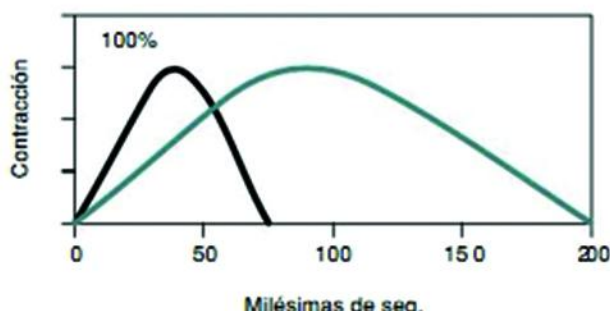


FIG. 1-3. Se puede apreciar el tiempo que tarda una fibra ST (línea negra) en alcanzar el 100% de su capacidad máxima de contracción, frente a una fibra FT (línea azul). (De Martin y Coe, 1996.)

Fibras tipo IIa

Tienen un metabolismo fundamentalmente oxidativo-glucolítico (aeróbico y anaeróbico), con predominio de este último.

Presentan un mayor número de miofibrillas por unidad de superficie que las fibras lentas. Además tienen elevadas concentraciones de calcio, lo que posibilita una alta capacidad para realizar contracciones rápidas y, al mismo tiempo, ser resistentes al cansancio.

Las fibras tipo IIa contienen mayores concentraciones de glucógeno que las tipo I, aunque menor concentración de triglicéridos. Poseen también un menor número de mitocondrias y capilares sanguíneos que las fibras ST, pero a su vez tienen mayor cantidad que las FTb.

Las fibras tipo IIa poseen un impulso nervioso de 80-90 m/s, inervadas con neuronas de mayor tamaño, más mielinizadas, con un nivel más elevado de excitación. Estas fibras están más adaptadas para participar en actividades físicas de corta duración y de mayor intensidad que las ST (Bosco, 2000).

Fibras tipo IIb

Estas fibras, consideradas las verdaderas fibras rápidas, poseen un impulso nervioso de 80-130 m/s, y por lo tanto, mayor umbral de excitación y velocidad de contracción. Su actividad oxidativa es muy reducida, mientras que el metabolismo glucolítico está muy desarrollado; la actividad de las fibras IIb se limita a esfuerzos que requieren grandes y rápidos niveles de

contracción (p. ej., levantamientos de pesas, saltos, lanzamientos), con una duración muy corta (Cometti, 2001).

Fibras tipo IIc

Corresponden a formas intermedias entre fibras I y IIa, y su proporción es de aproximadamente del 1 al 3% del total de las fibras musculares. Algunos autores (López Chicharro, 2006) sostienen que, según el tipo de entrenamiento, estas fibras podrían adquirir las características de las de tipo I o IIa, mientras que otros afirman que actuarían en la reparación de fibras lesionadas, y por eso se las considera también como indiferenciadas.

Clasificación de las fibras musculares de acuerdo con las características de la cadena de miosina

Actualmente, los tipos de fibras musculares pueden distinguirse mediante técnicas inmunohistoquímicas, en función de los aminoácidos que integran las cadenas pesadas de **miosina** proteína fibrosa implicada en la contracción muscular, por interacción con la **actina**, proteína globular que forma los microfilamentos, uno de los tres componentes fundamentales del citoesqueleto de las células. La miosina consta de una cadena pesada y una liviana, y se diferencian así las fibras musculares en tipo I, IIa, IIb y IIx, que expresan distintos tipos de isoforma de cadenas pesadas de miosina (fig. 1-4).

Debemos señalar que, mediante técnicas de biología molecular, se ha demostrado que las fibras IIb no existen como tales en los seres humanos (Smerdu y cols., 1994; Sant'Ana Pereira, 1996). Hasta el momento de dicha demostración, las fibras IIx se clasificaban como IIb. Esta diferenciación entre fibras IIx y IIb es de suma importancia, puesto que las fibras IIx tienen un comportamiento mecánico y metabólico que se encuentra a medio camino entre las fibras tipo IIa y IIb.

Métodos histoquímicos y análisis electroforéticos de las diferentes isoformas de las cadenas de miosina han revelado la existencia de **fibras musculares "puras" e "híbridas"**. Las fibras musculares puras contienen una única isoforma, mientras que las híbridas contienen dos o más

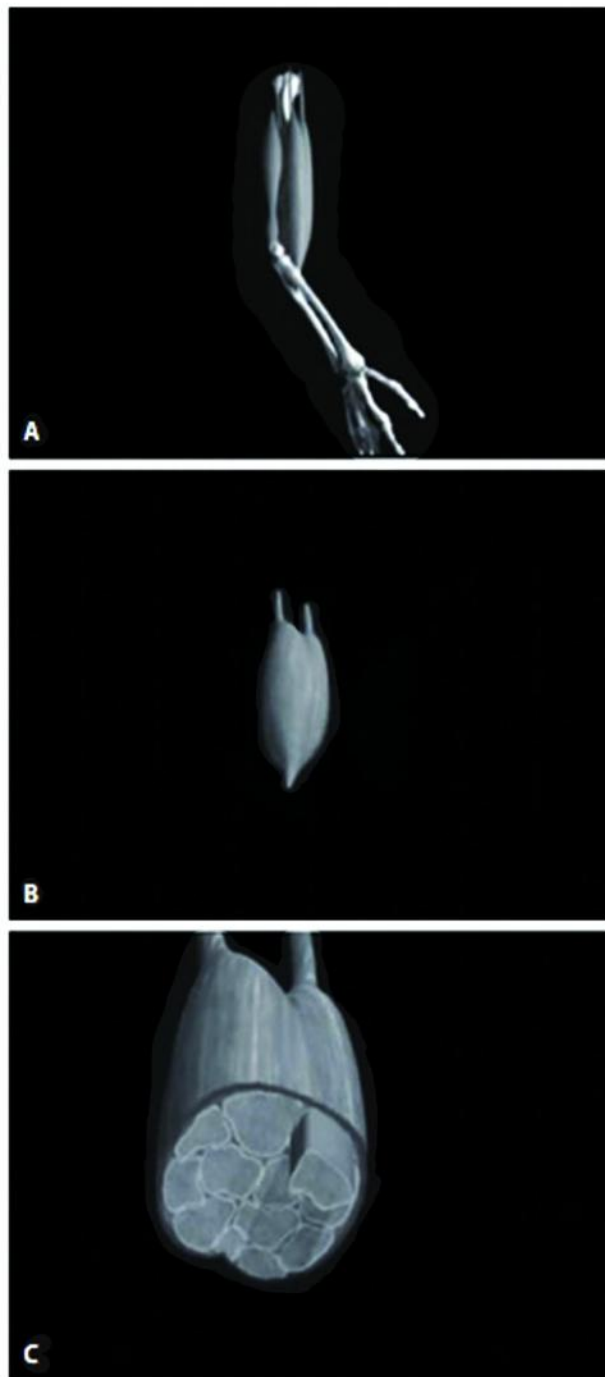


FIG. 1-4. Se muestra la secuencia de: **A** y **B**: músculo; **C** (continúa)

isoformas. De acuerdo con las isoformas encontradas en mayor cantidad en los músculos esqueléticos de mamíferos adultos, es posible delinear los siguientes tipos puros de fibras: lentas tipo I y tres tipos de fibras rápidas, llamadas tipo IIa, tipo IIx y tipo IIb (Demirel y cols., 1999).

Pares de estas principales isoformas pueden coexistir en las fibras híbridas. Por lo tan-

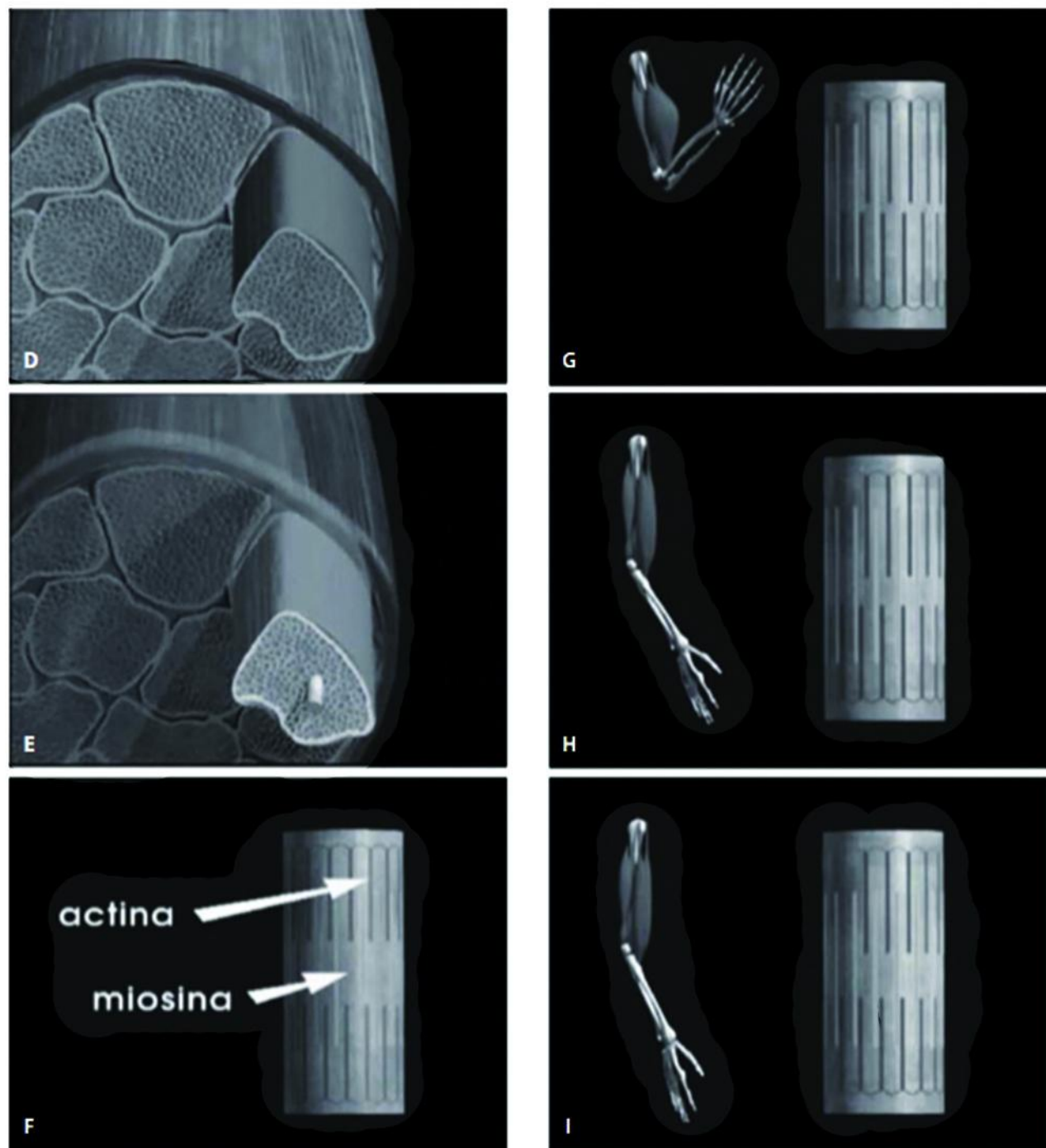


FIG. 1-4. (continuación) **D:** fibra muscular (vista ampliada); **E:** miofibrilla; **F:** filamentos de actina y miosina; **G, H, I:** diferentes ángulos de la contracción muscular y su relación con el deslizamiento de los filamentos de actina y miosina.

to, pueden distinguirse los siguientes tipos de fibras híbridas: I/IIa, IIax, IIxa, IIxb y IIbx. Dependiendo del músculo o de las condiciones, estas fibras pueden contener tres o más isoformas.

En conjunto, las fibras puras (resaltadas en negrita) y las híbridas forman un **continuum** desde las lentas hacia las rápidas: **tipo I** - tipo I/

IIa - tipo IIa/I - **tipo IIa** - tipo IIa/x - tipo IIx/a - **tipo IIx** - tipo IIx/b - tipo IIb/x - **tipo IIb** (Pette y Staron, 2001).



El entrenamiento deportivo podría inducir una transformación de las fibras híbridas de acuerdo con el tipo de trabajo realizado, es decir, el entrenamiento

concomitante de la resistencia induciría a la transformación mayoritaria de parte de las fibras híbridas en lentas y resistentes, mientras que el entrenamiento de la fuerza induciría a que las fibras híbridas tomen características de rápidas. Esto tiene una importancia fundamental dentro de la planificación deportiva que será objeto de análisis en los siguientes capítulos.

Estructura de las fibras musculares

La estructura y las posibilidades funcionales de las fibras musculares están dadas por las características del tipo de motoneurona que la inerva, la cual determina las características que una fibra puede llegar a tener. Así, si las fibras de contracción rápida son reinervadas por una motoneurona correspondiente a una fibra lenta (ST), adoptarán las características de las fibras lentas y aumentarán la actividad de las enzimas oxidativas, la densidad de los capilares y el contenido de mioglobina. Por el contrario, si las fibras ST son reinervadas por una motoneurona rápida, esto provocará aumento en la actividad glucolítica, disminución de la densidad capilar y menor contenido de mioglobina (Pette y Staron, 2001).

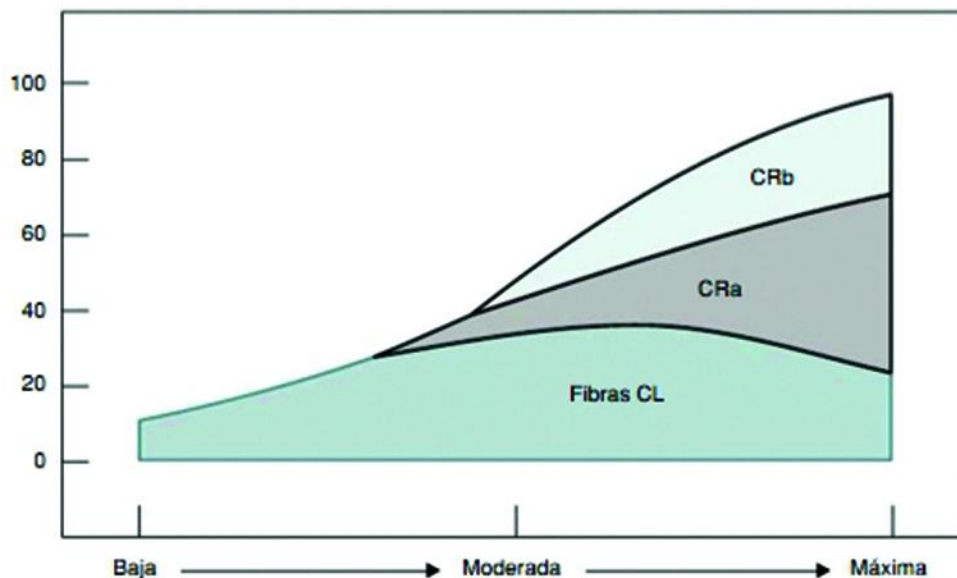
Reclutamiento de las fibras musculares

Según la ley de Henneman (1965) (en Cometti, 2001; Willmore y Costill, 2007), las unidades motoras más pequeñas, las de contracción lenta, se reclutarán para satisfacer las necesidades de las cargas de trabajo más sencillas o de baja intensidad. Las unidades motoras de contracción rápida harán su contribución y se reclutarán a medida que el trabajo vaya incrementando su intensidad hasta llegar al máximo. De esta forma, estaremos ante un sistema diseñado para utilizar las fibras musculares de manera tal que, durante un trabajo liviano, se reduzca al mínimo la producción láctica mientras que al movilizarse las fibras IIa y IIx esa producción se eleva significativamente al aumentar el metabolismo glucolítico.

En conclusión, a medida que el trabajo se hace más intenso se produce una contribución adicional por parte de las fibras de CR que se suma al ya ejecutado por las fibras de CL.

Esta secuencia recibe el nombre de "principio de talla", ya que primero se activan las unidades motoras de menor talla para luego activarse las de mayor tamaño, teniendo en cuenta que autores como Sale (1992) solo la consideran válida en músculos multifuncionales.

FIG. 1-5. Se muestra cómo las fibras siguen el principio de talla al momento de reclutarse, aunque este principio solamente es válido en algunos movimientos. (De Willmore y Costill, 2007.)





Si realizamos 10 repeticiones, o las máximas posibles, con el 70% de la fuerza máxima en *press* de banco, a una velocidad normal, las primeras repeticiones no representarán un esfuerzo importante, por lo que serán reclutadas las fibras de CL. Luego, a medida que aumente el número de repeticiones, se incorporarán las de CRa y después, cuando se esté por finalizar y este esfuerzo se transforme en máximo, se activarán las de CRx. En este caso, se habrá seguido el principio de talla anteriormente descrito.

En la actualidad, se considera que la **ley de Henneman** no es aplicable a los movimientos cortos y veloces, ya que las unidades motoras no seguirían el principio de talla para reclutarse, y las fibras FT se contraerán en forma veloz.

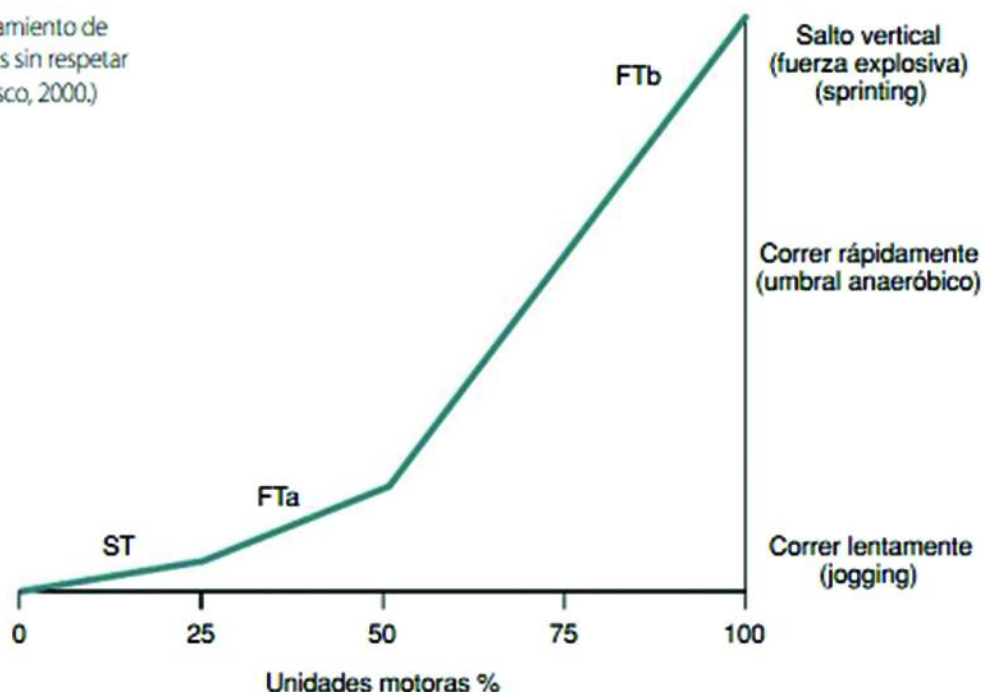
Como dijimos anteriormente, las fibras tipo I tienen una velocidad de contracción de 75 milisegundos, frente a los 35 de las de tipo II. Esto explicaría la respuesta al uso de fibras II en la realización de un movimiento muy rápido, aunque no tengamos que vencer una gran resistencia (p. ej., un salto). En este caso, las fibras activadas serán las de tipo IIx, ya que la contracción se realiza a una velocidad en la cual no hay tiempo para que puedan contraerse las fibras ST (fig. 1-6).

Frecuencia de activación fibrilar

La **frecuencia del impulso nervioso** es la cantidad de veces por segundo que se repite una onda (nerviosa) medida en hercio (Hz). Es posible aumentar la producción de fuerza con una activación simultánea de más unidades motoras, además de que cada unidad motora genere mayor tensión. Esto se consigue a través del incremento de frecuencia de descarga producida por el nervio motor. La fuerza de contracción de las unidades motoras incrementa su fuerza con el aumento de la frecuencia de estimulación del nervio motor, hasta que esta llega a un nivel, dependiendo del tipo de fibras, de 10 a 60 hz. A partir de allí, por más que se aumente la frecuencia de impulso, no se incrementará la fuerza producida por la contracción fibrilar, pero al recibir mayor cantidad de impulsos puede generarse la misma fuerza de manera más rápida (Sale, 2003) (fig. 1-7).

En los movimientos explosivos, realizados a máxima velocidad pero que producen una fuerza inferior a la máxima, la frecuencia de estimulación del nervio es superior a la frecuencia necesaria para obtener la máxima tensión de las fibras inervadas por su motoneurona, lo que aumenta-

FIG. 1-6. Modelo de reclutamiento de diferentes unidades motoras sin respetar el "principio de talla". (En Bosco, 2000.)



ría la velocidad del impulso nervioso. Lo importante en este tipo de movimientos es producir la máxima fuerza posible en el menor tiempo.

Distribución de las fibras en el músculo

En el ser humano no se han encontrado músculos que posean un solo tipo de fibras, ya que ambos tipos constituyen las diferentes unidades motoras.

La diferencia en la distribución porcentual de los diferentes tipos de fibras en un mismo músculo variará de un sujeto a otro. Los deportistas de alto rendimiento tienen distinta distribución en el porcentaje de fibras, sean estas de CL o CR, de acuerdo con el deporte; por ejemplo, los esprinters poseen a nivel cuádriceps un porcentaje mayor de fibras de CR, y los corredores de fondo tienen un mayor porcentaje de fibras de CL. Como hasta el momento no se han realizado seguimientos de biopsias musculares en atletas, desde su iniciación hasta llegar al alto rendimiento, no existen certezas sobre la transformación de fibras, por lo que se considera probable que la mayor cantidad de fibras de CR en los esprinters se deba a condición genética más que a una transformación (Cometti, 2002).

En corredores de fondo, existe la posibilidad de que un trabajo de entrenamiento de resis-

cia a bajas intensidades sea capaz de aumentar las posibilidades del suministro de energía oxidativa no solo en las fibras de CRa, sino también en las de CRx, lo cual ocasiona que este tipo de fibras no puedan ser descubiertas en la sección transversal, por lo que tomarían las propiedades de las fibras de CL (Platanov, 1998; Willmore y Costill, 2007).

Como es lógico suponer, estas modificaciones traerían aparejados cambios que provocarían una gran disminución en las posibilidades de velocidad y fuerza explosiva.

Si bien parece probable que puedan transformarse fibras de CR en lentas con el entrenamiento de resistencia, es prácticamente imposible que esto mismo ocurra en sentido inverso.



La explicación se fundamenta en que el tiempo durante el cual están en funcionamiento las fibras de CL es mucho mayor que el que lo están las de CR. Por ejemplo, en un entrenamiento con pesas destinado a la mejora de la fuerza explosiva de aproximadamente 1 hora 15 minutos de duración, un grupo muscular determinado recibe un estímulo de 50 segundos. Si el resto de las 24 horas los estímulos son de baja frecuencia, resultará muy difícil transformar las fibras lentas en rápidas.

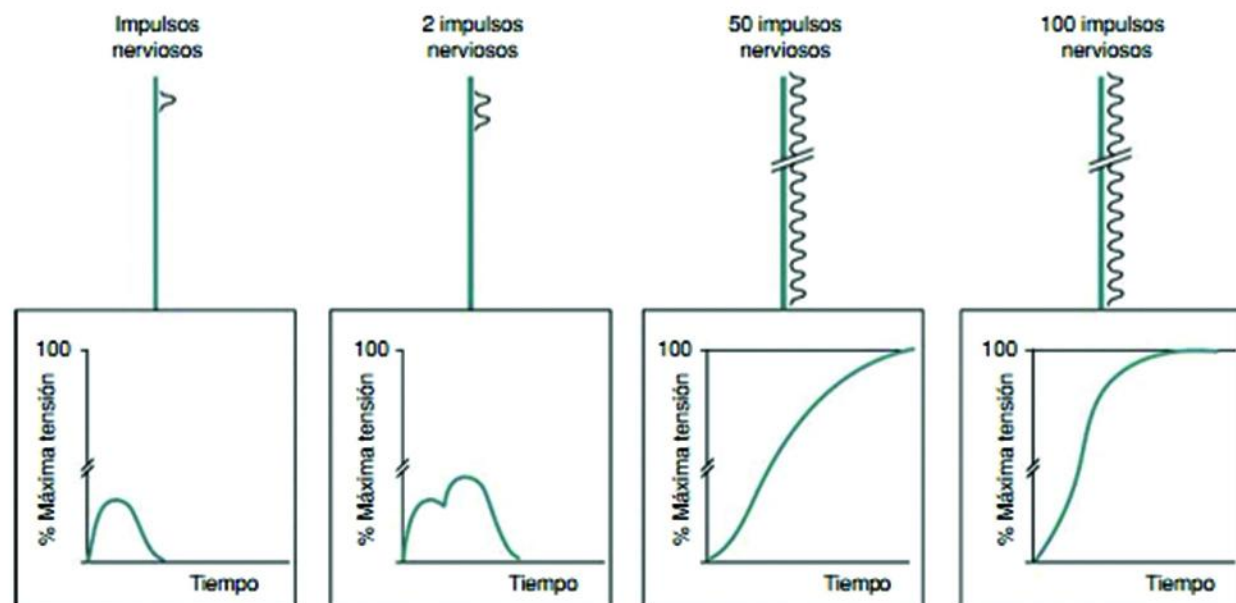


FIG. 1-7. Efecto de la frecuencia de impulso sobre la tensión muscular. (Sale, 1992 en Vidal, 2000).



Si realizamos trabajos de resistencia de larga duración en deportes explosivos, como por ejemplo el vóley, con el objeto de evitar el cansancio, es muy probable que lo logremos, pero a costa de una gran disminución de la explosividad en los movimientos de nuestros jugadores, por lo que se debe buscar la proporción y la metodología adecuada entre el trabajo de fuerza y resistencia en cada deporte.

UNIDADES MOTORAS

Reiterando lo explicado en el punto “**Factores determinantes de la fuerza muscular**”, la unidad motora es el conjunto formado por una motoneurona, su axón y las fibras musculares inervadas por este. El número de fibras musculares inervadas por una motoneurona varía desde unas cinco en músculos que requieran un importante grado de control hasta más de mil en los grandes grupos musculares que no lo necesitan.

Creemos que es fundamental destacar que todas las fibras musculares dentro de una misma unidad motora se contraen y relajan casi simultáneamente, y si las fibras de una unidad motora son activadas por el nervio para que se contraigan, lo harán de forma máxima o no se contraerán. Ello se conoce como “**ley del todo o nada**”.

Las unidades motoras contienen el mismo tipo de fibras (ST o todas FT); las fibras no se entremezclan. En cambio, un músculo nunca está compuesto de un solo tipo de fibras, sino que poseerá en su estructura fibras ST y FT en diferentes proporciones, de acuerdo con la acción muscular por desarrollar (músculo postural, antigravitatorio o músculo de las extremidades)

Tipos de unidades motoras

Unidades motoras tónicas

Son aquellas que están controladas por motoneuronas de un umbral de excitación bajo, con lenta velocidad de conducción y baja frecuencia de impulso.

Estas motoneuronas inervan las fibras de contracción lenta (tipo I); además, se caracterizan por elevada capacidad de resistencia y con-

tracciones en picos de tensión bajos durante un largo período.

El número de miofibrillas que pertenecen a unidades motoras tónicas es superior al de las unidades fásicas.

Unidades motoras fásicas

Están controladas por motoneuronas con un alto umbral de excitación y una gran velocidad de conducción, inervan las fibras rápidas, dependen del metabolismo glucolítico y desarrollan tensiones elevadas con un tiempo de contracción más breve. Según Henneman y cols., son reclutadas cuando el movimiento requiere mucha fuerza y un control muy preciso.

ENERGÍA PARA EL MOVIMIENTO

La fibra muscular no puede utilizar directamente la energía contenida en los alimentos ya digeridos. Para poder emplearla, los componentes más simples tienen que cederla antes a un compuesto químico almacenado en todas las células vivas: **la adenosina trifosfato (ATP)**. A partir de la energía liberada por la hidrólisis del ATP, la fibra muscular puede efectuar su trabajo. Además, esta molécula también cede energía a otros procesos celulares que la requieren, como los de síntesis y transporte (Barbany, 2002; Katch y cols., 2011).



Energía química $\longrightarrow$ Contracción muscular + Calor

Como puede observarse en la reacción química correspondiente, la enzima ATPasa juega un papel fundamental en la liberación de energía. Las fibras tipo II, al contrario que las tipo I, poseen una gran cantidad de estas enzimas, lo que permite una rápida hidrolización del ATP y obtención más rápida de energía.

En consecuencia, la fibra muscular requiere ATP para contraerse, como así también para relajarse.

Es importante destacar que, durante la transición del reposo al ejercicio, la cantidad de ATP hidrolizado puede llegar a aumentar más de 100 veces, por ejemplo en un esprint máximo, y unas 20-30 veces en trabajos de larga duración y de menor intensidad, como una carrera de fondo.

La célula muscular almacena tan solo pequeñas cantidades de ATP. Como el trabajo muscular necesita un continuo suministro de energía, la célula muscular tiene que tener sus propias vías de recuperación para el ATP consumido.



Para la resíntesis de nuevas moléculas de ATP, la célula muscular dispone de tres sistemas energéticos básicos, dos de los cuales se llevan a cabo en el sarcoplasma de la célula y que suministran energía rápidamente; estos dos sistemas son el de los fosfágenos (ATP-PC) y el glucolítico. El tercero, encargado de suministrar energía en forma lenta, pero durante períodos prolongados, se desarrolla dentro de la mitocondria celular; este sistema es el oxidativo.

Utilización de la fosfocreatina

La **fosfocreatina (PC)** es una forma de almacenamiento de enlaces P (**fosfatos**) para la fibra muscular y puede ser convertida rápidamente en ADP gracias a la intervención de la **creatina fosfoquinasa** (también conocida como **creatina fosfoquinasa [CPK]**), enzima presente en varios tipos de tejido muscular. Su función es la catálisis (transformación química) de la PC para facilitar que en el músculo se libere la energía requerida para su contracción; por lo tanto, su utilización es inmediata (Barbany, 2002; López Chicharro, 2006) (fig. 1-8).

La PC se halla presente en el músculo en una cantidad 5 veces mayor a la del ATP. Si bien estas reservas de PC son muy superiores a las de ATP, son también limitadas (fig. 1.9), por lo cual es posible cubrir solamente entre 4 a 6 segundos de esfuerzo a partir del inicio de la contracción.

Por lo tanto, la PC es primordial para los primeros segundos del esfuerzo una vez agotados los pequeños depósitos de ATP y cuando no han

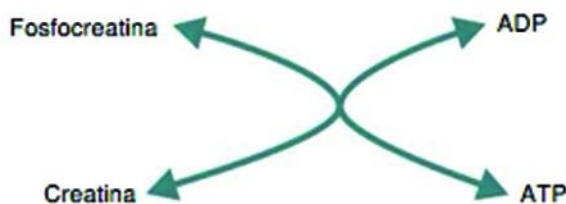


FIG. 1-8. Transferencia de fosfatos de contenido energético elevado entre la fosfocreatina y el ADP. (Barbany, 2002.)

podido utilizarse aún las vías oxidativas debido a que estas son más largas y con un mayor grado de complejidad.



La recarga de PC ocurre cuando en el músculo existe un contenido adecuado de ATP, y se produce a expensas del ATP y la creatina, con lo cual se forma nuevamente PC. Es posible que esto suceda durante la contracción si esta es a baja intensidad (menor impulso nervioso); pero si la contracción se ha realizado a gran intensidad (elevado impulso nervioso), los depósitos de PC solo pueden recuperarse a niveles iniciales durante el reposo, y esta recuperación se realiza con rapidez (no más de dos minutos), dependiendo de factores como la fatiga, la formación de lactato, etc.

Sistema del ácido láctico

En este caso, la glucólisis consiste en la degradación de la glucosa en ácido láctico (o su forma ionizada, el **lactato**), compuesto químico que tiene importantes funciones en diversos procesos bioquímicos, como la fermentación con liberación de hidrógeno [H^+], y que se produce principalmente en las células musculares y en los glóbulos rojos. Dicho ácido se forma cuando el cuerpo descompone carbohidratos para utilizarlos como energía.

Como ya se mencionó, estas reacciones químicas se llevan a cabo en el sarcoplasma celular.

Si bien todas las células musculares, sean de contracción lenta o rápida, tienen la capacidad de actuar en los tres sistemas energéticos, son las fibras de contracción rápida o tipo II las que tienen mayor capacidad para formar ácido láctico.

Esto se debe a que si bien todas las fibras tienen una enzima denominada lactico-deshidrogenasa (**LDH**), la que a su vez se subdivide en cinco isoenzimas (LDH 1, LDH 2, LDH 3, LDH 4, LDH 5), en las FT predomina la LDH 5. Llamada también **LDHM** (M proviene del inglés *muscle*), esta isoenzima se encuentra en el retículo sarcoplasmático y favorece la formación de ácido láctico a partir del piruvato, mientras que en las ST predominan las isoenzimas LDH 1 y LDH 2, llamadas también **LDHH** (H proviene de corazón, del inglés *heart*), que se localizan en las mitocondrias y favorecen la reacción contraria, es decir, de lactato a piruvato (Bosco, 2000).

Además de esto, es importante aclarar que cuando existe un aumento en la actividad de la LDH corresponde un descenso simultáneo de las isoenzimas LDHH; por lo tanto, podemos concluir que la enzima LDH transforma una mayor cantidad de piruvato en lactato que en sentido inverso.

La falta de oxígeno no es la única condición para que se active la vía glucolítica anaeróbica, vía que no utiliza la mitocondria para la degradación de glucógeno y glucosa. El sistema del ácido láctico comienza a actuar a los pocos segundos de haber empezado un ejercicio de alta intensidad, pero no es posible afirmar que esto se deba a falta de oxígeno, ya que en diferentes estudios se encontró una presión parcial de oxígeno lo suficientemente elevada para poder realizar el intercambio gaseoso. (González Badillo y Rivas Serna, 2002).

Si bien es cierto que esta vía metabólica es muy rápida, la producción de ATP a través de

ella no puede durar mucho tiempo debido a la limitación de la fuente inmediata de glucógeno y la rápida acumulación de metabolitos.

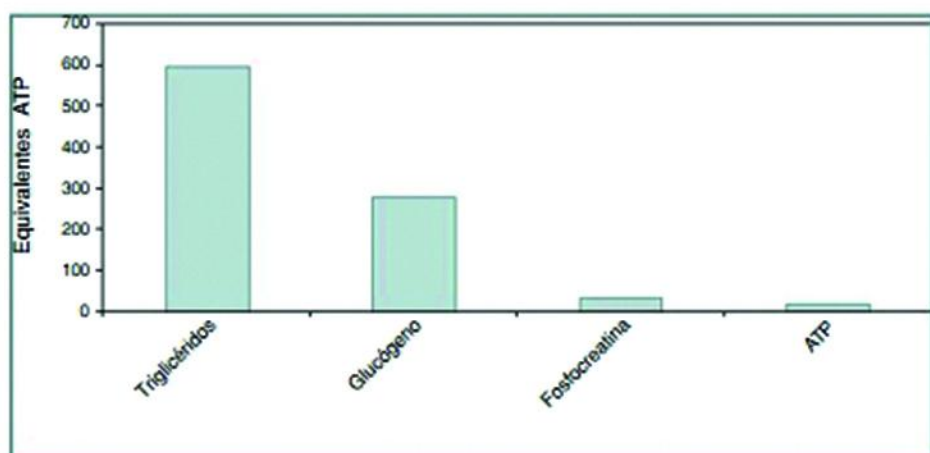
Todas las fibras musculares poseen mitocondrias y enzimas para poder desarrollar la glucólisis anaeróbica, pero las fibras de contracción rápida tienen mayor cantidad de enzimas glucolíticas y menos mitocondrias que las de contracción lenta o tipo 1. La activación por parte del SNC en el ejercicio de alta intensidad de unidades motoras con fibras de contracción rápida para hacer frente a las exigencias de una mayor aplicación de fuerza en la unidad de tiempo, de acuerdo con las características que le son propias a estas fibras, las transforman en las más adecuadas para un mayor uso de la vía glucolítica y la consiguiente formación de ácido láctico.

El principal factor para que se utilice una u otra vía energética será el impulso nervioso emitido por el sistema nervioso central. Cuando se debe generar una gran fuerza en poco tiempo, la producción de ATP por parte de las mitocondrias es demasiado lenta para abastecer la contracción. En este caso, la puesta en marcha de la vía glucolítica anaeróbica será la encargada de generar ATP rápidamente para así atender esta contracción que se realiza a gran velocidad.

Intentando hacer una secuencia completa de los pasos que llevan a la activación del sistema del ácido láctico, González Badillo y Rivas Serna (2002) la resumen de la siguiente forma.

1. Activación intensa a nivel de las motoneuronas, envío de alta frecuencia.
2. Excitación intensa del sarcolema.

FIG. 1-9. Reservas energéticas musculares de triglicéridos, glucógeno, fosfocreatina y ATP.



3. Liberación de una gran cantidad de calcio intracelular.
4. Activación de un gran número de filamentos y aumento del consumo de ATP.
5. Insuficiente velocidad de aporte de ATP por la mitocondria.
6. Acumulación de importante cantidad de metabolitos (ADP , Pi , H^+), estimulante para la fosfofructocinasa (PFK) y la glucólisis.
7. La vía glucolítica rápida produce mayor cantidad de NADH_2 y supera la posibilidad de que sea oxidado por la vía mitocondrial (para formar ATP). Así, comienza a predominar su oxidación a través de piruvato para luego formar lactato a suficiente velocidad la cantidad de ATP para abastecer la demanda del sarcómero.
8. Acumulación de lactato a partir de la activación glucolítica e imposibilidad de la mitocondria de metabolizar piruvato.
9. Continúa la difusión de oxígeno desde los capilares hacia la mitocondria con oxidación de sustratos y producción de CO_2 y H_2O .

Se observa que los pasos descritos llevan a la acumulación láctica y a la acidificación del músculo a partir de la gran frecuencia de impulsos nerviosos, los cuales activan las fibras FT. Pero esta

acidificación no se produce por una falta de oxígeno, que continúa presente en cantidades suficientes para producir el intercambio gaseoso. Lo que ocurre es que la velocidad del metabolismo de la mitocondria es insuficiente para realizar un adecuado abastecimiento energético. Por esta causa, los ejercicios intensos, y que además poseen cierta duración, traen aparejada una importante producción de lactato, el cual sale fácilmente del territorio muscular a la sangre venosa (González Badillo y cols., 2002).



En los ejercicios de baja intensidad y larga duración, e incluso durante el reposo, donde los impulsos nerviosos son de baja intensidad y por lo tanto las fibras que se activan son las ST, la producción de lactato es muy baja y la aparición plasmática de ese metabolito es incorporada por el hígado, el corazón y las fibras musculares menos activas a través de los procesos gluconeogénicos y oxidativos, respectivamente.

Cuando existe demanda de una mayor intensidad en los movimientos, además de una cierta duración, se produce una mayor producción láctica resultante del reclutamiento de las fibras FT (fig. 1.10).

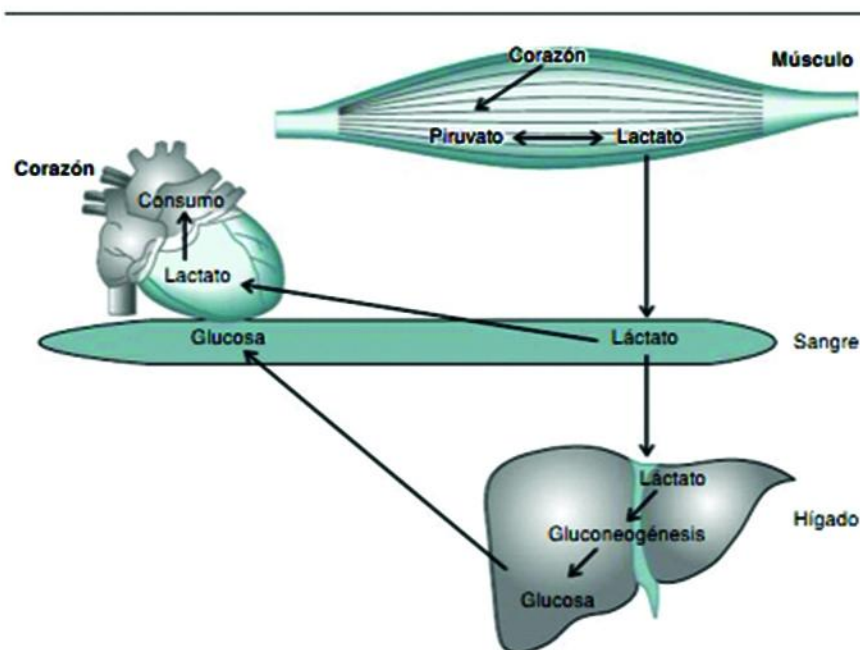


FIG. 1-10. Destino del lactato muscular.

Sistema del ciclo de Krebs y de la cadena transportadora de electrones

Esta vía se utiliza cuando se requiere menos energía por unidad de tiempo y se lleva a cabo cuando el impulso nervioso es bajo, fundamentalmente en las fibras ST. Cuando los esfuerzos son de una intensidad más elevada, también se emplean en parte las fibras tipo II, pero junto con este sistema se utilizará también el del ácido láctico.

Los sustratos energéticos en condiciones de oxidarse son glucosa, glucógeno y ácidos grasos de origen local y provenientes de los tejidos de reserva (tejido adiposo e hígado).

La llamada **glucólisis aeróbica** tiene lugar dentro de las mitocondrias celulares. La glucosa es oxidada por completo hasta CO_2 y H_2O , con participación de O_2 y la obtención de una elevada producción de energía, aunque en un tiempo mucho mayor que el del sistema de los fosfágenos y del ácido láctico.

Los pasos de la degradación oxidativa del glucógeno son los mismos que en el sistema del ácido láctico hasta el piruvato, donde este se oxida y libera 2 átomos de H y se descarboxila para liberar CO_2 . Se produce la acetilcoenzima A, que se introduce en el ciclo de Krebs, donde sigue degradándose por acción de varias enzimas, con liberación de CO_2 y H. El hidrógeno liberado se une al O_2 en la cadena respiratoria (fig. 1.11).

Si bien este sistema se pone en funcionamiento junto con los otros dos, deben pasar aproximadamente dos minutos hasta que el transporte de O_2 de sustratos hacia las mitocondrias pueda desarrollarse y para que, preponderantemente, la obtención de energía sea a través de este sistema.

En cuanto a las grasas presentes en la célula muscular y en el tejido subcutáneo en forma de triglicéridos, se desdoblarán en glicerina y ácidos grasos, los cuales contienen una gran cantidad de átomos de C que, al separarse una parte de dos átomos de C en cada betaoxidación y al activarse con esto la acetilcoenzima A, se introducen luego en el ciclo de Krebs (fig. 1.12).

Es importante resaltar que para la degradación de las grasas se requiere una mayor cantidad de O_2 que para la degradación de la glucosa.

Por esta razón, la utilización de grasas solo ocurre ante cargas bajas, solamente en las fibras ST.

Cuando se usa a menudo el sistema oxidativo, se producirá un aumento en las enzimas relacionadas con él; esto tiene como efecto una mayor utilización de este sistema.

Esta utilización oxidativa se produce a expensas de la activación de una mayor cantidad de fibras ST, lo que traerá como consecuencia la pérdida de velocidad en esfuerzos de corta duración.

Las proteínas son oxidadas como fuentes energéticas solo ante situaciones extremas, en trabajos de gran extensión y en presencia de oxígeno; en estas condiciones, las proteínas aportan aproximadamente el 5% del metabolismo energético. En este caso, los aminoácidos serán transformados en piruvato y acetilcoA para luego introducirse en el ciclo de Krebs.



Los trabajos de larga duración activarán fundamentalmente las fibras ST; en consecuencia, se producirá una adaptación en este tipo de fibras que, por otra parte, son las que tienen demanda en estos trabajos. Por consiguiente, la activación de las fibras ST supondrá una mejora en la resistencia de larga duración, pero con un claro perjuicio sobre las fibras tipo II, que no recibirán estímulo alguno, o este será muy bajo, lo cual ocasionará como consecuencia inmediata una considerable pérdida de velocidad y de fuerza. Aunque se entrenen fundamentalmente las fibras ST, como por ejemplo en carreras de fondo, es conveniente realizar trabajos de alta intensidad y sobrecarga para estimular también las fibras FT a fin de que estén en condiciones de actuar cuando sean requeridas, por ejemplo en situaciones de carrera en las cuales se deba emplear una mayor intensidad de esfuerzo.

ADAPTACIONES EN EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA

Es común relacionar el aumento de la fuerza muscular con un incremento de la sección transversal de los músculos, pero si observamos detenidamente el comportamiento en una persona sedentaria que comienza un entrenamiento con sobrecarga, podremos verificar que los niveles

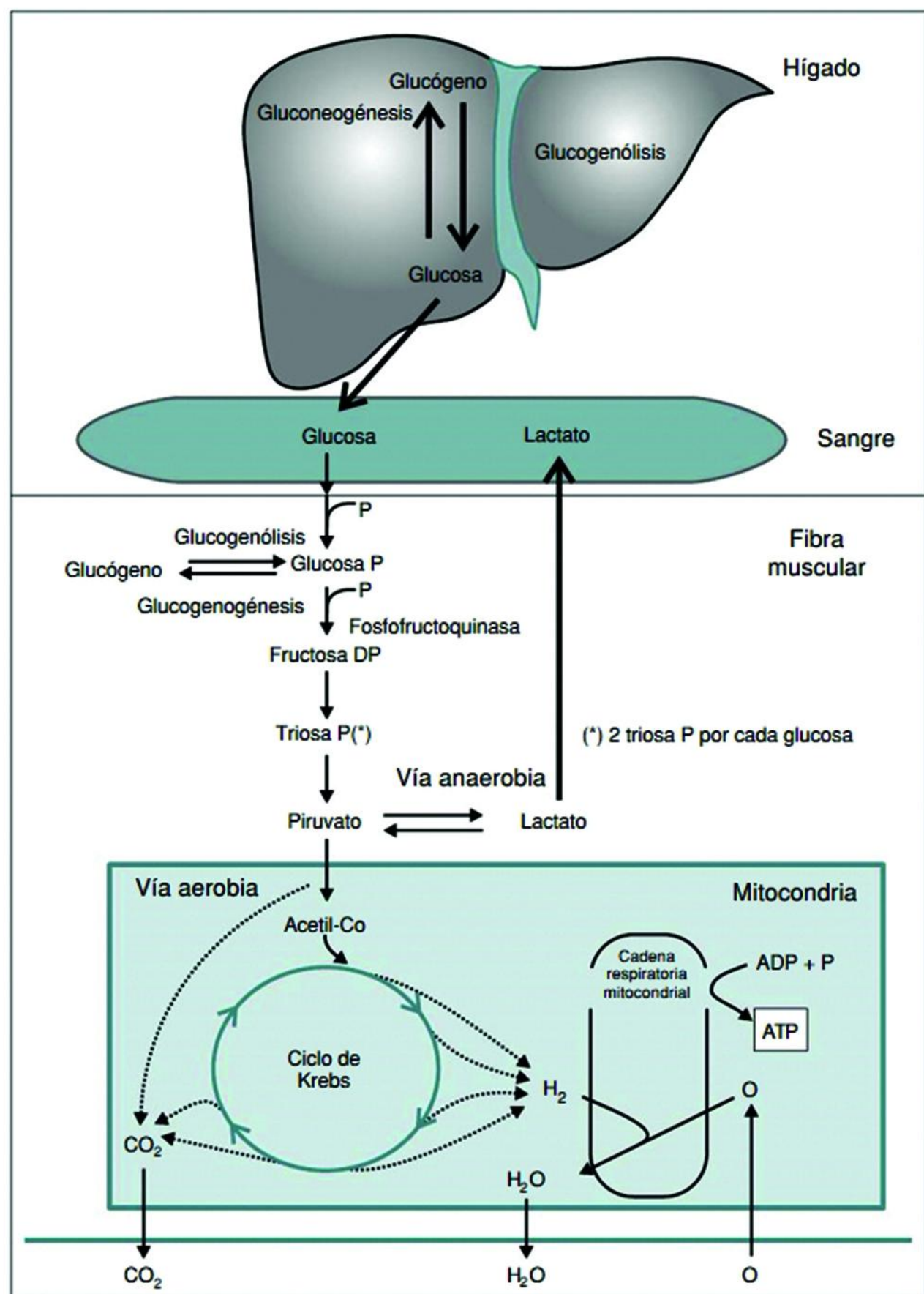


FIG. 1-11. Vía oxidativa de la glucosa (glucólisis aeróbica y anaeróbica).

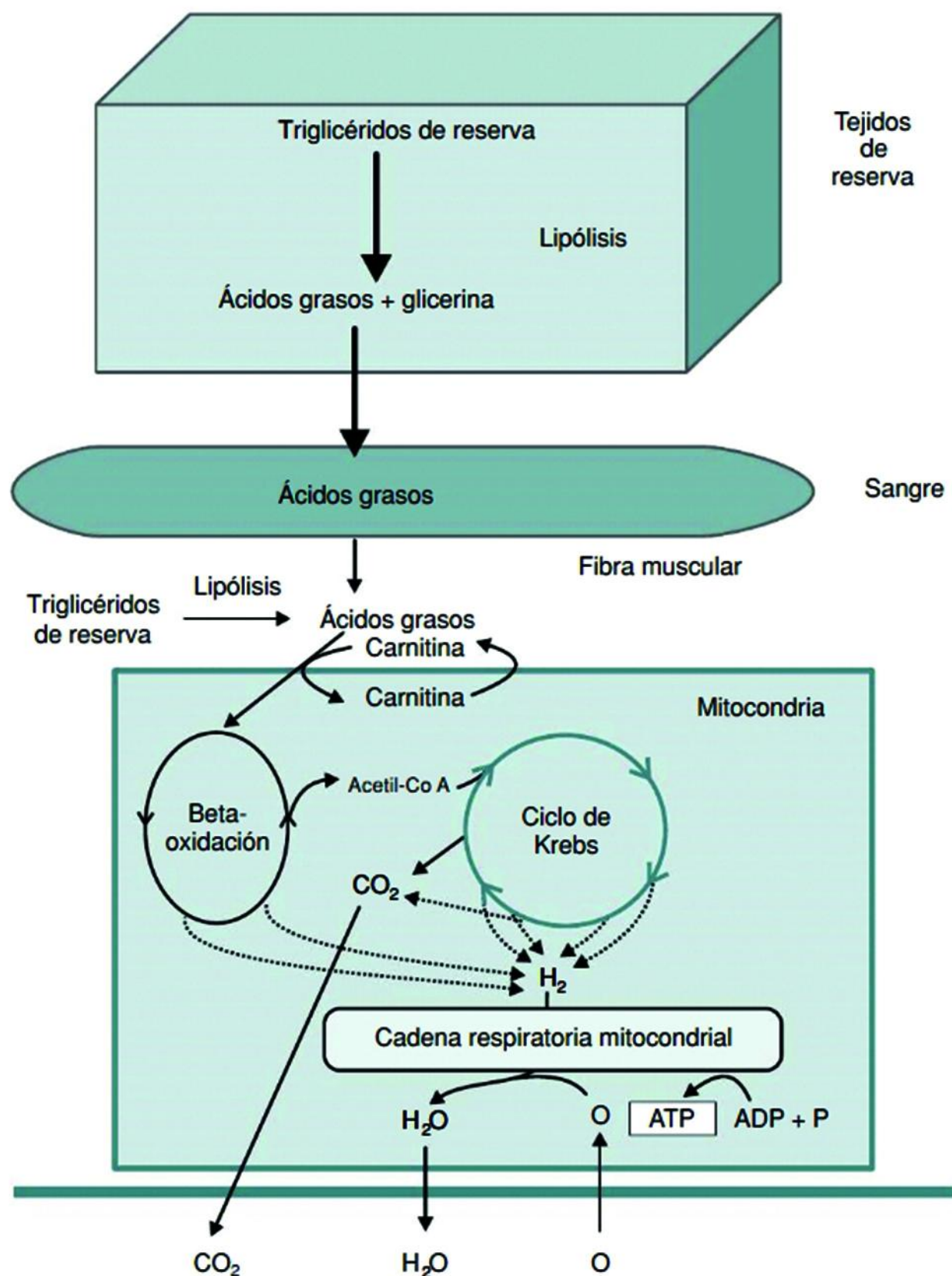


FIG. 1-12. Vía oxidativa de los ácidos grasos (betaoxidación).

de fuerza aumentan sin que este se relacione con el tamaño muscular, lo que ocurre debido a que **existen dos formas básicas mediante las cuales es posible incrementar la fuerza:**

- cuando se pone en funcionamiento una mayor cantidad de unidades motoras, proceso por el cual se produce una adaptación del sistema nervioso,
- cuando las unidades motoras ejercen mayor fuerza individualmente, fenómeno producido por una adaptación del mismo músculo.

Por lo tanto, si tuviésemos que enumerar cronológicamente los procesos adaptativos que responden al entrenamiento de la fuerza, lo haríamos de la siguiente forma:

Coordinación intramuscular

En las personas sedentarias o que no poseen un adecuado entrenamiento de esta cualidad condicional, en el momento de realizar una tensión correspondiente a la fuerza máxima, la cantidad de unidades motoras activadas no supera el 25-30% del total de estas unidades. Luego de un entrenamiento adecuado, el porcentaje de activación puede llegar hasta el 80%, lo que permite un aumento sustancial en la cantidad de unidades motoras que puedan ser activadas en forma sincronizada. Por lo tanto, este proceso posibilitará una mayor contracción con la consiguiente elevación de los niveles de máxima fuerza (Bosco, 2000; Siff y cols., 2000; Cometti, 2001).

Este reclutamiento simultáneo de una mayor cantidad de fibras se conoce como una mejora en la **coordinación intramuscular** y se fundamenta en la adaptación que manifiesta el SNC para aumentar la capacidad de los centros motores al movilizar un mayor número de motoneuronas.

Coordinación intermuscular

En todo tipo de movimiento que involucre diferentes tipos de contracciones (estáticas o dinámicas), una de las adaptaciones que permite alcanzar una mayor fuerza es una adecuada interacción entre los músculos agonistas y los antagonistas. En dicho caso, estos últimos recibirían

impulsos inhibidores para, de esta forma, obtener una mayor relajación y disminuir la activación de las motoneuronas antagonistas, con influencia directa sobre la fuerza que un grupo muscular pueda desarrollar.



Esta **coordinación intermuscular** que está íntimamente relacionada con la técnica de movimiento es una de las principales adaptaciones proporcionadas por el entrenamiento de la fuerza y están reguladas por el SNC.

Es importante recalcar que la magnitud que pueda alcanzar este tipo de adaptación está dada por las características individuales del sujeto y el tipo de entrenamiento realizado.

Orden de reclutamiento de fibras

Respecto de este tema, son muy variadas las conclusiones de las diferentes investigaciones que se han llevado a cabo para analizar este fenómeno.

Algunos autores (Wilmore y Costill, 2007) revelan que el factor determinante de la cantidad y el tipo de fibras utilizados se relaciona con la magnitud de la resistencia por vencer. Según estos estudios, el cerebro regula la actividad de acuerdo con el tipo de fuerza que debe desarrollar el músculo y no con el tipo de contracción.

De este modo, se sostendría la teoría de que las fibras siguen el "principio de la talla": en primer lugar, se activan las fibras de baja talla (fibras lentas), y cuando se necesita una fuerza más importante, se van activando las unidades motoras de mayor tamaño (fibras rápidas). Otros autores (Sale, 1992; Katch y cols., 2011) indican que el sistema nervioso central puede enviar impulsos a diferentes velocidades a una misma unidad motora. Este aumento de la velocidad de los impulsos se acompaña de un incremento de la fuerza desarrollada por las unidades motoras activadas, y llega un momento en el que la fuerza de contracción no puede ser aumentada aunque la velocidad de los impulsos nerviosos sea cada vez mayor.

Esta extraordinaria velocidad de conducción de los **impulsos nerviosos** no podrá seguir au-

mentando la fuerza máxima de un sujeto, pero sí servirá para disminuir el tiempo que se tarda en alcanzar la fuerza máxima y submáxima.

En los movimientos explosivos (p. ej., saltos), donde la frecuencia de los impulsos nerviosos es muy elevada aunque la fuerza por desarrollar no sea la máxima, es posible que el reclutamiento de fibras no siga el principio de talla (Sale, 2003).

Se piensa que el SNC posee mecanismos que permiten activar selectivamente las unidades motoras rápidas sin que antes se activen las lentas.

Independientemente de estos estudios, es muy importante tener en cuenta que una determinada fuerza y velocidad de movimiento puede ser aplicada tanto a velocidades como a fuerzas inferiores, mientras que no pueden serlo a velocidades y fuerzas superiores.

Modificaciones de los umbrales de estimulación de los husos musculares y los corpúsculos de Golgi

Los **husos musculares** son receptores que registran tanto la longitud de los músculos como la velocidad de los cambios de longitud. Son importantes tanto para los movimientos simples como para los complejos, incluyendo el mantenimiento de la postura. Estos husos musculares están insertos en los músculos, cubiertos por tejido conectivo.

En cambio, los **órganos tendinosos de Golgi** se localizan en las uniones de los músculos y los tendones, son sensibles a la fuerza contráctil e informan a la médula espinal y al cerebro sobre los niveles de tensión muscular ejercido, de manera tal que se pueda realizar, en caso de ser necesario, cualquier corrección en los niveles de la fuerza muscular aplicada.

Algunos investigadores llegaron a la conclusión de que los órganos tendinosos actúan como mecanismo de seguridad que impide la separación del tendón del hueso cuando la contracción es muy fuerte, además de retransmitir datos acerca de los niveles de fuerza alcanzados dentro del músculo hacia el sistema nervioso central.



Puede ser que un correcto entrenamiento de la fuerza conduzca a una reducción de estos impulsos inhibitorios y produzca una adaptación que permita mayores niveles de contracción muscular.

Tanto los husos musculares como los órganos tendinosos de Golgi actúan como mecanismos inhibitorios, en la regulación de la fuerza unos y en la protección en los tendones los otros.

A partir de esto, se considera que junto con el aumento de la fuerza se va produciendo una disminución en la cantidad de estímulos inhibitorios que, como elementos reguladores, producirían los husos y los corpúsculos de Golgi. Esta disminución en los estímulos inhibitorios estaría relacionada con la posibilidad que tiene un sujeto entrenado de poder reclutar una mayor cantidad de unidades motoras en determinadas tensiones y que estas unidades puedan desarrollar una mayor fuerza.

Las manifestaciones de la **capacidad reactiva**, donde hay un estiramiento previo a la contracción muscular, serían adaptaciones neurales que permitirían al músculo desarrollar una mayor tensión, probablemente por adaptación de los husos musculares, y posibilitarían así una mayor producción de energía.

Hipertrofia muscular (factores estructurales)

Son muchos los factores que determinan el aumento en el tamaño del músculo (hipertrofia muscular). A continuación, describiremos los principales factores determinantes de esta hipertrofia.

Aumento del tamaño de las fibras

Aumento del tamaño y del número de las miofibrillas

Engrosamiento de los tejidos conectivos

Aumento del número de capilares

El crecimiento muscular como respuesta adaptativa al entrenamiento de la fuerza ocurre primordialmente como un crecimiento de las fi-

bras musculares individuales, proceso relacionado de manera directa con la síntesis de la proteína que constituye los elementos contráctiles.

Dentro de la célula, las miofibrillas se espesan y aumentan su número, acelerando la síntesis proteica a la vez que disminuye su degradación.

Si bien las variables hormonales provocadas por el entrenamiento de la fuerza tienen una gran influencia en la hipertrofia de estos músculos, la mayor tensión, producida por el entrenamiento, estimula la hipertrofia, independientemente de las influencias hormonales.

Junto con las adaptaciones del tejido muscular, el tejido conectivo también sufre adaptaciones similares que permiten su hipertrofia y que permite mejorar la capacidad elástica del músculo y poder realizar trabajos con grandes cargas disminuyendo el riesgo de lesión.

El tejido conectivo, tanto en el hombre entrenado como en el sedentario, es de aproximadamente el 13% del volumen muscular. En apariencia, el proceso de adaptación del tejido conectivo es superior al del tejido contráctil.

Hipertrofia y fuerza

Por lo general, existe cierta tendencia a relacionar el tamaño muscular con la producción de fuerza. Esto se debe a que el músculo más grande cuenta con mayor cantidad de puentes cruzados que pueden ser activados para desarrollar fuerza durante la contracción.

Cuando una persona con un tamaño muscular más pequeño que otra posee mayor fuerza, esto dependerá de la capacidad de activación de las fibras, la coordinación con otros músculos y el tipo de fibras activadas.

Lo anteriormente expuesto puede producirse por factores genéticos y por el tipo de entrenamiento realizado.

Tipos de hipertrofia

Según la forma en que orientemos el trabajo, es posible dividir la hipertrofia (García Manzo, 2000) en:

- A. Hipertrofia general
- B. Hipertrofia selectiva

Hipertrofia general

Es aquella en la que el aumento de la masa muscular se produce por una hipertrofia de los diferentes tipos de fibras (tanto las lentas como las rápidas).

Un ejemplo de esto es el entrenamiento culturista. En esta clase de trabajos, se busca aumentar el tamaño muscular general sin discriminar qué tipo de fibra aumentará de tamaño.

El culturista, al realizar dentro de su entrenamiento una combinación infinita de series, repeticiones y cargas sin una alta velocidad de movimientos, englobaría en su trabajo la activación de las fibras musculares siguiendo el principio de la talla, es decir, reclutaría primero las fibras ST y posteriormente las FT, con lo cual produciría un aumento en el tamaño de ambos tipos de fibras.

Hipertrofia selectiva

En este caso, el aumento de la masa muscular se produce a expensas de la hipertrofia de un tipo de fibras respecto de otras, y dependerá fundamentalmente de la clase de entrenamiento empleado.



Un ejemplo de esto es la comparación del tamaño muscular de un culturista, en el cual la hipertrofia está dada tanto en las fibras lentas y rápidas, con el entrenamiento de un levantador de pesas o un esprinter, que también poseen un buen volumen muscular pero fundamentalmente por una hipertrofia producida en las fibras rápidas.

Es importante aclarar que la hipertrofia selectiva ocurre en menor grado y su desarrollo es más lento que el de la hipertrofia general.

Diferentes estudios determinaron que en culturistas que durante un determinado período de entrenamiento utilizaron cargas intermedias a ligeras con importante cantidad de repeticiones para la carga dada y con poca velocidad de movimiento, las fibras I estaban hipertrofiadas, mientras se observaban pocos cambios en las fibras rápidas (Winchester y cols., 2008).

En otro grupo de deportistas se aplicaron cargas intermedias a altas, con una velocidad de

movimiento máxima o cercana a la máxima, y se encontró sobre todo hipertrofia en las fibras IIA y IIx (Terzis y cols., 2008).



De acuerdo con lo expresado en párrafos anteriores, la utilización de ejercicios que requieran elevados niveles de coordinación, que sean ejecutados a gran velocidad o, en su defecto, se intenten realizar lo más rápido posible aunque la velocidad de ejecución sea lenta (p. ej., sentadillas con altas cargas) debería ser contemplado para obtener movimientos explosivos.

Hipertrofia y capilarización

En general, el entrenamiento de la fuerza se acompaña de una hipertrofia determinada, ya sea general (como en los trabajos culturistas) o selectiva (como en la combinación de trabajos con altas y bajas cargas pero llevados a cabo a una gran velocidad de movimientos), aunque no siempre esta hipertrofia muscular va acompañada por una capilarización proporcional.

Existen estudios que permiten pensar que diferentes tipos de entrenamientos tienen efectos dispares en cuanto a la capilarización muscular.

En los trabajos tipo culturistas, se ha encontrado un aumento del número de capilares, producto de lo realizado a través de un importante número de repeticiones (8-10 por serie) realizadas con cargas submáximas (70-80%) de 1RM.

Sin embargo, aunque el número de capilares aumenta con respecto a un sujeto sedentario, la densidad capilar (capilares por mm²) de masa muscular es menor que en los sedentarios, lo que indica que el aumento de la masa muscular es superior a la capilarización.

En los trabajos realizados con cargas máximas y un bajo número de repeticiones, no se han observado cambios en el número de capilares respecto de los sujetos sedentarios, lo que indicaría que la densidad capilar es menor en este tipo de trabajo que en los tipos culturista.

Lo expuesto anteriormente se debe a la activación selectiva de las fibras musculares (IIA y IIx).

También pudo observarse una disminución de la densidad mitocondrial en los músculos hipertrofiados, y esto explicaría por qué no hay grandes fondistas con una gran masa muscular.

Hipertrofia y sexo

Genéticamente, la mujer posee una menor masa muscular y un mayor tejido adiposo subcutáneo que el hombre.

Se piensa que la razón fundamental por la cual en condiciones naturales a la mujer le cuesta más que al hombre hipertrofiarse es la diferencia en la producción de andrógenos.

Aunque las propiedades contráctiles y la capacidad para desarrollar fuerza son similares, teniendo en cuenta que el porcentaje de masa muscular es menor en el cuerpo de la mujer que en el del hombre, estas diferencias hormonales y estructurales pueden observarse en los resultados obtenidos por ambos sexos en el levantamiento olímpico de pesas. Como ejemplo, citaremos las diferencias encontradas durante los Juegos Olímpicos de Beijing 2008. Al incluir todas las categorías de peso corporal en el hombre versus la mujer, tenemos una diferencia del 32% a favor del primero (es decir, el hombre levanta un 32% más que las mujeres). Esto se puede prestar a una conclusión errónea, ya que al tomar las 7 categorías femeninas y las 8 masculinas tendremos, en el caso de los hombres, pesos corporales que van desde los 56 hasta más de 105 kg, mientras que en las mujeres estos pesos corporales van desde 48 hasta más de 75 kg. En consecuencia, puede observarse con claridad que los pesos corporales contemplados en la mujer son mucho más bajos que los contemplados en el hombre. Al comparar los kilos levantados cuando las categorías son parejas (hasta 58 kg en la mujer vs. hasta 56 kg en el hombre, hasta 63 kg vs. 62 kg, hasta 69 kg y 69 kg y hasta 75 vs. 77 kg, siempre comparando la mujer vs. el hombre), podremos observar que la diferencia se reduce al 20,6%, es decir, los pesos manejados por la mujer son un 20,6% menores con respecto a los de los hombres.

Al analizar la dispersión en los datos encontrados entre el primer y el octavo puesto, podremos observar que, en promedio, los varones que obtuvieron el octavo puesto levantaron el 91% respecto del primero, mientras que en las mujeres las que obtuvieron el octavo puesto levantaron en promedio el 81,85% con respecto a las primeras. Esto evidencia que, aunque nos en-

contremos ante ejemplos de atletas altamente entrenados, no solo la fuerza es un 20% menor en las mujeres, sino también la dispersión de los datos es más amplia en el sexo femenino, con lo cual se llega a la conclusión de que el hombre puede obtener resultados más homogéneos que las mujeres.

Resultados similares han podido observarse en los Juegos Olímpicos de Londres 2012. En estos juegos, al incluir todas las categorías de peso corporal tanto en hombres como en mujeres, se aprecia una diferencia del 31,46% a favor de los hombres, diferencia muy similar a la encontrada en Beijing 2008 (32%). Al comparar los kilos levantados cuando las categorías de peso corporal son parejas (hasta 58 kg en la mujer vs. hasta 56 kg en el hombre, hasta 63 kg vs. 62 kg, hasta 69 kg y 69 kg y hasta 75 vs. 77 kg, siempre comparando la mujer vs. el hombre), podremos observar que la diferencia se reduce al 22,34%, porcentaje algo superior al encontrado en Beijing 2008 (20,6%).

En cuanto a la dispersión de marcas entre el primer y el octavo puesto, se observaron valores del 92,56% en hombres, acortándose la brecha que existía en Beijing 2008 (91%), mientras que en las mujeres el porcentaje promedio entre lo levantado en el octavo puesto respecto del primero corresponde al 82,84%, con una leve tendencia a la homogeneización de las marcas (81,85% en los Juegos del 2008).



Al considerar a las personas no entrenadas, en las cuales también influyen pautas culturales (muchas veces la mujer rechaza los trabajos de hipertrofia por miedo a masculinizarse), estas diferencias en los niveles absolutos de fuerza y dispersión de datos se ven notablemente aumentadas.

Ciclo menstrual y fuerza

Antes de realizar un análisis del entrenamiento de fuerza durante el ciclo menstrual, consideramos importante recordar las diferentes fases que a lo largo de 28 días este presenta:

Fase folicular: esta fase abarca desde el **período de menstruación** o flujo (1.º al 4.º día), durante el cual aparentemente no se vería afectado el rendimiento en movimientos explosivos y de velocidad. Autores como Ebben y cols. (1998) no han observado cambios significativos en la potencia desarrollada y en los niveles de fuerza a lo largo del ciclo menstrual. En cambio, otros (Miranda y cols., 2002) han encontrado diferencias importantes en el rendimiento durante la menstruación. Lo que sí parece claro es que cuanto menor sea el nivel deportivo de una mujer, mayores podrán ser las alteraciones que la menstruación produzca, mientras que en mujeres altamente entrenadas, con menor porcentaje adiposo, su rendimiento se verá menos afectado o no afectado durante este período. Es importante destacar que lo anteriormente expuesto no puede generalizarse, ya que estará sujeto a características individuales.

El período posmenstrual: se extiende desde el día 5 hasta aproximadamente el día 12, se caracteriza por poseer bajos niveles de estrógenos y un aumento progresivo del estradiol, hasta alcanzar su pico antes del período de ovulación. Durante esta fase, la retención hídrica y el peso corporal son menores. Por lo anteriormente expuesto, se ve favorecida la realización de trabajos explosivos de corta duración y alta intensidad.

Fase ovulatoria (días 13 a 15): en este proceso, el folículo ovárico se rompe y libera un óvulo.

Fase luteica: en esta fase se encuentra el **período intermenstrual** (desde el día 15 hasta el día 23), durante el cual los niveles de estrógenos aumentan. En dicha fase hay niveles elevados de progesterona.

Período premenstrual (días 23 al 28): se reduce la capacidad de concentración y hay fatiga muscular. Esta semana es la de menos rendimiento al momento de asimilar cargas. Esto se debe a la presencia de la más alta concentración de progesterona, hormona catabólica que perjudica notoriamente el entrenamiento.



Es importante considerar que las cargas más altas del entrenamiento deberán corresponder a los períodos preovulatorio y posovulatorio. Además, es importante

tener en cuenta que las mujeres soportan mejor el volumen que la intensidad, que debe ser reducida respecto de la del hombre.

Como conclusión final, debemos considerar que por lo general, y no de forma absoluta, cuanto mayor es el nivel y el grado de entrenamiento de una atleta, menor será la influencia de las diferentes fases en el rendimiento deportivo.

Cambios transitorios

Lo que acabamos de describir corresponde a adaptaciones estructurales permanentes; sin embargo, luego de un entrenamiento de gran intensidad y con un importante número de repeticiones, es posible observar un gran aumento en el tono muscular y en la hipertrofia.

Esta hipertrofia se debe a una acumulación hídrica y de lactato dentro de la célula muscular, que se experimenta a partir del vaciamiento de los depósitos de glucógeno y por un traspaso desde el plasma de glucosa y agua dentro de la célula, lo que provoca una gran congestión que tiene como consecuencia una hipertrofia temporal.

ADAPTACIONES EN EL ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA

Como mencionamos en puntos anteriores, toda actividad con una intensidad baja o moderada es realizada por la activación mayoritaria de fibras lentas ST.

En respuesta a estas bajas intensidades de esfuerzo y al tiempo prolongado de su ejecución, este tipo de fibras sufre un aumento en su tamaño de 7-22% más que el experimentado por las fibras FT, aunque el tamaño de las fibras musculares no tiene una relación directa con el rendimiento en resistencia de larga duración. Si esta hipertrofia es provocada por un aumento en el tamaño y el número de las mitocondrias, además de un respectivo incremento en la capilarización de estas fibras, producirá un mejor rendimiento en resistencia, todo esto debido a la posibilidad de llevar a cabo un mejor intercambio gaseoso.

Este tipo de adaptación se produce en los muslos del fondista, donde el aumento en el número de capilares, mitocondrias y el tamaño de estas ocasiona una notoria hipertrofia en las fibras ST, aunque este aumento no sea sobre elementos contráctiles. En cambio en el trabajo culturista, la capilarización y la masa muscular aumentan y esta última lo hace en una proporción mayor, lo que resulta en una menor cantidad de capilares por mm^2 de masa muscular (Platanov, 1998).

Como puede observarse, no solo el aumento en el tamaño de las fibras ST está relacionado con un mayor rendimiento en el trabajo oxidativo, sino que además este aumento debe ser el producto de determinadas adaptaciones en estrecha relación con el tipo de trabajo por ejecutar.



Aparentemente, al no utilizarse las fibras FTx, o por lo menos al utilizarse muy poco, el ejercicio de larga duración exigiría que actúen como las Fta, es decir, con una mayor capacidad oxidativa, lo que provocaría que con un entrenamiento continuo de resistencia estas fibras FTx se conviertan paulatinamente en fibras Fta. Por lógica, tendrían así una mayor característica oxidativa, con aumento del rendimiento en esfuerzos de larga duración pero con disminución de efectividad en los ejercicios explosivos, desarrollados a gran velocidad.

Capilarización en la mejora de la resistencia

Luego de períodos durante los cuales se ha entrenado la resistencia preponderantemente oxidativa, se ha demostrado un aumento del número de capilares de hasta un 15%. Este incremento del número de capilares por mm^2 de masa muscular permite un mayor intercambio de gases, calor, desechos y nutrientes entre la sangre y la masa muscular activada, lo cual brinda una situación adecuada para obtener energía de manera económica a través de las mitocondrias, proceso que permitirá realizar contracciones musculares repetidas.

Mioglobina y la mejora de la resistencia

Las fibras ST contienen grandes cantidades de mioglobina (compuesto similar a la hemoglobina que transporta oxígeno desde las membranas celulares a las mitocondrias).

Esta mioglobina almacena oxígeno y lo libera en la mitocondria, y esta reserva de O_2 es usada fundamentalmente durante la fase de reposo y el comienzo del ejercicio, donde existe una demora entre el inicio de este y la liberación de oxígeno.

Se ha podido comprobar que el entrenamiento oxidativo de resistencia aumenta 75-80% los depósitos de mioglobina.

Mitocondrias, enzimas oxidativas y resistencia

Como dijimos en puntos anteriores, todo lo relacionado con el metabolismo oxidativo se lleva a cabo en las mitocondrias. Por lo tanto, un mayor número, un mayor tamaño y la eficiencia de estas mejorarán el rendimiento en resistencia y proporcionarán un metabolismo oxidativo más eficiente.

Además de todo lo expuesto, es importante dejar en claro que un entrenamiento continuo de resistencia incrementará la actividad de las enzimas mitocondriales, con la consiguiente mejora de la capacidad de producción de ATP.

En un principio, esta mejora en la capacidad enzimática coincide con las mejoras en el $VO_{2\text{máx}}$, pero a medida que transcurre el entrenamiento, la actividad enzimática sigue aumentando y en el $VO_{2\text{máx}}$ se observan pocos cambios, lo que indica que no existe una relación directa entre este y la actividad de las enzimas oxidativas.

Almacenamiento de fuentes de energía y resistencia

Como es sabido, el metabolismo oxidativo utiliza fundamentalmente glucógeno y grasa para hacer frente a una exigencia de larga duración; los depósitos de glucógeno aumentan significativamente y pueden llegar a más del doble que en una persona sedentaria. Por supuesto, esto hace que el especialista en pruebas que re-

quieran trabajo oxidativo disponga de más combustible para ser usado cuando sea necesario. También se ha comprobado un importante aumento en el contenido muscular de triglicéridos, que por lo general se encuentran cerca de las mitocondrias, por lo que es posible acceder a ellos fácilmente para usarlos como combustible.

El entrenamiento de resistencia de larga duración puede aumentar la utilización de grasas y la liberación de ácidos grasos libres hasta en un 30%, debido a la mayor capacidad para oxidarlos. Este tipo de adaptaciones previene el agotamiento de los depósitos de glucógeno muscular y mejora así la capacidad de resistencia.



Como puede observarse, al hacer hincapié en la resistencia predominantemente oxidativa nos hemos referido a las adaptaciones que sufren las fibras ST, pero es importante aclarar que las adaptaciones sufridas por las fibras musculares son específicas de la velocidad y la duración del esfuerzo realizado. Por esta razón, salvo en las pruebas de fondo, la combinación de trabajos a diferentes intensidades de esfuerzo resulta más efectiva que la realizada solamente sobre una larga distancia y baja intensidad. Este tipo de entrenamientos no generan impulsos neurológicos que puedan movilizar otros tipos de fibras y la producción de energía requerida para el máximo rendimiento en resistencia.

Adaptaciones frente a trabajos de alta intensidad

Cuando se realizan entrenamientos con esfuerzos de máxima intensidad pero de muy corta duración (aproximadamente 5 s), no se observan grandes cambios a nivel enzimático. Si bien el aumento de fuerza puede ser considerable, estos cambios se deben fundamentalmente a diferentes ajustes nerviosos que traen aparejado un notable incremento en los niveles de fuerza muscular. La mejora en este tipo de actividades trae también una mejora en el índice de fatiga para este tipo de esfuerzos, la cual es debida al aumento de fuerza y no a cambios enzimáticos.

cos producidos por adaptaciones en el sistema ATP-PC.

Cuando los esfuerzos se ejecutan a intensidades elevadas pero con una mayor duración (aproximadamente 30 s), sí es posible observar cambios a nivel enzimático. En este caso, se ven importantes modificaciones en la fosforilasa, la fosfofructocinasa (PFK) y en la lacticodeshidrogenasa (LDH). Estas enzimas aumentan entre 10-25%, pero la producción de fuerza y el índice de fatiga se ven afectados de igual forma que en esfuerzos máximos de muy corta duración, lo que indicaría que la mejora del rendimiento en este tipo de esfuerzos ocurre fundamentalmente por la mejora de fuerza.

La suma repetida de esfuerzos de alta intensidad y de una duración, aproximadamente 30 segundos o menos, además de aumentar los niveles de fuerza, tiene incidencia en la mejora del rendimiento gracias al aumento de la economía de movimiento, lo que optimiza el reclutamiento de fibras. Por esta razón, **el entrenamiento con velocidades altas y cargas más pesadas mejora la eficiencia y economiza el uso de sustratos energéticos.**

Si ejecutamos repetidamente este tipo de esfuerzos, o esfuerzos más cortos con pausas también cortas, como por ejemplo series repetidas consistentes en 10 s de esfuerzo a gran intensidad (p. ej., VAM [velocidad aeróbica máxima], velocidad de carrera donde se obtiene el VO_2 máximo) seguidos por 10 s de pausa, se producirá también una mejora en el sistema oxidativo, pero en este caso sobre las fibras FT, lo que permitirá realizar esfuerzos repetidos de gran intensidad sin una pérdida notoria de la velocidad.

Junto con estos esfuerzos, también aumentará la actividad de los amortiguadores (bicarbonato y fosfatos musculares) y se mejorará la capacidad de los músculos para tolerar el lactato acumulado durante este tipo de trabajo, ya que la acumulación láctica es una causa importante de fatiga que se relaciona con el H resultante que interfiere en los procesos de contracción. Por consiguiente, estos amortiguadores se combinan con el H, reducen la acidez muscular y posergan la aparición de la fatiga.

Con esta mayor capacidad de amortiguación, un sujeto entrenado puede llegar a acumu-

lar niveles de lactato más elevados que aquellos no entrenados, ya que, como dijimos anteriormente, el H que se disocia es el responsable de la fatiga.

Hemos descrito los cambios producidos por la resistencia a nivel muscular, pero además de este componente periférico, la resistencia tiene uno central (relacionado con el aparato cardiorrespiratorio) que será considerado posteriormente.

A grandes rasgos, podemos considerar que la resistencia depende fundamentalmente de:

$\text{VO}_{2\text{máx}}$. Consumo máximo de oxígeno
Segundo umbral del lactato
Economía de movimientos

El $\text{VO}_{2\text{máx}}$ puede definirse como la máxima cantidad de oxígeno captada de la circulación sanguínea y utilizada por los músculos activos durante un esfuerzo determinado. Este $\text{VO}_{2\text{máx}}$ aumenta de forma casi lineal al comienzo de una prueba incremental para luego estabilizarse e incluso disminuir si el ejercicio sigue aumentando en intensidad. En este caso, la capacidad de aportar energía primordialmente por el sistema oxidativo se ha visto sobrepasada y el ejercicio que está realizándose a una gran intensidad se ejecuta fundamentalmente a través de las fibras FT, con el sistema glucolítico como principal aporte de energía.

Se cree que el aumento del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ está limitado por la cantidad de enzimas oxidativas en las mitocondrias, ya que el entrenamiento de resistencia aumenta sustancialmente la cantidad de estas enzimas, lo cual permite a los músculos activos utilizar una mayor cantidad de oxígeno disponible y producir así un aumento en el $\text{VO}_{2\text{máx}}$. Por lo tanto, la incapacidad de las mitocondrias de utilizar el O_2 disponible más allá de cierto ritmo es una de las principales limitaciones del consumo máximo de oxígeno.

El $\text{VO}_{2\text{máx}}$ puede mantenerse aproximadamente durante 2 a 4 segundos, aunque existen investigaciones que revelan que puede hacerlo hasta 9. Los deportistas altamente entrenados en fondo tienen la posibilidad de mantener un VO_2 cercano al máximo durante mucho tiempo. Un ejemplo es el maratonista de alto nivel,

que puede mantener durante 2 horas un VO_2 de aproximadamente el 83% del máximo.

Es importante dejar en claro que durante un período preparatorio del entrenamiento de resistencia se producirá un aumento en el $\text{VO}_{2\text{máx}}$, pero luego, en la puesta a punto, donde se realizan entrenamientos de mayor intensidad, este VO_2 no aumenta, e incluso puede llegar a disminuir aunque la capacidad de trabajo siga en aumento, lo que indica que, al aumentar la intensidad de esfuerzo, el rendimiento depende, además del VO_2 , de otras adaptaciones fisiológicas, morfológicas y neurológicas.

Estas adaptaciones que se relacionan con el incremento del VO_2 pueden encontrarse en el aumento del flujo sanguíneo y en la mayor densidad capilar en los músculos activos, junto con el aumento del contenido mitocondrial y la mayor capacidad de absorción por parte de las fibras.

El incremento del volumen cardíaco es otra adaptación cardiocirculatoria que se origina a causa de un entrenamiento sistemático de resistencia de larga duración durante tiempos prolongados. Estas adaptaciones repercuten en la respuesta cardíaca al disminuir considerablemente la cantidad de pulsaciones durante el ejercicio y el reposo. Además un corazón más grande, con una mayor cantidad de mitocondrias y enzimas oxidativas, puede metabolizar una mayor cantidad de ácido láctico y, por lo tanto, retardar la acumulación de este metabolito, con una mejora en el rendimiento submáximo y continuo.

Seguidamente, se enumeran las principales adaptaciones realizadas por el entrenamiento de resistencia, tanto a nivel central como periférico.

Célula muscular:

- Aumento de las reservas de energía, glucógeno y triglicéridos
- Aumento del número de mitocondrias, actividad enzimática
- Aumento en la utilización de AG en la producción de energía

Corazón:

- Hipertrofia con aumento del peso y la cavidad
- Disminución de la frecuencia cardíaca por economía de trabajo

Sangre:

- Aumento del volumen sanguíneo
- Aumento del número de glóbulos rojos
- Mejora en la capacidad de transporte de oxígeno

Vasos sanguíneos:

- Aumento del número de capilares y zona de intercambio gaseoso
- Mayor riego sanguíneo en la musculatura activa

Si bien existe una relación importante entre el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ y el rendimiento en esfuerzos de larga duración, no podemos abstraernos de los otros dos factores de los que depende la resistencia.

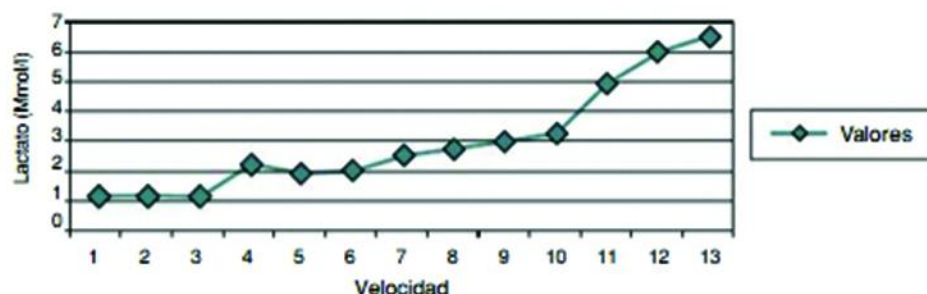
Cuando se comienza con un trabajo continuo y se aumenta gradualmente el ritmo de carrera hasta un nivel cómodo, el nivel de lactato comienza a aumentar respecto de los valores de reposo y permanece sin cambios a pesar del incremento del ritmo submáximo. El umbral de trabajo en el cual se observa una pequeña elevación del lactato respecto de los valores de reposo fue denominado por Wasserman, en 1964, como umbral anaeróbico. Esta terminología ha dado lugar a enormes controversias, a partir de las cuales este umbral anaeróbico ha recibido un sinnúmero de nombres. Con fines prácticos, no entraremos en ninguna controversia y definiremos esta zona como el **primer umbral del lactato** (fig. 1-13).

Una vez que nos encontremos en este umbral, la intensidad de trabajo puede seguir aumentando con solo pequeños cambios en los valores del lactato circulante. Pero a intensidades aún mayores, el nivel de lactato en sangre comienza a elevarse más rápidamente. A esta zona en la que ocurre este aumento repentino (más de 1 mmol/l), la denominaremos **segundo umbral del lactato** (fig. 1-13).

En sujetos no entrenados en resistencia, el incremento en los niveles de lactato se produce aproximadamente en el 50% del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ y en corredores de fondo, está mucho más cerca (~ 80%).

Luego de varias investigaciones, se ha establecido que el primer umbral coincidía con

FIG. 1-13. Comportamiento láctico en el primer y segundo umbral del lactato.



los 2 mmol/l de lactato y el segundo, con los 4 mmol/l. A partir de esto, se generalizó el primer y segundo umbral con los 2 y los 4 mmol/l respectivamente, y llegaron a realizarse pruebas para identificar intensidades de entrenamiento en los 4 mmol/l, pero posteriormente se comprobó que esta cifra no podía tomarse como una verdad universal, ya que la zona en la que se comienza a acumular lactato de manera desproporcionada depende del sujeto y de la especialidad deportiva, y puede estar entre valores muy dispersos.

Cuando el tipo trabajo es de larga duración, como por ejemplo en las carreras de fondo, este umbral se observará con niveles más bajos de lactato, mientras que en especialistas de pruebas de corta distancia, gran intensidad y gran aplicación de fuerza, como es el caso del canotaje (García Pallar y cols., 2011), el aumento desproporcionado de los niveles de lactato se obtendrá luego de haber acumulado valores lácticos mucho más elevados.

Lo expuesto se debe a que en pruebas de fondo son reclutadas fundamentalmente las fibras ST, con una gran adaptación de las enzimas oxidativas, mientras que en pruebas de menor duración, como es el caso del canotaje, donde el esfuerzo es realizado a una gran intensidad en un tiempo que comprende 1,30-3 minutos, el sistema glucolítico y oxidativo utilizado depende fundamentalmente de las fibras Fta, que a su vez producen una mayor cantidad de lactato que las fibras ST.

El último componente de la resistencia lo encontramos en la **economía de carrera**, y puede definirse como el O_2 requerido por un individuo para mantener cualquier ritmo de carrera particular submáximo (Daniel, 1974). Esta economía de carrera determinará la velocidad en la cual se

alcanza el VO_{2max} , lo que permitirá que valores menores puedan obtenerse a mayores velocidades (p. ej., el atleta A obtiene su VO_{2max} [60 mL/kg/min] a una velocidad de 3 min por km, mientras que el B obtiene su VO_{2max} [64 mL/kg/min] a una velocidad de 3 min 18 s por km).

Es posible determinar si un corredor ha mejorado su economía de movimientos a partir del entrenamiento durante un período de tiempo si se compara el VO_2 consumido en una prueba a una intensidad determinada; por ejemplo: un sujeto corre a 4 min por km con un consumo de 50 mL/kg/min; luego de un plan de entrenamiento, se vuelve a comparar el VO_2 a la misma intensidad de esfuerzo (4 min por km). Si el entrenamiento fue realizado de una manera correcta, lo más probable es que en esta segunda prueba el VO_2 haya disminuido y ahora se encuentre, por ejemplo, en 45 mL/kg/min. En este caso, podremos concluir que el corredor en cuestión actúa en condiciones de mayor economía.

Los tres factores enumerados de los que depende la resistencia, **VO_{2max} , segundo umbral del lactato y economía de movimiento**, tienen una permanente interrelación, ya que un VO_{2max} elevado, si no está acompañado de un segundo umbral y una economía de movimientos adecuados, no servirá de mucho. Esta es la razón por la cual un sujeto que tiene un VO_{2max} de 62 mL/kg/min puede ganarle a otro que tiene un VO_{2max} de 66 mL/kg/min, ya que el primero puede tener un umbral del lactato mucho más cerca del consumo máximo que el segundo, además de mayor economía al momento de desplazarse.



Como conclusión, podemos decir que las particularidades en la adaptación en el entrenamiento de la resistencia guardan una estrecha relación con la actividad

deportiva. Por ejemplo, los remeros, los kayaquistas o los ciclistas (deportistas todos que no trasladan su cuerpo en forma directa, sino a través de un elemento, en este caso un bote o una bicicleta) poseen un peso corporal y un nivel de fuerza mucho mayor que, por ejemplo, un maratonista. En los remeros o los ciclistas, el $\dot{V}O_{2\max}$ absoluto es considerablemente alto (alrededor de 6 litros o más), mientras que los fondistas tienen un consumo de oxígeno absoluto (aproximadamente 3,8 L/min), un peso corporal y niveles de fuerza mucho menor, aunque su $\dot{V}O_2$ relativo al peso corporal es más alto (alrededor de 70 mL/kg/min frente a 60 mL/kg/min).

Esta singular adaptación se debe al tipo de resistencia que emplea cada uno: mientras los remeros, los kayaquistas y los ciclistas deben tener una importante masa corporal para hacer fuerza frente al implemento de traslado, los maratonistas, que trasladan su peso en forma directa, es decir corriendo, un alto peso corporal será perjudicial para su rendimiento. Por esta razón, al comparar los $\dot{V}O_{2\max}$ relativos, el maratonista tiene valores más elevados que otro tipo de deportistas.

Rendimiento en resistencia, diferencias entre sexos

Al comparar las diferencias en los rendimientos en resistencia entre hombres y mujeres, continuando con el análisis de Beijing 2008, podremos observar que al incluir 5 000, 10 000 metros y maratón es posible constatar que la velocidad de la mujer es un 13,5% menor que en el hombre, mientras que la dispersión de datos, al comparar el primer con el octavo lugar, resulta similar (97,57% en hombres vs. 97,75% en mujeres).

Cuando se analizan los datos de los Juegos Olímpicos de Londres 2012, también incluyendo los resultados de 5 000, 10 000 metros y maratón, se comprueba que la velocidad de la mujer se acerca a la del hombre (10,73% menor). Además, se observa que la dispersión de datos entre el primer y octavo puesto se ha reducido tanto en mujeres como en hombres (98,07 vs. 98,62%).

A la luz de estos resultados, podríamos concluir que a pesar de la diferencia de sexo, la diferencia de velocidad en resistencia se va reduciendo (10,73 vs. 13,5%) respecto de la dispersión de datos y se mantiene similar entre hombres y mujeres (97,57 vs. 98,62% y 97,75 vs. 98,07% respectivamente). Además de los aspectos fisiológicos propiamente dichos, sería importante contemplar las diferencias encontradas en los niveles de fuerza al momento de analizar las diferencias en el entrenamiento de resistencia cuando hacemos una comparación por género.

Menstruación y resistencia

Al momento de analizar el entrenamiento de resistencia en el alto rendimiento durante la menstruación, se debe resaltar que en un porcentaje importante de las mujeres corredoras de fondo el periodo desaparece, cuestión que es temporal y no presenta complicaciones. El ciclo se restaura al suspender el entrenamiento, además de presentar una disminución de la masa adiposa. Por otro lado, en la mayoría de los casos el entrenamiento trae aparejada una disminución de los dolores menstruales, regulación del ciclo y pérdidas menos abundantes.

Cuando se analiza a las mujeres que corren maratón de manera recreativa, se han podido constatar grandes pérdidas y dolores durante la menstruación.

Parecería que el entrenamiento de la resistencia es más sensible a las diferentes fases del ciclo menstrual que el entrenamiento de fuerza. También se ha podido observar que, comparativamente, las mujeres que realizan entrenamiento de resistencia presentan mayores alteraciones en su ciclo menstrual que aquellas que hacen trabajos de fuerza.

Diferentes estudios han demostrado que durante la menstruación disminuyen los valores del $\dot{V}O_{2\max}$ y aumenta la frecuencia cardíaca. Esto no solo estaría relacionado con los diferentes cambios hormonales, sino también con la pérdida sanguínea que la menstruación provoca, aunque en un estudio de 2007 realizado por Smekal y cols. no se encontraron diferencias en las variables cardiorrespiratorias y lácticas durante la menstruación.

Independientemente de lo expuesto en párrafos anteriores, debemos considerar las características individuales de cada persona al momento de planificar el entrenamiento de resistencia, aunque debemos tener en cuenta que la mayoría de los estudios han encontrado diferencias a lo largo de todo el ciclo menstrual en el rendimiento de los diferentes tipos de resistencia de larga duración.

FATIGA Y ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA

Las causas de fatiga variarán según el tipo de entrenamiento y de resistencia. Por ejemplo, en ejercicios de máxima potencia y una duración no mayor de 15 s, la fatiga se relaciona en primer lugar con el sistema nervioso central y el aparato neuromuscular. En estos casos, los centros motores activan el máximo número posible de motoneuronas y garantizan así la estimulación nerviosa de alta frecuencia que fundamentalmente inerva las fibras FT. Además, durante este tipo de ejercicios se gasta el fosfágeno muy rápidamente (Cuadrado Sáenz y cols., 2006).

En ejercicios en los cuales la potencia de ejecución alcanza casi el valor máximo (20-45 s), la fatiga no solo está relacionada con el agotamiento del sistema nervioso de activar e impulsar con alta frecuencia a la mayoría de las motoneuronas, sino también con la acumulación de lactato en sangre y músculos, lo que incide en la capacidad de conducción del sistema nervioso central.

Cuando los ejercicios son realizados con una potencia menor de la máxima (45-120 s), la acumulación de lactato en sangre y músculos afecta el estado del sistema nervioso, lo que determina el desarrollo de la fatiga. En los ejercicios de

gran potencia oxidativa, como aquellos que tienen una duración entre 3 y 10 min, la fatiga se relaciona tanto con la acumulación láctica como con el agotamiento de las reservas musculares de glucógeno.

En ejercicios de potencia oxidativa submáxima (30-80 min), se relacionan con la fatiga el agotamiento de las reservas musculares y hepáticas de glucógeno, además de una disminución en la productividad del sistema oxidativo.

En el caso de trabajos de una duración aproximada de 80 a 120 min, el desarrollo de la fatiga se relaciona con aquella provocada por los ejercicios de potencia submáxima.



De este modo, podemos comprobar que cuanto mayor es la intensidad del ejercicio, menor es su duración y, por lo tanto, mayor es la fuerza que debe aplicarse. El sistema nervioso es la causa principal de fatiga. A medida que el ejercicio tiene mayor duración, menor intensidad y menor aplicación de fuerza en la unidad de tiempo, la fatiga se centra fundamentalmente en el agotamiento de las reservas energéticas.

Fatiga central vs. fatiga periférica

En los cuadros 1-1 y 1-2 pueden observarse dos evaluaciones. El cuadro 1-1 corresponde a los integrantes de un equipo de primera división de hockey sobre césped luego de haber realizado el test de Cooper, donde se ha controlado la frecuencia cardíaca por medio de un cardiotaquímetro y se midieron los niveles de lactato al finalizar el esfuerzo, a los 5 y 10 min.

CUADRO 1-1. VALORES DE LACTATO Y FRECUENCIA CARDÍACA JUNTO CON EL PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN INMEDIATA, A LOS 5 Y A LOS 10 MINUTOS DESPUÉS DE UN TEST DE COOPER EN JUGADORES DE HOCKEY

Test de Cooper

Sobre 20 jugadores: valores promedio.

Tiempo de esfuerzo	Lactato mmol/L	% de recuperación	Frec. cardíaca	% de recuperación
Inmediato posesfuerzo	10	0	194	0
5 min posesfuerzo	7,9	21	116	41
10 min posesfuerzo	6,9	31	104	47

CUADRO 1-2. VALORES DE FRECUENCIA CARDÍACA-LACTATO INMEDIATO 4, 7 Y 10 MIN POSFUERZO Y EL PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN EN UNA PRUEBA MÁXIMA DEL EQUIPO NACIONAL DE CANOTAJE SOBRE UNA DISTANCIA DE 2 000 M

Test de 2 000 metros

Sobre 7 kayaquistas: valores promedio.

Tiempo de esfuerzo	Lactato mmol/L	% de recuperación	Frec. cardíaca	% de recuperación
Inmediato posfuerzo	8,5	0	183	0
4 min posfuerzo	7,6	11	82	55
7 min posfuerzo	6	30	78	58
10 min posfuerzo	7,3	15	79	57

Como podemos ver, los valores de FC disminuyen mucho más rápido que los valores de lactato. Por ejemplo, a los 5 min de haber terminado el esfuerzo, las pulsaciones disminuyeron un 41%, mientras que los valores de lactato promedio en ese mismo tiempo (5 min) habían disminuido solamente el 21%. Lo mismo ocurre a los 10 min posfuerzo, cuando se ve una disminución del 47% en la frecuencia cardíaca, contra una disminución del 31% en los valores de lactato.

El cuadro 1-2 muestra los valores de frecuencia cardíaca y lactato inmediato, 4, 7 y 10 minutos posfuerzo de una prueba máxima del equipo nacional de canotaje, sobre una distancia de 2 000 m. En este caso, se puede comprobar un comportamiento similar al anterior, donde la FC disminuye mucho más rápido que los niveles de lactato.



Partiendo de los ejemplos vistos en ambas figuras, se puede inferir que no es correcto determinar la recuperación de acuerdo con la FC, ya que mientras esta puede alcanzar valores cercanos a los de reposo, los valores de lactato en sangre están aún elevados, lo que indica que si bien a nivel central existe una rápida recuperación, a nivel periférico (muscular) esta es más lenta.

NIVELES DE INTENSIDAD DEL ENTRENAMIENTO

Cuando realizamos un entrenamiento, en este caso de fuerza o de resistencia, estos esfuerzos estarán relacionados con los procesos metabólicos de obtención de energía.

Se han establecido 5 niveles de entrenamiento, ya que de acuerdo con el tipo de entrenamiento, tanto la fuerza como la resistencia estarán comprendidas en alguno de estos niveles, enumerados del 1 al 5 según tiempo necesario para producir una adecuada recuperación.

1. Entrenamiento de tolerancia láctica

Este tipo de trabajo tiene por objetivo entrenar al organismo para producir y tolerar importantes niveles de ácido láctico, con obtención de energía a partir de la glucólisis.

Sin lugar a dudas, este es el nivel más exigente y el que tarda más en recuperarse. Debido a la alta intensidad del esfuerzo, son reclutadas mayoritariamente las fibras FT, lo que produce valores muy altos de ácido láctico.

2. Entrenamiento del $VO_{2\text{máx}}$

En este tipo de trabajo, se busca mejorar el transporte de oxígeno a los músculos y aumentar su consumo por parte de las mitocondrias. Si bien es realizado preponderantemente a instancias del metabolismo del sistema oxidativo, acumula también importantes cantidades de lactato, producto de la alta intensidad del esfuerzo que origina el reclutamiento de fibras FT para poder llevarlo a cabo.

3. Entrenamiento a nivel del segundo umbral del lactato

El objetivo de este tipo de trabajo es mejorar la intensidad de esfuerzo máxima, donde la pro-

ducción láctica es igual a la remoción y cualquier intensidad superior traerá aparejado un aumento desproporcionado de los niveles lácticos.

4. Entrenamiento del sistema del fosfágeno

Aquí se busca aumentar el rendimiento deportivo en actividades de máxima intensidad y muy corta duración. En este caso, la fatiga producida está localizada fundamentalmente a nivel del sistema nervioso central.

5. Entrenamiento a nivel del primer umbral del lactato

Son trabajos realizados sobre largas distancias, a baja intensidad. El nivel mínimo de esfuerzo es aquel donde los valores lácticos aumentan con respecto a los de reposo. En distancias menores, muchas veces es utilizado como trabajo regenerativo.



Un ejemplo del nivel 1 de intensidad puede ser: en atletismo, pasadas de 400 metros a la máxima o casi máxima velocidad posible, seguidos de una pausa de 5 minutos. Aplicado al gimnasio, un ejemplo sería un trabajo en circuito, realizado a máxima velocidad, en estaciones, con un tiempo de duración de 30 segundos de esfuerzo seguidos de una pausa de 15 segundos.

Respecto del $VO_{2máx}$, un trabajo de 6 minutos a la máxima velocidad posible es un buen ejemplo. En el gimnasio, encontrar justo este nivel de intensidad es más complicado, pero circuitos de 40 segundos, seguidos por 20 segundos de pausa, estarán muy cerca de esta intensidad.

Con referencia al segundo umbral del lactato, este puede quedar ejemplificado en un trote, tratando de recorrer la mayor distancia posible, con una duración cercana a los 25 a 30 minutos. En el nivel 4, los tipos de trabajo pueden ser: piques de 50 metros a máxima intensidad, seguidos de pausas recuperadoras. En gimnasio, este tipo de trabajo está representado por un ejercicio de fuerza veloz cuyas series no posean más de 3 repeticiones cada una.

Un buen ejemplo de entrenamiento a nivel del primer umbral es un trote continuo de baja intensidad durante una hora.

Con la intención de realizar un análisis más detallado, Navarro Valdivieso y Verdugo Delmas (2002, 2009) proponen para el entrenamiento de resistencia 9 niveles de intensidad que se denominan, desde el nivel de intensidad más baja hasta las actividades de intensidad más alta, de la siguiente manera:

Nivel 1, aeróbico regenerativo: en este caso, el ejercicio que se realiza en este nivel (inferior en intensidad que el nivel del primer umbral) no produce adaptación en el entrenamiento. Su efecto está limitado a regenerar y acelerar los procesos de recuperación, como así también a realizar una entrada en calor y vuelta a la calma.

Nivel 2, aeróbico lipolítico (resistencia aeróbica extensiva): la intensidad en este nivel es baja, por lo que permite obtener energía a partir de la oxidación de las grasas y posibilita una utilización a favor de los lípidos por sobre el glucógeno. Fundamentalmente, se utiliza en deportes de larga y muy larga duración.

Nivel 3, aeróbico glucolítico (resistencia aeróbica intensiva): este nivel se encuentra a la altura del segundo umbral. La energía utilizada es a expensas del metabolismo (glucólisis lenta o aeróbica) de los hidratos de carbono. Los valores lácticos se mantienen relativamente estables.

Nivel 4, capacidad aeróbica (resistencia mixta extensiva): este trabajo está situado por encima de la intensidad del segundo umbral. Participan no solo las fibras ST (donde tienen lugar en sus mitocondrias los procesos oxidativos), sino también, a causa de la exigencia en la fuerza aplicada, las fibras FT, donde tendrán lugar los procesos lácticos, siendo el límite de duración para sostener un esfuerzo en el $VO_{2máx}$.

Nivel 5, potencia aeróbica (resistencia mixta intensiva): este nivel coincide con el $VO_{2máx}$, es decir, la máxima intensidad de esfuerzo en la cual se obtiene energía predominantemente a expensas del sistema oxidativo. Aquí, la intensidad es alta y los valores de ácido láctico van en constante ascenso.

Nivel 6, capacidad láctica (resistencia anaeróbica láctica extensiva): este trabajo es realizado por encima del $\dot{V}O_{2\max}$, y el sistema glucolítico es el más utilizado para realizar este tipo de esfuerzo. En este caso, como la intensidad es muy alta, intervienen principalmente las fibras FT y se alcanzan niveles elevados de lactato, lo que representa esfuerzos a máxima intensidad con una duración de aproximadamente 1 minuto.

Nivel 7, potencia láctica (resistencia anaeróbica láctica intensiva): el sistema del lactato es empleado en su máxima intensidad, con una gran producción de este metabolito (se miden los valores más elevados). El tiempo de esfuerzo oscila entre los 40 y los 45 segundos.

Nivel 8, capacidad ATP-PC (resistencia anaeróbica aláctica extensiva): son ejercicios a la máxima intensidad, donde se obtiene energía principalmente del fosfágeno, con una depleción de estos y una participación muy limitada del lactato. Este tipo de esfuerzo no se extiende más allá de los 10 segundos.

Aunque este nivel es denominado muchas veces aláctico, después de realizar un trabajo

a esta intensidad (por ejemplo un pique de 100 metros), podemos constatar la producción de ácido láctico.

Nivel 9, potencia ATP-PC: demarcación de las máximas prestaciones neurales que corresponde a esfuerzos como un salto, un arranque, un pique de 10 metros, donde la intensidad es máxima y el esfuerzo no dura más de 3 o 4 segundos.

RELACIÓN ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES DE INTENSIDAD Y LA MANIFESTACIÓN DE LAS CAPACIDADES CONDICIONALES

Cada nivel de intensidad está relacionado con alguna manifestación de fuerza y de resistencia. Como dijimos anteriormente, estas manifestaciones podrán ser colocadas en algunos de estos niveles, ya sea por el tiempo que tardan en recuperarse o por el sistema energético que actúe en forma predominante.

En el capítulo siguiente se realizará un análisis de los diferentes tipos de fuerza y de resistencia, junto con la posibilidad de establecer pautas para una correcta interacción.

SÍNTESIS CONCEPTUAL

Con cargas submáximas, tendremos como resultante contracciones asincrónicas de unidades motoras. Con cargas máximas, se reclutarán más unidades en un tiempo dado, lo cual proporcionará una mayor fuerza de contracción.

Un adecuado entrenamiento de la fuerza reduciría la señal inhibitoria del cerebro hacia las neuronas motoras.

El entrenamiento deportivo podría inducir una transformación de las fibras híbridas de acuerdo con el tipo de trabajo realizado.

Si bien parece probable que puedan transformarse fibras de CR en lentas con el entrenamiento de resistencia, es prácti-

camente imposible que esto mismo ocurra en sentido inverso.

En los ejercicios de baja intensidad y larga duración, el reposo, en el cual los impulsos nerviosos son de baja intensidad y por lo tanto las fibras que se activan son las ST, la producción de lactato es igual o muy similar a la remoción.

Las fibras FT son las responsables de la producción de lactato.

Las manifestaciones de la capacidad reactiva (donde hay un estiramiento previo a la contracción muscular) permiten al músculo desarrollar una mayor tensión.

En los hombres y las mujeres no entrenados, las diferencias en los niveles absolu-

tos de fuerza y dispersión de datos se ven notablemente aumentadas.

Las mujeres soportan mejor el volumen que la intensidad, la que debe ser reducida respecto de la del hombre.

En los trabajos de máxima intensidad y muy corta duración, el sistema nervioso es la causa principal de fatiga. A medida

que el ejercicio tiene una mayor duración, esta se centra fundamentalmente en el agotamiento de las reservas energéticas.

No es correcto determinar la recuperación de acuerdo con la FC, ya que mientras esta puede alcanzar valores cercanos a los de reposo, los valores de lactato en sangre aún pueden estar elevados.

BIBLIOGRAFÍA

- Barbany, J. Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento. Barcelona: Paidotribo; 2002.
- Billat V, Slawinski J, Bocquet V. Very short interval training (15 s-1s) around the critical velocity allows middle-aged runners to maintain VO₂max for 14 min. *Int J Sports-Med* 2001; 22:201-208.
- Bogdanis G, Nevill, M, Boobis, L. Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *J Appl. Physiol* 1996; 80: 876-884.
- Bosco, C. (2000). La fuerza muscular. Barcelona: Inde; 2000.
- Cadore EL, Izquierdo M, Gonçalves Dos Santos M, Martins JB, Lhullier FL, Pinto RS, Silva RF, Kruel LE. Hormonal responses to concurrent strength and endurance training with different exercise orders. *J Strength Cond Res* 2012; 26(12):3281-3288.
- Cardinali, D. Neurociencia Aplicada, sus fundamentos, Buenos Aires: Panamericana; 2007.
- Cometti, G. Los métodos modernos de musculación. Barcelona: Paidotribo; 2001.
- Cuadrado Sáenz G, Pablos Abella C, García Manso J. Aspectos Metodológicos y Fisiológicos del Trabajo de Hipertrofia Muscular. Sevilla: Wanceulen; 2006.
- Demirel HA, Powers SK, Naito H, Hughes M, Coombes JS. Exercise-induced alterations in skeletal muscle myosin heavy chain phenotype: dose-response relationship. *J. Appl Physiol* 1999; 86:1002-1008.
- Dias I, Simão R, Novaes JS. Efeito das Diferentes Fases do Ciclo Menstrual em um Teste de 10RM. *Fitness & Performance Journal* 2005; (4,5):288-292.
- Durstine JL, Davis, PG. Specificity of Exercise training & Testing. ACSM Resource Manual for guidelines for Exercise Testing & Prescription (4th ed) New York: Lippincott-Williams & Wilkins; 2001.
- Ebben WP, Jensen RL. Strength training for women: Debunking myths that block opportunity. *The Physician and Sports Medicine* 1998; (26):Nº 5.
- Ehrnberg C. The growth hormone/Insulin-like Growth Factor-I Axis Hormones and Bone Markers in Elite Athletes in Response to a Maximum Exercise test. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 88(1):394-401.
- García Manso, J. M. La Fuerza. Madrid: Gymnos; 2000.
- García-Pallarés J, Izquierdo M. Strategies to optimize concurrent training of strength and aerobic fitness for rowing and canoeing. *Sports Med* 2011; 41(4):329-343.
- González Badillo, J. Rivas Serna J. Programación del entrenamiento de la fuerza. Madrid: Inde; 2002.
- Gorostiaga Ayestarán, E, Ibañez Santos J y López J. Respuestas biológicas al esfuerzo en el alto rendimiento deportivo. Master universitario en alto rendimiento deportivo. COE. UAM; 2002.
- Gravelle BL, Blessing DL. Physiological adaptation in women concurrently training for strength and endurance. *J. Strength Cond Res*; 2000; 14(1):5-13.
- Izquierdo Miranda S y Almenares Pujadas E. Mujer y Deporte I. Evolución de las Capacidades Motrices a lo largo del Ciclo Menstrual. EFDeportes.com, Buenos Aires: Revista Digital 2002; Nº 53. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd53/mujer.htm>
- Katch V, Mcardbe W, Katch I. Essentials of Exercise Physiology. Philadelphia: Lippincott-Williams & Wilkins; 2011.
- Komi PV. Neuromuscular Aspects of Sport Performance, 1st ed. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2011.
- Kucera M. Propiocepción. Barcelona: Bellaterra; 1997.
- Lebrum CM, Mc Kenzie DJ, Prior CJ. Effects of menstrual cycle phase on athletic performance. *Med Sci Sp Exerc* 2006; 27(3):437-444.
- Lopez Chicharro J y Fernández Vaquero. Fisiología del ejercicio. Madrid: Panamericana; 2006.
- Martin D, Coe P. Entrenamiento para corredores de fondo y medio fondo. Barcelona: Paidotribo; 1998.
- Mishchenko V y Monogarov V. Fisiología del deportista. Barcelona: Paidotribo; 1998.
- Navarro Valdivielso F, Verdugo Delmas M. Programación del entrenamiento de la resistencia. Master universitario en alto rendimiento deportivo. Madrid: Comité Olímpico Español-Universidad autónoma de Madrid; 2003.
- Navarro Valdivielso F, Verdugo Delmas M. Programación del entrenamiento de la resistencia. Master universitario en alto rendimiento deportivo. Madrid: Comité Olímpico Español-Universidad autónoma de Madrid; 2009.
- Pette D, Staron RS. Myosin isoforms, muscle fiber types, and transitions. *Microsc Res Tech*; 2000; 50:500-509.
- Pette D, Staron RS. Transitions of muscle fiber phenotypic profiles. *Histochem Cell Biol* 2001; (115):359-372.
- Platanov V. La adaptación en el deporte. Barcelona: Paidotribo; 1998.
- Rousanoglou EN, Georgiadis GV, Boudolos KD. Muscular strength and jumping performance relationships in young women athletes. *J Strength Cond Res* 2008; 22: 1375-1378.

- Sale D. Neural adaptation to strength training. In P.V. Komi (ed.) *Strength and Power in Sport*, 1st ed. Oxford: Blackwell; 1992. pp. 249-263.
- Sale DG. Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 2003; 30(3):138-143.
- Sale DG. *Strength and Power in Sport*. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 2003.
- Sant'Ana Pereira JA. Characterisation of human skeletal muscle using molecular biological/immunochemical analysis on single fibres. En: (eds). *First Annual Congress, frontiers in sport science, the European perspective*. Book of abstracts. Nice: European College of Sports Sciences Editor; 1996. pp 36-37.
- Siff M, Verkhoshansky Y. *Super entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo; 2000.
- Smekal G, von Duvillard SP, Frigo P, Tegelhofer T, Pokan R, Hofmann P, Tschann H, Baron R, Wonisch (2007). Menstrual cycle: no effect on exercise cardiorespiratory variables or blood lactate concentration. *M Med Sci Sports Exerc* 2007; 39:1098-1106.
- Smerdu V, Karch-Mizrachi I, Campione M, Leinwand L, Schiaffino S. Type IIx myosin heavy chain transcripts are expressed by type IIb fiber of human skeletal muscle. *Am J Physiol* 1994; 264:C1723-C1728.
- Taube W, Leukel C, Lauber B, Gollhofer A. The drop height determines neuromuscular adaptations and changes in jump performance in stretch-shortening cycle training. *Scand J Med Sci Sports* 2012; 22:671-683.
- Terzis G, Spengos K, Manta P, Sarris N, Georgiadis G. Fiber type composition and capillary density in relation to submaximal number of repetitions in resistance exercise. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association* 2008; 22(3):845-50.
- Wilmore J, Costill D. *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Barcelona: Paidotribo; 2007.
- Winchester JB, McBride JM, Maher MA, Mikat RP, Allen BK, Kline DE, McGuigan MR. Eight-weeks of ballistic resistance exercise improves power independent of changes in strength and muscle fiber type expression. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2008; 22(6):1728-1734.

FUERZA, RESISTENCIA Y SU CLASIFICACIÓN

ÍNDICE DE CONTENIDOS

**CONSIDERACIONES SOBRE LOS
DIFERENTES TIPOS DE CLASIFICACIÓN
DE LA FUERZA Y LA RESISTENCIA**

**LA FUERZA Y EL RENDIMIENTO
DEPORTIVO**

RELACIÓN ENTRE FUERZA Y RESISTENCIA

**MEJORA DE LA VELOCIDAD
DE MOVIMIENTOS E INCREMENTO
DE LA FUERZA MUSCULAR**

**ANÁLISIS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE
TENSIÓN MUSCULAR**

Contracción anisométrica

Contracción isométrica

Contracciones combinadas

**DIFERENTES MANIFESTACIONES DE
FUERZA**

Manifestaciones de fuerza de acuerdo con
los tipos de contracción implicados

Aplicación de la fuerza y especialidad deportiva

**LA RESISTENCIA Y EL RENDIMIENTO
DEPORTIVO**

**DEPORTES Y SU RELACIÓN
CON LA RESISTENCIA**

Deportes en los que la resistencia es irrelevante
para el rendimiento

Deportes en los que la resistencia es
complementaria al rendimiento

Deportes en los que la resistencia es
determinante en el rendimiento

**RESISTENCIA CÍCLICA A PARTIR
DE LA DURACIÓN DEL ESFUERZO**

Resistencia de duración muy corta (RDMC)

Resistencia de duración corta (RDC)

Resistencia de duración media (RDM)

Resistencia de duración larga I (RDL I)

Resistencia de duración larga II (RDL II)

Resistencia de duración larga III (RDL III)

Resistencia de duración larga IV (RDL IV)

RESISTENCIA INTERMITENTE

SÍNTESIS CONCEPTUAL

CONSIDERACIONES SOBRE LOS DIFERENTES TIPOS DE CLASIFICACIÓN DE LA FUERZA Y LA RESISTENCIA

Si tomamos diferentes libros sobre teoría del entrenamiento o, específicamente, sobre entrenamiento de la fuerza muscular, encontraremos diversas clasificaciones de los tipos de fuerza; por lo tanto, es nuestro objetivo realizar un análisis detallado no solo de las diferentes manifestaciones de resistencia, fuerza y, dentro de esta, sus tipos de contracción, sino también analizar todas las manifestaciones de fuerza y resistencia según la forma en que se estructura el entrenamiento deportivo.

LA FUERZA Y EL RENDIMIENTO DEPORTIVO

Antes de realizar un análisis detallado de las diferentes manifestaciones de fuerza, se verá cuál es el papel de la cualidad "fuerza" dentro del rendimiento deportivo.

En este aspecto, cumple dos funciones básicas:

1. **Jugar un papel fundamental dentro de la técnica deportiva**, ya que un deportista puede ser absolutamente coordinado, pero la ejecución de la técnica puede no ser lo suficientemente buena porque los niveles de fuerza de los músculos involucrados no son los adecuados. Un ejemplo de esto podemos encontrarlo en deportes como el remo, el canotaje, el atletismo etc., donde es posible observar grandes deficiencias técnicas a causa de no poseer un nivel de fuerza que pueda satisfacer las demandas que una técnica eficiente requiere.

La otra función primordial de la fuerza dentro de la estructura del entrenamiento, en cualquier disciplina deportiva, sea esta de características explosivas o de resistencia, es:

2. **La mejora de la velocidad de movimientos**. Un atleta con adecuados niveles de fuerza y capacidad para desarrollar rápidamente un alto porcentaje de esta fuerza, de ma-

nera acorde a la disciplina deportiva, tendrá la posibilidad de elevar su velocidad de movimiento.

RELACIÓN ENTRE FUERZA Y RESISTENCIA

La fuerza y la resistencia se sitúan en lados opuestos en la estructura del entrenamiento, ya que para un mismo sujeto el máximo rendimiento en resistencia se contrapone con el máximo rendimiento de fuerza; pero es importante tener en cuenta que adecuados niveles de esta cualidad podrán constituir una base importante en el desarrollo de la resistencia.

Si un deportista tiene un nivel de fuerza superior, esta estará acompañada de una mayor resistencia con determinadas cargas en términos absolutos, pero no ocurrirá lo mismo en términos relativos; por ejemplo, si para un determinado gesto deportivo necesitamos realizar una determinada cantidad de fuerza, para el atleta que posea un nivel mayor de fuerza máxima su aplicación en el movimiento deportivo representará un porcentaje menor de su máxima capacidad y, por lo tanto, podrá realizar un mayor número de repeticiones e imprimirle una velocidad superior. Esto no quiere decir que solo el aumento de la fuerza máxima mejorará el rendimiento deportivo, pero siempre que el entrenamiento sea realizado de manera tal que se adapte perfectamente a las necesidades del deporte, el aumento de los niveles de fuerza será un factor de importancia dentro de la mejora del rendimiento deportivo.

Respecto de la disminución de la resistencia en términos relativos, un atleta que posea un nivel de fuerza máxima inferior es probable que pueda realizar un mayor número de repeticiones con bajos porcentajes de carga (30-40%) que el atleta más fuerte; en este caso, el aumento de los niveles de fuerza produjo una disminución de la resistencia relativa.



Si, por ejemplo, analizamos el ejercicio de sentadillas y tenemos un atleta A que levanta 250 kg en 1 repetición máxima (1RM) y otro B de 120 kg también en 1RM y proponemos que realicen la

máxima cantidad posible de repeticiones con el 40%, es decir el primero de estos (A) con 100 kg y el segundo (B) con 48 kg, es muy probable que este último pueda realizar una cantidad mayor de repeticiones en una serie que el atleta A.

Como consecuencia del entrenamiento con el objetivo de aumentar la fuerza máxima, se producen diferentes adaptaciones, entre las que podríamos destacar un aumento de la ATPasa, incremento de las enzimas glucolíticas, disminución de la densidad capilar a causa de la hipertrofia muscular resultante, adaptaciones todas que a simple vista serían perjudiciales para la resistencia. Esto sería así si se contemplaran únicamente los niveles de resistencia relativa, pero al analizar la resistencia absoluta se puede advertir que una misma carga (p. ej., 20 kg) representará una carga inferior en el atleta más fuerte, donde por ejemplo su fuerza máxima en el ejercicio de sentadillas sea 200 kg tendría que realizar repeticiones con el 10% ($20 \text{ kg} = 10\% \text{ de } 200 \text{ kg}$). En cambio, para un atleta que posea una fuerza máxima de 150 kg, donde $20 \text{ kg} = 13,3\%$, la capacidad de realizar repeticiones con este peso será menor. Por supuesto, esto se refiere a deportistas con un entrenamiento orientado hacia el mismo objetivo, ya que sería diferente si la meta de un atleta se orienta hacia la fuerza explosiva y la de otro, a la resistencia de fuerza.

Como ejemplo de fuerza relativa, podríamos tomar el siguiente:



Como analizamos anteriormente, en dos atletas pertenecientes a un mismo tipo de deporte, en el caso A si su fuerza máxima es 220 kg en el ejercicio de sentadillas, con el 50% de esa fuerza máxima (110 kg) realizará un menor número de repeticiones que un atleta que posea como fuerza máxima 170 kg, cuyo 50% es 85 kg. Pero si ambos realizan el mayor número de repeticiones con 60 kg, este número representará el 27 y el 35% respectivamente; en consecuencia, el atleta A tendrá la posibilidad de realizar un número mayor de repeticiones.

Es muy importante tener en cuenta que, para que lo anteriormente expuesto se cumpla, es imprescindible que el entrenamiento se ajuste a cada necesidad deportiva. Tal es el caso de deportes como remo, canotaje y ciclismo, en los cuales es necesario el desarrollo de altos niveles de fuerza y resistencia.



Aplicados correctamente a la técnica deportiva, adecuados niveles de fuerza producirán una mayor economía de movimientos y, por consiguiente, contribuirán a la mejora de la resistencia ante esfuerzos repetidos.

MEJORA DE LA VELOCIDAD DE MOVIMIENTOS E INCREMENTO DE LA FUERZA MUSCULAR

Cualquier manifestación de fuerza está relacionada con el tiempo que demande su ejecución. Dicha relación entre una determinada manifestación de fuerza y el tiempo necesario para ello se denomina **curva fuerza-tiempo** (fig. 2-1).

A partir de esto, surgiría como fundamental el porcentaje de fuerza máxima conseguido en un tiempo determinado. Ante un peso por movilizar, hay una gran relación entre este peso y la cantidad de fuerza manifestada para poder hacerlo. Cuando mayor sea esta fuerza y más rápidamente sea aplicada en la unidad de tiempo, la velocidad de desplazamiento del implemento será mayor. Por consiguiente, si para desplazar un determinado peso le imprimimos una mayor fuerza en la unidad de tiempo, la resistencia que pretendemos desplazar lo hará más rápidamente. Es a partir de esto que consideramos como objetivo principal en el entrenamiento de la fuerza aplicado a los deportes mejorar los niveles de fuerza, su tiempo de reacción y la duración de la aplicación de esta fuerza, a partir de las exigencias que presente el deporte.

Sin duda, es fácil deducir que, para poder superar un determinado peso a una gran velocidad, es necesario que exista una diferencia importante entre la fuerza máxima del atleta y la requerida en condiciones competitivas.

Esto último se conoce como **reserva de fuerza**, concepto fundamental para una gran cantidad de deportes como la natación, el remo, el canotaje, los lanzamientos, los saltos, la velocidad atlética y los deportes en equipo (fig. 2-2).

Analizando detenidamente estos conceptos, podríamos comprender la razón por la cual un lanzador de bala entrena la fuerza con grandes cargas y a gran velocidad, aunque en el momento de competir lo hace con una bala que pesa 7,752 kg.

La respuesta es simple: si un lanzador obtiene grandes niveles de fuerza y esta fuerza puede ser expresada a gran velocidad, cuando lance el implemento estará desarrollando solo un pequeño porcentaje de su fuerza máxima, porque no tendrá tiempo en las pocas milésimas de segundo que dura un lanzamiento más que para expresar ese pequeño porcentaje de su fuerza máxima. Pero si ese lanzador adquiere un nivel de fuerza superior y mejora también la velocidad de ejecución en esos pocos instantes que dura el lanzamiento, desarrollará más fuerza en la unidad de tiempo y, por lo tanto, la bala se lanzará a una distancia superior (fig. 2-3).

En síntesis, lo que se obtiene con un adecuado entrenamiento es un aumento de la fuerza aplicada y la correspondiente disminución del tiempo para ello, lo que produce un acortamiento en el tiempo de trabajo y provoca así una mejora en los resultados deportivos.



Una mayor aplicación de fuerza resulta fundamental cuando se realiza considerando la unidad de tiempo, ya que podrán aplicarse elevados niveles de fuerza en un movimiento dado. Esto no producirá una mejora del rendimiento si no se considera la unidad de tiempo. Por ejemplo, si un sujeto tiene una mala técnica al ejecutar un salto, es muy probable que aplique una fuerza superior sobre su peso corporal respecto de otro que posea una técnica más depurada, pero en este caso la fuerza aplicada en la unidad de tiempo será mayor.

ANÁLISIS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE TENSIÓN MUSCULAR

Cuando realizamos un determinado movimiento, los músculos producen una determinada tensión, la cual se define como la capacidad que tienen los puentes cruzados para generar una fuerza específica; por lo tanto, a nivel muscular la tensión es transformada en fuerza.

Para realizar un detallado y minucioso análisis sobre la clasificación de los diferentes tipos de fuerza, tendríamos que diferenciar no solo los distintos tipos de contracción, sino también las diversas velocidades de movimiento y su prolongación en el tiempo para, de esta forma, tener una idea total y acabada de la combinación

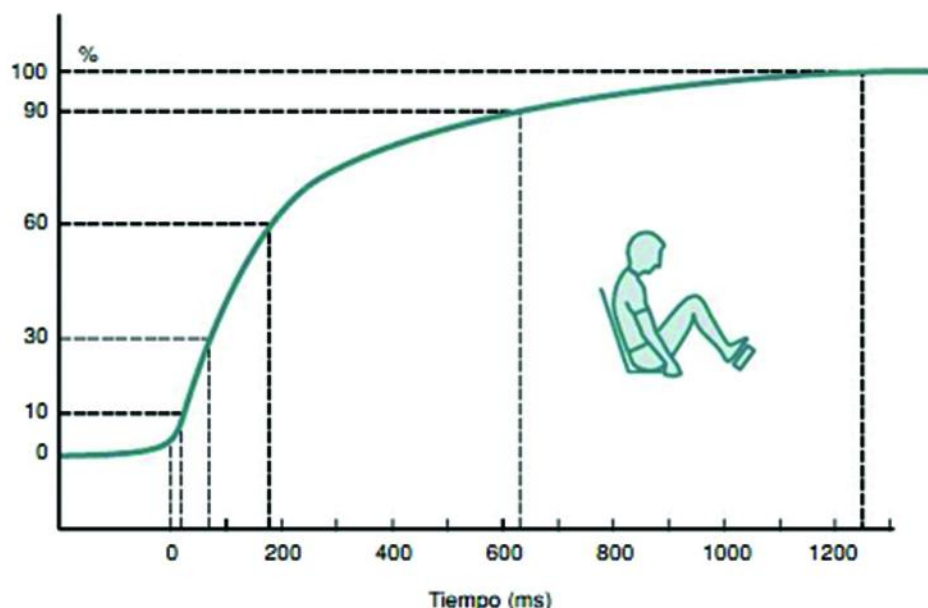


FIG. 2-1. Curva fuerza-tiempo. (Hakkinen, 1984. En Badillo, 1997.)

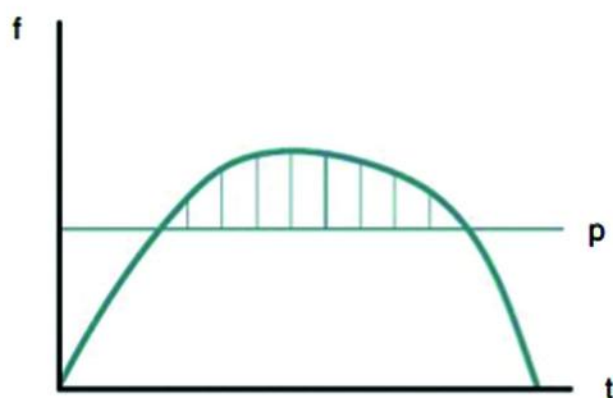


FIG. 2-2. Reserva de fuerza, manifestación de fuerza (f), en el tiempo (t); p = resistencia por vencer.

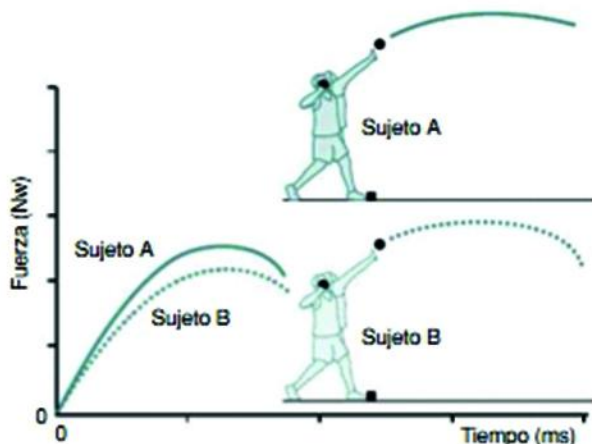


FIG. 2-3. Diferencia entre dos lanzadores al aplicar fuerza en un lanzamiento; el sujeto A puede aplicar más fuerza en la unidad de tiempo.

de todos estos factores dentro de las distintas etapas y períodos de entrenamiento.

Los diferentes tipos de tensión provocarán efectos particulares, que serán analizados de acuerdo con la siguiente clasificación (cuadro 2-1).

Contracción anisométrica

En la contracción anisométrica, la tensión muscular es superior a la resistencia externa y, por consiguiente, se producen movimientos de estiramiento y acortamiento.

Es el tipo de contracción más corriente dentro de los movimientos deportivos y puede dividirse en concéntrica o positiva y excéntrica o negativa.

Concéntrico o positivo

Este tipo de tensión se produce cuando la longitud de los músculos se acorta; por lo tanto, esta clase de contracción se lleva a cabo cuando la resistencia por vencer se encuentra por debajo de la máxima fuerza potencial del atleta.

Ya sea realizada con pesas libres, con máquinas o con el propio peso del cuerpo, la dirección del movimiento es en sentido contrario a la fuerza de gravedad (fig. 2-4).

Entre los movimientos concéntricos, se encuentran:

- **Contracción tónica:** se produce cuando se trata de vencer una gran resistencia en la cual, por la gran carga utilizada, la velocidad de movimiento es lenta o nula, la fuerza desarrollada es cercana a la máxima y el pico máximo de fuerza se alcanza al final de la contracción. Un ejemplo lo constituye el *press* de banco con carga máxima, donde la tensión es constante en todo el movimiento (González Badillo, 2002).
- **Contracción fásica:** son contracciones mucho más veloces y de menor duración. En este caso, el pico máximo de fuerza se encuentra al comienzo del trabajo, y a esta contracción

CUADRO 2-1. CLASIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CONTRACCIÓN MUSCULAR

Anisométricas

Concéntrico o positivo

- Fásica
- Tónica

Excéntrico o negativo

Isocinética

Isométricas

Combinadas

Isométrico-explosiva

Pliométricas

- Elástico-explosiva
- Elástico-explosivo-reactiva

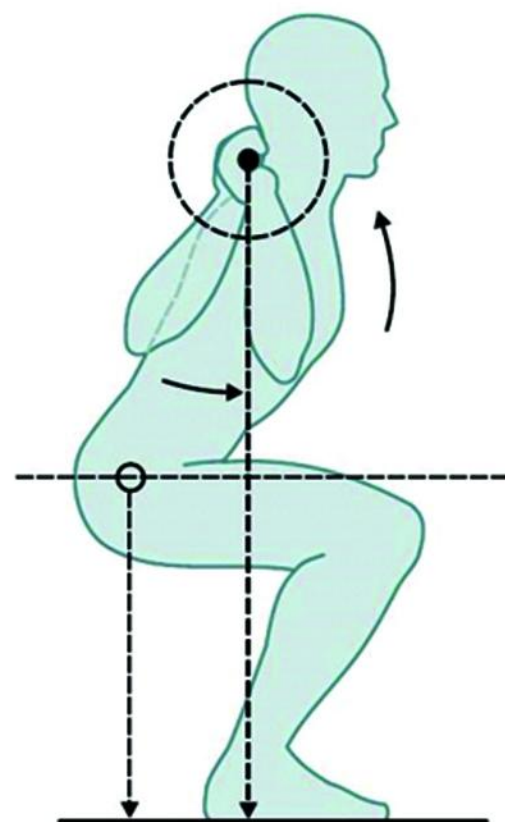


FIG. 2-4. El ejercicio de sentadillas, donde la contracción concéntrica se realiza al elevar la barra.

inicial le sigue una inmediata relajación. Al ser un movimiento que se efectúa a gran velocidad, el tiempo de aplicación de la fuerza es muy corto, por lo que solo será posible aplicar un pequeño porcentaje de la fuerza máxima. Como ejemplo de este tipo de tensión, podemos citar el lanzamiento de bala.

Excéntrico o negativo

Es lo opuesto al proceso de contracción concéntrica. En este caso, los músculos ceden a la fuerza de gravedad, pero debemos considerar la posibilidad de una contracción excéntrica si el músculo está desarrollando un gran nivel de tensión producido por el tiempo que demande la contracción o, en su defecto, que sea cercano o superior a la máxima carga, ya que si se produce un trabajo concéntrico con cargas ligeras (como por ejemplo flexión de brazo con barra[bíceps]) ejecutado con una carga muy liviana, la teórica fase excéntrica (vuelta al punto

de partida a una velocidad normal) será tan solo una relajación muscular (fig. 2-5).

Contracción isocinética

Este tipo de contracción se produce cuando las fuerzas externas se mantienen elevadas aunque se produzcan cambios en las palancas y en los movimientos angulares. En las contracciones isocinéticas, las resistencias por vencer se van adaptando en cada fase del movimiento, y esto produce una velocidad constante en todo el recorrido.

Para realizar estas contracciones de manera efectiva, se han desarrollado aparatos con sistemas hidráulicos que establecen una velocidad constante de movimiento. Estos aparatos (muy

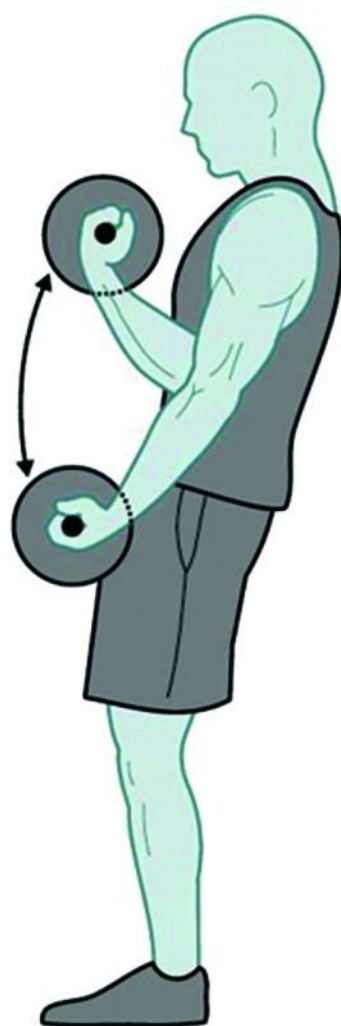


FIG. 2-5. Solo cuando se movilizan cargas relativamente elevadas y los músculos ceden lentamente a la fuerza de gravedad hablamos de contracción excéntrica.

costosos) estuvieron de moda en algún momento, pero hay que tener en cuenta que en muy pocos deportes (natación y remo, por ejemplo) se producen contracciones semejantes a las de los ejercicios isocinéticos; por lo tanto, en movimientos que se ejecutan en actividades explosivas, como ser los lanzamientos, la lucha o deportes de conjunto, el entrenamiento desarrollado con este tipo de tensión puede alterar la velocidad de movimientos y resultar perjudicial para el rendimiento.

Estos aparatos isocinéticos han demostrado ser muy efectivos en la recuperación de lesiones, fundamentalmente en la mejora de la funcionalidad del sistema neuromuscular.

Contracción isométrica

Es la contracción en la cual se genera tensión sin cambiar la longitud muscular. El músculo puede llegar a desarrollar una tensión más alta que en la faz dinámica aunque no se observe un acortamiento muscular.

Contracciones combinadas

Los tipos de contracciones expuestas anteriormente se relacionan al combinarse en las diferentes acciones y manifestaciones deportivas. Por lo tanto, la combinación de estos distintos tipos de contracciones da lugar a realizar más divisiones en las diferentes tensiones.

Isométrica explosiva

Este tipo de trabajo está formado por una contracción concéntrica con una fase inicial isométrica de cierta importancia con una elevada manifestación de fuerza y velocidad. Ejemplo: salto sin contramovimiento (fig. 2-6).

Contracción pliométrica o ciclo de estiramiento-acortamiento

Es una contracción excéntrica (de alargamiento) seguida rápidamente por una concéntrica (de acortamiento). Algunos fisiólogos calculan un posible aumento de la contracción en una vez y media la fuerza máxima isométrica.

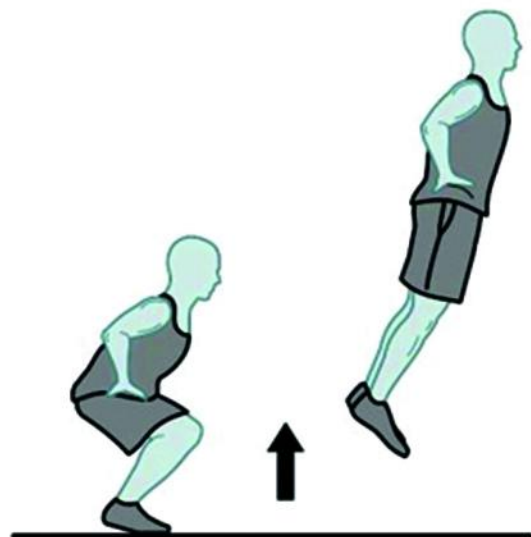


FIG. 2-6. Salto sin contramovimiento. Aquí se parte de una posición de semiflexión (sin contramovimiento).

En este tipo de tensión, la transmisión del trabajo excéntrico al concéntrico se produce con mucha rapidez y la contracción concéntrica resulta más potente cuando está inmediatamente precedida de la contracción excéntrica que cuando se realiza de modo aislado (González Badillo, 2002).

A su vez, esta contracción pliométrica, dependiendo de la forma en que se desarrollen y se combinen estas tensiones, puede subdividirse en:

Elástica explosiva: la fase concéntrica del movimiento viene precedida de un estiramiento previo. La resistencia por vencer es pequeña, al igual que en el caso anterior, desarrollada a una gran velocidad. Ejemplo: salto con contramovimiento (fig. 2-7).

Elástica explosiva reactiva: tiene características similares a la anterior, pero con un estiramiento previo mucho más intenso. Por ejemplo: un salto en profundidad que antecede a otro salto o un contrasalto en vóley (fig. 2-8).

DIFERENTES MANIFESTACIONES DE FUERZA

Para realizar un adecuado análisis de las diferentes manifestaciones de fuerza, creemos conveniente llevar a cabo una clasificación de acuerdo con los variados tipos de contracción muscular.

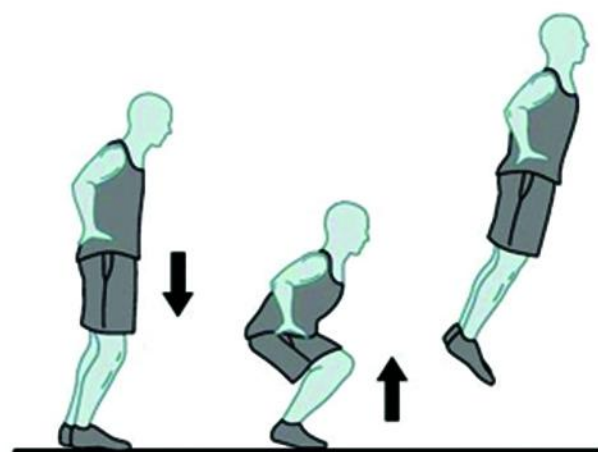


FIG. 2-7. Salto con contramovimiento. Se parte desde una posición de pie, se realiza un contramovimiento y luego se produce el salto.

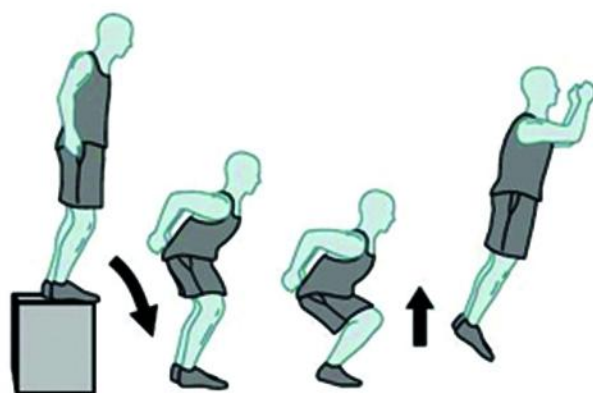


FIG. 2-8. Salto pliométrico.

Manifestaciones de fuerza de acuerdo con los tipos de contracción implicados

A partir de esto y con un análisis detallado de las diferentes formas de contracción, es posible determinar los siguientes tipos de fuerza (cuadro 2-2).

Fuerza máxima dinámica

Es la máxima fuerza que puede desplazarse en un solo movimiento; transcurre a baja velocidad y sin limitación de tiempo como consecuencia de la gran resistencia por vencer.

Como ejemplo de este tipo de fuerza, tenemos una repetición máxima (100%) en el ejer-

cicio de sentadillas o fuerza en banco plano. En este caso, tendríamos una gran carga que podría moverse a una velocidad lenta.

También esta fuerza máxima dinámica puede ser realizada solamente a través de una contracción máxima excéntrica. En este caso, se manifiesta en una contracción muscular máxima con una carga que se desplaza en sentido contrario a la fuerza de gravedad. Esta carga es superior a la máxima realizada en una contracción concéntrica; puede llegar hasta el 130% de esta y recibe el nombre de fuerza máxima excéntrica.

Fuerza estática

Se produce cuando un sujeto realiza una contracción contra una resistencia que no presenta movimiento articular. Esta contracción isométrica puede llegar a ser máxima o no. En el primer caso, estaríamos hablando de la fuerza máxima estática.

Fuerza velocidad

Este tipo de fuerza se caracteriza por la capacidad del sistema neuromuscular para vencer una determinada resistencia a la mayor velocidad de contracción posible.

No todos los movimientos en los cuales se aplica la fuerza velocidad están compuestos porcentualmente de la misma cantidad de fuerza y velocidad, ya que no es igual la fuerza y velocidad aplicada al levantamiento olímpico de pesas, donde se necesita vencer una carga elevada a una gran velocidad, que un movimiento de esgrima, donde la velocidad es máxima pero con una carga muy ligera.

Fuerza explosiva

Dentro de la fuerza velocidad, encontramos la fuerza explosiva, que consiste en realizar un movimiento aplicándole la máxima fuerza posible en el menor tiempo. En este caso, el factor dominante es el aumento de fuerza en la unidad de tiempo.

La fuerza explosiva va a depender de varios factores, entre los que se encuentran:

CUADRO 2-2. MANIFESTACIONES DE FUERZA DE ACUERDO CON LOS TIPOS DE CONTRACCIÓN INVOLUCRADOS**Fuerza máxima dinámica**

Fuerza máxima concéntrica
Fuerza máxima excéntrica

Fuerza máxima estática**Fuerza/velocidad**

Fuerza rápida (mov. cíclicos)
Fuerza explosiva:
- Fuerza inicial
- Fuerza máxima

La fuerza inicial: es la capacidad de generar la mayor fuerza al principio de una contracción. Esta fuerza condiciona el rendimiento en actividades como los saltos, los lanzamientos, la esgrima, etc.

La fuerza máxima: este tipo de fuerza tiene mayor injerencia cuando mayor es la carga por vencer (p. ej., levantamiento olímpico de pesas).

Es importante remarcar la relación que diferentes estudios (McBride y cols., 2009) comprobaron entre la fuerza máxima y la velocidad de movimiento, pero resulta importante aclarar que esta fuerza máxima debe ser mejorada por medio de ejercicios que fundamentalmente estimulen las fibras de contracción rápida y se adapten al tipo de deporte, ya que no se utilizará la misma carga en el entrenamiento de la fuerza para mejorar la velocidad en los lanzamientos atléticos que para mejorar la velocidad en la esgrima.

En el mejoramiento de la explosividad de movimientos cobra importancia la denominada capacidad reactiva del sistema neuromuscular, que estaría representada por los movimientos pliométricos.

La fuerza a través de un período prolongado (resistencia a la fuerza rápida)

Denominamos fuerza rápida a la capacidad que tiene un individuo de realizar un alto nivel

de fuerza (no máximo) de manera cíclica a una gran velocidad dada durante un determinado período, cuya duración dependerá del tipo de deporte.

Algunos autores la relacionan con la llamada **fuerza resistencia**, que puede definirse como la capacidad de mantener determinados niveles de fuerza durante períodos de larga duración. En la búsqueda de esta resistencia, muchas veces se confeccionan planes de entrenamiento con series que en algunos casos pueden llegar a 200 repeticiones. De esta manera se logra, aparte de grandes contracturas y posibles lesiones, una gran lentitud en los movimientos ya que el deportista, al realizar tal cantidad de trabajo, lógicamente comienza a lentificarse.

En la mayoría de los deportes cíclicos, el principal problema consiste en mantener altos niveles de fuerza y velocidad con una mínima pérdida de ambas durante un tiempo determinado.

Como puede deducirse, en un deporte en el cual se deba aplicar fuerza explosiva en reiteradas ocasiones, esta no podrá mantenerse al máximo durante mucho tiempo sin un descanso adecuado. Por consiguiente, queda en evidencia que no es lo mismo el desarrollo de la fuerza explosiva en un saltador, que ejecuta un movimiento seguido de un descanso prolongado, que el aumento de la resistencia a la fuerza rápida en los 200 metros en canotaje, donde es preciso aplicar altos niveles de fuerza a una gran velocidad durante un período determinado.

Resulta fundamental considerar que el desarrollo de una gran velocidad de movimientos con determinadas cargas debería planificarse considerando evitar su lentificación. Por lo tanto, la cantidad de repeticiones deben ser las adecuadas para cada carga.

Aplicación de la fuerza y especialidad deportiva

Todo trabajo de fuerza que se realice para mejorar el rendimiento en un deporte determinado debe poder aplicarse a la actividad deportiva. En este caso, habrá una gran diferencia si el deporte es de velocidad o de resistencia. Por lo tanto, el entrenamiento de las distintas manifestaciones de fuerza debe tener como objetivo no solo la mejora la técnica deportiva, sino también

la velocidad de esa técnica, independientemente de si involucra o no la resistencia.

Aquí se utilizarán medios que permitirán transformar los niveles de fuerza general en aquella específica del deporte que estemos entrenando.

En el entrenamiento moderno, los atletas de alto rendimiento no entrenan solamente la fuerza de base para luego pasar a la específica, sino que en la actualidad, tanto en los períodos preparatorios como competitivos, se utilizan ejercicios destinados a la mejora tanto de la fuerza general como de la específica, por supuesto que con diferentes volúmenes de trabajo. Por ejemplo, en los períodos preparatorios el volumen fundamental del entrenamiento de fuerza será destinado a la mejora de la fuerza general, que es donde se forman los cimientos de la condición física, pero de todas formas no se descuidarán los ejercicios que permitirán aplicar los niveles de fuerza alcanzados a la actividad deportiva en cuestión.

En el período competitivo, este volumen de trabajo será invertido y se destinará un mayor número de repeticiones a la fuerza específica, pero también existirá una determinada cantidad de trabajo destinado al mantenimiento de la fuerza general.

La fuerza general, como la específica, se adaptará al tipo de deporte que deba entrenarse, ya que de este surgirá la carga de entrenamiento, la aplicabilidad de la velocidad, la explosividad y la resistencia.

Lo mismo ocurrirá con la fuerza máxima, la explosiva y la resistencia a la explosividad. En un período preparatorio, dentro de un trabajo de fuerza el porcentaje mayor de repeticiones estará destinado a la mejora de la fuerza máxima y un porcentaje menor a la explosiva, para luego ir alterando este porcentaje y dedicarle un mayor número de repeticiones a los ejercicios de fuerza explosiva sobre los de fuerza máxima, con la incorporación de trabajos de resistencia a la explosividad.



La fuerza máxima, como la explosiva, se debe entrenar de manera simultánea teniendo en cuenta que durante el período preparatorio comúnmente se destinan

mayor cantidad de repeticiones a la mejora de la primera y se llega al nivel precompetitivo o competitivo, donde la mayor cantidad de repeticiones se orienta a mejorar la fuerza explosiva.

LA RESISTENCIA Y EL RENDIMIENTO DEPORTIVO

Si bien en toda actividad deportiva la aplicación de fuerza en un determinado período juega un papel primordial dentro del rendimiento deportivo, no debemos olvidar que toda actividad estará influenciada por el cansancio o la fatiga (disminución transitoria de la capacidad de rendimiento), que a su vez se encuentra en relación directa con la resistencia, ya que el nivel de mantenimiento de fuerza y velocidad estará determinado por el nivel de fatiga alcanzado. Por lo tanto, la capacidad de resistencia puede atrasar y a su vez disminuir los síntomas que, producto de esa fatiga, alteran la capacidad de rendimiento.

Las particularidades del deporte, considerando si en este prevalecen la fuerza y la velocidad de movimientos o en cambio prevalece la duración (con una disminución lógica) tanto de la velocidad como de los niveles de fuerza aplicados, así como si los movimientos del deporte en cuestión son cíclicos o acíclicos, continuos o intermitentes, determinarán qué tipo de resistencia es el adecuado para alcanzar un óptimo rendimiento. El tipo y el nivel de resistencia necesaria determinarán las particularidades de su entrenamiento.

A partir de lo expresado en párrafos anteriores, Navarro y cols. (2009) resumen las principales funciones de la resistencia en los siguientes puntos:

Mantener los niveles de aplicabilidad de una determinada intensidad de trabajo durante el tiempo que demande la actividad, de forma tal que las pérdidas inevitables de rendimiento durante cargas prolongadas queden reducidas a la mínima expresión.

Soportar, e incluso aumentar, las cargas requeridas tanto en el entrenamiento como durante la competencia.

Aumentar los niveles de recuperación, tanto en entrenamiento como en competencia, para favorecer el incremento del volumen de carga ya sea por aumento del número de unidades de entrenamiento o de los volúmenes de aquella.

Contribuir en los deportes de alta exigencia técnica con la estabilización de esta y con la mejora de los niveles de concentración.



A partir de lo expresado en párrafos anteriores, podemos considerar que un deportista tiene resistencia cuando puede continuar un trabajo con adecuados niveles técnicos, una correcta aplicabilidad de fuerza y velocidad aun en estado de fatiga o cuando esta fatiga tarda en llegar.

DEPORTES Y SU RELACIÓN CON LA RESISTENCIA

Al existir un número muy grande de actividades deportivas, es lógico que no pueda existir un concepto único de resistencia, ya que cada deporte o actividad necesita un tipo de manifestación particular.

Para no perder efectividad, toda contracción muscular necesita de ciertos niveles de resistencia. Así, por ejemplo, las contracciones isométricas (sin movimiento) necesitarán adecuados niveles de resistencia estática; opuesto a esto, toda contracción anisométrica (con movimiento) necesitará resistencia dinámica.

Tanto la resistencia estática como la dinámica están estrechamente relacionadas con la contracción que se produce a nivel muscular y adquieren características particulares al programar el entrenamiento. Por ello es fundamental considerar que la resistencia dinámica tiene una división mucho más amplia que la resistencia estática. Esto ocurre fundamentalmente porque la mayoría de las actividades deportivas y de la vida diaria se producen en contracciones dinámicas.

La cantidad de musculatura implicada también determina dos tipos de resistencia. Por un lado, la muscular local: en este caso, la cantidad de masa muscular puesta en acción no llega a superar 1/7 de la musculatura total. Por otro,

cuando la cantidad de masa muscular puesta en acción supera 1/7 de la musculatura total, estamos en presencia de resistencia general, y aquí no solo el componente periférico (masa muscular) será vital para mejorar el rendimiento, sino que también el componente central (aparato cardiorrespiratorio) juega un papel fundamental.

De acuerdo con las características del deporte, la capacidad de resistencia tendrá mayor o menor influencia, pero en algunas de sus manifestaciones siempre estará presente.

Por esta razón, si se quiere llegar al máximo rendimiento, esta capacidad condicional debe estar presente en el momento de planificar. Por supuesto que el tipo de deporte será un factor fundamental al considerar esta planificación dentro de la estructura del entrenamiento.

La resistencia puede tener diferentes papeles al hablar de competencia o de entrenamiento, por lo que es preciso proceder al estudio de esta capacidad y evaluar las necesidades en los diferentes deportes, los cuales según Navarro Valdieso (2003) se pueden dividir en:

Deportes en los que la resistencia es irrelevante para el rendimiento

Aquí se incluirán todos los deportes en los que pueden obtenerse elevados resultados sin la necesidad de entrenar la capacidad de resistencia para lograr un mayor aporte energético.

En este tipo de deportes es posible incluir los de precisión, como el tiro, el automovilismo o el motociclismo, en los cuales el entrenamiento de resistencia estará implicado en la mejora o el mantenimiento de la salud y la capacidad de concentración, pero su rendimiento no está estrechamente relacionado con esta capacidad condicional.

Deportes en los que la resistencia es complementaria al rendimiento

En estos deportes, como el lanzamiento de bala o el levantamiento de pesas, la resistencia no es determinante dentro de la competición; en cambio, sí lo es durante el entrenamiento. En este caso, permitirá asimilar grandes cargas de

trabajo, con ausencia o retraso de la fatiga durante los entrenamientos.

En deportes explosivos como los lanzamientos, es fundamental poder soportar determinados volúmenes de trabajo, por ejemplo cantidad de lanzamientos o trabajos de sobrecarga, sin disminución de la intensidad de los esfuerzos. En este caso, es la resistencia la capacidad que permitirá realizar dicho tipo de actividad sin la disminución marcada de intensidad, lo que posibilitará efectuar entrenamientos más efectivos.

Asimismo, tendrá una gran importancia la mejora de la recuperación tras haber realizado trabajos que involucren grandes cargas de entrenamiento. En estas circunstancias, será posible no solo aumentar el volumen dentro de la sesión, sino también la cantidad semanal de sesiones.

Como lo definen Navarro y cols. (2009), el objetivo fundamental de la resistencia en estos deportes es "entrenar para poder entrenar".

Deportes en los que la resistencia es determinante en el rendimiento

Aquí podemos incluir todos aquellos en los que, por su duración dentro de la competencia, la resistencia incide de manera importante en la fatiga, con independencia de los sistemas energéticos puestos en funcionamiento.

RESISTENCIA CÍCLICA A PARTIR DE LA DURACIÓN DEL ESFUERZO

En toda actividad deportiva, se trata de entrenar la resistencia de una manera específica de acuerdo con la participación de fuerza y velocidad, utilización de fibras y metabolismo energético predominante. Todo esto dependerá de la intensidad del esfuerzo y, a su vez, esta lo hará de la duración que este esfuerzo demande. Por esta razón, la resistencia puede dividirse, a partir de Verdugo (2007), en:

Resistencia de duración muy corta (RDMC)

En los deportes de muy corta duración, la resistencia está orientada a soportar intensidades

máximas de esfuerzos, con una duración que puede llegar hasta los 20 segundos.

En este tipo de actividades, el rendimiento estará determinado por la utilización de fosfágenos de manera prioritaria cuando la duración del esfuerzo sea menor de 6-8 segundos, y por la utilización de fosfágenos, glucogenólisis y glucólisis anaeróbica cuando dicha duración sea mayor (cercana a los 20 segundos).

En este tipo de esfuerzo, es necesaria una gran activación a nivel neuromuscular. Por consiguiente, la coordinación intramuscular e intermuscular tiene un papel predominante.

Dada la elevada frecuencia de movimientos a máxima intensidad requerida, es lógico pensar que será necesario aplicar altos niveles de fuerza en cortos períodos, de lo cual es posible deducir que la fuerza máxima y la explosiva serán factores determinantes del rendimiento.

Por las características del esfuerzo, el reclutamiento predominante recaerá en las fibras FTa y FTx. El deportista que posea un mayor porcentaje de estas fibras, además de un entrenamiento que estimule su utilización, tendrá un rápido aumento en la curva fuerza-tiempo, por lo que obtendrá una ventaja considerable.

El mejor uso de las fibras explosivas se producirá fundamentalmente por el aumento de la fuerza máxima, la velocidad de aplicación de esta fuerza, la hipertrofia selectiva de fibras, en este caso las FT, y por la capacidad del individuo de poder aplicar esta fuerza máxima y explosiva a la actividad deportiva. De esta forma, se producirá una mejora en la técnica de movimiento.

Si bien en esfuerzos de tan corta duración el uso de los fosfágenos resulta fundamental, es importante aclarar que, a la máxima intensidad, en unos pocos segundos ya existe una cierta producción láctica, por lo que las reservas de glucógeno muscular son importantes en el rendimiento de este tipo de actividades.

En esfuerzos de RDMC, la respuesta de la frecuencia cardíaca por lo general tarda en llegar a causa del corto tiempo que dura el esfuerzo. Esta es la razón por la cual la frecuencia cardíaca llega a su máxima elevación cuando el esfuerzo ha finalizado; en este caso, es posible decir que los pies son más veloces que los latidos cardíacos.

Resistencia de duración corta (RDC)

Estos esfuerzos tienen una duración comprendida entre los 30 segundos a los 2 minutos. Las necesidades metabólicas giran alrededor de la posibilidad de generar energía principalmente a través del sistema de la glucólisis anaeróbica.

En este tipo de esfuerzo, al igual que en la RDMC, se necesita una gran activación a nivel neuromuscular, y también es importante la coordinación intramuscular e intermuscular.

Aquí también se requiere una elevada frecuencia de movimientos, los que son realizados a intensidad máxima y submáxima, por lo que será necesario aplicar elevados niveles de fuerza en períodos cortos, que no durarán más de 2 minutos. En este tipo de esfuerzos, como en el caso de RDMC, la fuerza máxima y la fuerza rápida serán factores determinantes del rendimiento.

Por las características del esfuerzo, el reclutamiento predominante recaerá en las fibras FTa, capaces de producir altos niveles de fuerza, pero a medida que el esfuerzo se acerque a los 2 minutos de duración la participación de las fibras ST irá en aumento.

En la RDC, la curva fuerza-tiempo también tendrá un rápido aumento, aunque la curva estará más desplazada hacia la derecha que en la RDMC.

En la RDC, los trabajos netamente explosivos tendrán menor importancia. El entrenamiento de fuerza rápida resultará fundamental para mejorar el rendimiento y no perder velocidad durante el esfuerzo.

La importancia del metabolismo glucolítico es muy alta, por lo que la producción, tolerancia y remoción láctica juegan un papel fundamental en este tipo de trabajo; a su vez, el aumento de la capacidad buffer, a medida que se incrementa la acidez, es un factor decisivo en el rendimiento de este tipo de resistencia.

A medida que el tiempo de esfuerzo aumenta (2 minutos), el metabolismo oxidativo comienza a tener relevancia; además, una adecuada base oxidativa es importante en la eliminación de lactato y en la recuperación.

Resistencia de duración media (RDM)

En este tipo de resistencia, los esfuerzos están comprendidos entre los 2 y los 10 minutos; los 1 000 metros de canotaje y los 2 000 metros de remo pueden ser buenos ejemplos para tener en cuenta.

La resistencia de duración media puede dividirse en 2 subzonas: **RMD I**, entre los 2 y los 3 minutos, donde el esfuerzo necesita una elevada frecuencia de movimientos con una alta producción de lactato, y **RMD II**, entre los 3 y los 10 minutos, donde la frecuencia de movimientos comienza a disminuir de manera significativa a medida que la duración se acerca a los 10 minutos. Este trabajo es realizado a intensidad submáxima.

Los niveles de fuerza por aplicar en la unidad de tiempo también disminuyen a medida que se prolonga el esfuerzo, aunque elevados niveles de fuerza máxima complementados adecuadamente con el entrenamiento de resistencia son necesarios para obtener el máximo rendimiento en la RDM.

Aquí, dependiendo de la duración del esfuerzo, la activación recaerá principalmente en las fibras FT cuando los esfuerzos sean cercanos a los 2 minutos (RMD I); pero cuando estos tengan una mayor duración (más de 5 minutos), serán las fibras FT y ST las encargadas de la mayor producción de trabajo.

Si bien la importancia de la fuerza máxima puede disminuir en algunas actividades incorporadas en el marco de la RDM, en deportes como el remo o el canotaje elevados niveles de fuerza juegan un papel fundamental. Esto se debe a la necesidad de mantener elevados niveles de reserva de fuerza. Con el objetivo de optimizar la aplicación de fuerza rápida, aunque en este caso por el tiempo más prolongado que demanda el esfuerzo, se puede llegar a observar una notoria pérdida de velocidad. Por esta razón, resulta imprescindible que la aplicación de fuerza corresponda a un porcentaje bajo de la máxima fuerza, para poder ser aplicado durante un tiempo relativamente prolongado y con la menor pérdida de velocidad posible.

En este tipo de actividades existirá una gran acumulación láctica, producto de la gran inten-

sidad de esfuerzo, el que a su vez demanda la aplicación de elevados niveles de fuerza durante el rendimiento, lo que provoca que exista una importante participación de las fibras FT, aunque en la RMD 2 las ST tendrán un importante papel en el rendimiento, ya que por la duración del esfuerzo, la vía oxidativa en la obtención de energía tendrá un papel preponderante, por lo que la mejora del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ resulta un factor decisivo en el rendimiento, ya que contribuye a retardar la acumulación láctica o, en su defecto, a que esta se produzca a partir de mayores intensidades de esfuerzo, lo que indica una mejora del rendimiento.

El nivel de $\text{VO}_{2\text{máx}}$ utilizado puede llegar al 100%, sobre todo en esfuerzos cercanos a los 6-7 minutos, ya que existe tiempo suficiente para poder alcanzar estos niveles; por lo tanto, la capacidad y potencia oxidativas son esenciales en estos esfuerzos, donde el sistema cardiorrespiratorio se solicita al máximo de sus posibilidades.

Al realizarse este tipo de actividad con grandes intensidades de esfuerzo durante un tiempo que puede llegar a tener una duración de 10 minutos, las fibras FT tendrán una gran participación, tanto a nivel oxidativo como glucolítico; por lo tanto, la tolerancia láctica será muy importante. En este caso, las fibras ST actuarán en el lavado y posterior utilización de este lactato como combustible energético.

El glucógeno muscular será el principal sustrato utilizado para producir energía, sin llegar a agotarse totalmente debido a que la duración del esfuerzo no lo permite.

Resistencia de duración larga I (RDL I)

En este tipo de resistencia están comprendidas actividades con una duración entre los 10 a los 35 minutos; los 5 000 y 10 000 metros llanos (lisos) son ejemplos comprendidos cerca de los dos extremos de la duración.

Los niveles de fuerza por aplicar en la unidad de tiempo van disminuyendo a medida que se prolonga el esfuerzo, aunque ciertos niveles de fuerza son necesarios, sobre todo al implementar cambios de ritmo.

El entrenamiento de resistencia a la fuerza rápida jugará un papel muy importante, aunque en

este caso la frecuencia de movimientos disminuye para darle paso a la duración.

Las fibras ST serán las encargadas de realizar la mayor parte del trabajo, aunque como dijimos anteriormente, en la salida, en los cambios de ritmo y en el esprint final serán las fibras FT las que realizarán el mayor esfuerzo.

Es por esta razón que un buen metabolismo oxidativo no es suficiente para obtener grandes rendimientos en este tipo de resistencia, por lo que es preciso prestar atención al trabajo de las fibras FT, que debe realizarse con intensidades elevadas de esfuerzo, donde la fuerza por aplicar en la unidad de tiempo es un factor importante, y el trabajo de fuerza y de resistencia a la fuerza rápida no solo debe estar orientado al trabajo de las fibras FT, sino también al de las ST.

Aunque la tolerancia láctica tiene menos influencia en este tipo de actividades, en aquellos de aproximadamente 15 minutos de duración llega a haber concentraciones relativamente elevadas, por lo que no deben descuidarse actividades que influyan sobre este metabolito.

El glucógeno será el sustrato energético principal por utilizar, aunque en esfuerzos cercanos a los 35 minutos y en sujetos adecuadamente entrenados, el metabolismo lipolítico también aporta energía.

Por el tiempo de duración del esfuerzo, el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ solicitado puede estar entre el 90 al 95% en individuos adecuadamente entrenados. El aprovechamiento de elevados niveles de $\text{VO}_{2\text{máx}}$ durante un tiempo prolongado se relacionará con el segundo umbral del lactato, que en este tipo de resistencia comienza a tener importancia.

Resistencia de duración larga II (RDL II)

En este tipo de resistencia se encuentran las actividades comprendidas entre los 35 a los 90 minutos. La media maratón es un ejemplo de actividad incluida en la RDL II.

En los esfuerzos de esta duración, las fibras ST son las que realizan el mayor trabajo, pero es de destacar que las FT también tienen importancia, lo cual se justifica porque es necesario realizar ciertos cambios en niveles de velocidad, además de los cambios de ritmo propios de la competencia, que se ponen en evidencia con el

aumento de la frecuencia de movimiento, aunque la adaptación de estas fibras FT estará centrada en el metabolismo oxidativo.

De lo expresado en párrafos anteriores, se desprende que el entrenamiento de fuerza tendrá importancia, aunque en este caso las cargas serán de menor intensidad que en los otros tipos de resistencia, los cuales tienen una menor duración.

El entrenamiento de resistencia a la fuerza rápida, adaptado de manera tal que tenga efecto tanto en las fibras FT como en las ST, es de gran importancia. Aquí el objetivo está centrado en la posibilidad de poder mantener una velocidad constante durante un tiempo prolongado.

El glucógeno sigue siendo el principal sustrato energético, ya que una disminución de los depósitos conduce a una rápida pérdida de fuerza en la unidad de tiempo, lo que trae aparejado pérdida de velocidad. También los ácidos grasos aportan energía en este tipo de esfuerzo, fundamentalmente dentro de los límites de duración más larga.

En cuanto al porcentaje de sollicitación del $VO_{2\text{máx}}$, este se encuentra alrededor del 85%, por lo que niveles elevados de este parámetro funcional influyen en los resultados que se obtengan en este tipo de pruebas.

El segundo umbral del lactato, con el objeto de mantener elevados niveles de $VO_{2\text{máx}}$ no solo durante el mayor tiempo sino a la mayor intensidad posible, resulta fundamental en este tipo de esfuerzos.

Resistencia de duración larga III (RDL III)

Está comprendida entre los 90 minutos a las 6 horas de duración. La maratón, determinadas carreras de ciclismo en ruta y el triatlón están incorporados en los límites de RDL III.

La actividad central recae sobre las fibras ST, pero paulatinamente se ha incorporado el entrenamiento de fuerza en este tipo de esfuerzos con el objeto de aumentar la velocidad de traslación, pero este aumento de fuerza debe recaer principalmente sobre las fibras ST.

La sollicitación del $VO_{2\text{máx}}$ se encuentra en porcentajes cercanos al 80%; por lo tanto, el $VO_{2\text{máx}}$ y una elevada capilarización son factores impor-

tales de rendimiento. La economización del trabajo cardíaco adquiere aquí una importancia primordial, y la frecuencia cardíaca disminuye para el mismo porcentaje de esfuerzo.

En este caso, los depósitos de glucógeno no son suficientes para mantener estos esfuerzos, por lo que la utilización de los ácidos grasos como sustrato energético pasa a primer plano. Los especialistas en este tipo de resistencia poseen depósitos elevados de lípidos en las fibras ST.

De todas formas, el organismo utiliza como aporte energético la degradación proteica, algo posible de constatar con los elevados niveles de cortisol que pueden encontrarse en corredores de maratón.

Este tipo de resistencia puede considerarse incompatible con los máximos niveles de fuerza; por lo tanto, un individuo que tenga desarrollados elevados niveles de RDL III no estará en condiciones de desarrollar máximos niveles de fuerza.

Resistencia de duración larga IV (RDL IV)

Dentro de este tipo de resistencia, se encuentran comprendidas algunas vueltas ciclistas, pruebas de triatlón y algunas pruebas de larga distancia en natación.

Como es lógico suponer, la duración de la prueba impone un ritmo de baja intensidad; por lo tanto, las fibras ST serán las encargadas de realizar el trabajo, y el deportista que participe en pruebas de este tipo deberá ejecutar un correcto planteamiento táctico que le permita finalizar la prueba. Por consiguiente, cambios de ritmo innecesarios repercutirán negativamente.

Los sustratos energéticos provendrán de los ácidos grasos, además de la gluconeogénesis, donde la energía procedente de las proteínas alcanza el máximo y existe un gran catabolismo.

En este tipo de pruebas, la degradación del glucógeno es total, por lo que se necesitan constantes aportes de líquidos y sustancias glucosadas con el objetivo de evitar el vaciamiento de los depósitos de glucógeno y lograr el mantenimiento de niveles estables de glucosa sanguínea.

Al ser esfuerzos de baja intensidad (por debajo del segundo umbral del lactato), la capacidad aeróbica es muy importante.

El trabajo de fuerza se reduce a colaborar con la tolerancia al esfuerzo por parte del aparato locomotor, pero juega también un papel importante en la velocidad de movimiento.



Es importante destacar que los tiempos marcados para los diferentes tipos de resistencia son considerados a una intensidad máxima en relación con la distancia dada.

RESISTENCIA INTERMITENTE

Hasta el momento, hemos enfocado nuestra atención en los diferentes tipos de resistencia cíclica, pero al referirnos a la resistencia intermitente nos referimos al único tipo de resistencia acíclica que podemos identificar. En este caso, estará caracterizado por movimientos cambiantes en cuanto a intensidad, duración y frecuencia, y esto se debe a que la resistencia intermitente involucra todos los deportes de acciones cambiantes, sean estos realizados con pelota, individuales, de conjunto o de combate.

Para desarrollar adecuadamente este tipo de resistencia, es preciso manejar correctamente las intensidades y las pausas de los diferentes esfuerzos; por lo tanto, es importante considerar que esta debe respetar las características propias de cada deporte, ya que no es lo mismo desarrollar la resistencia intermitente en el vóley que en el fútbol.

Al referirnos a la intensidad, duración y características del deporte, queremos significar que estas deben estar en estrecha correlación con la actividad en cuestión, por lo que podría resultar contraproducente un desarrollo excesivo de la resistencia, lo cual podría alterar el rendimiento en velocidad y la fuerza explosiva. Con esto queremos decir que la resistencia debe ser desarrollada de acuerdo con las necesidades, sin llegar a un punto en el que, por un exceso en el entrenamiento de esta capacidad condicional, se vean alteradas otras.

En el momento de planificar un trabajo intermitente, debemos tener claro que por ejemplo en los deportes de equipo, un jugador durante el tiempo que demande el partido estará sometido de manera continua a diferentes tipos

de desplazamiento (trotar, picar, saltar, correr a submáxima intensidad, desplazarse con pelota y sin ella), por lo que requerirá de una fuerza importante de contracción, ejecutada a la máxima velocidad, salvo en la actividad de trote, donde el reclutamiento de fibras recae primordialmente sobre las ST. En el resto de las acciones, las protagonistas serán las fibras FT; por lo tanto, las intensidades deben ser las adecuadas para estimular fundamentalmente las capacidades oxidativa y glucolítica en este tipo de fibras.

Cuando hicimos referencia a la intensidad del esfuerzo y su adecuación, nos referimos a la carga óptima para desarrollar el máximo rendimiento. Un entrenamiento intermitente muy intenso producirá elevados niveles de lactato. Esta acidificación alterará la capacidad de contracción celular y de rendimiento de las mitocondrias, lo que producirá una menor remoción láctica y un lógico aumento de la fatiga. Por otro lado, un entrenamiento intermitente ejecutado a muy baja intensidad producirá un bajo estímulo nervioso y, como es lógico, activará las fibras ST, lo cual provocará la pérdida de velocidad y de explosividad.



Por lo tanto, debemos recalcar que el objetivo de los trabajos de resistencia intermitente predominantemente aeróbica es aumentar en las fibras FT la actividad de las enzimas oxidativas, el número, tamaño y capacidad de las mitocondrias por incremento de la remoción del H que se desprende del ácido láctico, lo cual retrasa la aparición de la fatiga.

La fuerza es una capacidad que no debemos descuidar cuando realizamos trabajos intermitentes. Una adecuada base de fuerza nos permitirá soportar mejor esfuerzos como saltos, piques y frenados, que casi siempre están incluidos en este tipo de trabajos. Existen diferentes investigaciones (Bangsbo, 1999) en las cuales, a pesar de no registrarse niveles de lactato elevados en trabajos intermitentes que pudieran indicar una merma en el rendimiento, el autor pudo observar que la fatiga sobrevenía antes en los deportistas cuyos niveles de fuerza eran menores. Esto fue indicador de que la falta de fuer-

za podía producir fatiga a nivel neuromuscular, ya que los depósitos de glucógeno permanecían aún cargados.

Los deportes de conjunto, como por ejemplo el fútbol, incluyen una gran cantidad de carreras cortas de velocidad. En este caso, los depósitos de PC proporcionan una gran cantidad de energía; la restante energía glucolítica proviene de la degradación del lactato. Por acción de los diferentes movimientos intermitentes durante el juego, los depósitos de CP registran grandes fluctuaciones.

El mismo Bangsbo (1999) observó que durante un trabajo intermitente de 8 minutos realizados en series de 10 segundos de esfuerzo por 20 segundos de pausa, a velocidad aeróbica máxima, los niveles lácticos aumentaban hasta la tercera repetición; a partir de allí, aunque se mantenía la intensidad del esfuerzo, el lactato comenzaba a disminuir, producto de la utilización de sustratos por la vía oxidativa, siempre con participación preponderante de las fibras FT.

Si bien existen discrepancias sobre si el gasto energético en el ejercicio intermitente es más alto que en el continuo, el gasto en el trabajo intermitente aumenta más aún si lo realizamos con pelota, donde es necesario ejercer un control extra en la actividad; no obstante esto, los sustratos energéticos predominantes son los hidratos de carbono y los ácidos grasos depositados dentro del músculo activo o llevado al músculo a través de la sangre. La oxidación de las proteínas puede contribuir con menos del 10% de la producción de energía total.

En cuanto a la utilización de ácidos grasos libres, se ha podido observar un aumento considerable en la concentración sanguínea luego de un partido de fútbol de primera división. Se piensa que este aumento se debe a la captación de ácidos grasos en varios tejidos y a la liberación de AG del tejido adiposo; en contraposición, en el ejercicio continuo no se observaron tales incrementos, lo que indicaría que la utilización de ácidos grasos es mayor en el ejercicio

intermitente que en el continuo. En el mismo estudio se midió el cociente respiratorio (R), cuyo valor promedio fue 0,88, lo que indica que la oxidación total corresponde en un 60% a los hidratos de carbono y en un 40% a las grasas.

Durante una actividad intermitente, se llevan a cabo un sinnúmero de acciones, tales como aceleraciones, desaceleraciones, detenciones, vueltas, carreras hacia adelante, atrás, a los costados, saltos, etc., por lo que resulta muy difícil poder realizar una medición de este tipo de trabajo en condiciones estandarizadas.

Como expresáramos antes, al existir un constante cambio de ritmo, la fuerza muscular estará directamente involucrada con los movimientos. Además, un entrenamiento adecuado de esta capacidad condicional desarrollará niveles de explosividad mucho más elevados y de manera más rápida que en el intento por desarrollarla solo mediante la práctica del deporte. Mejorar la aplicación de la fuerza aumentará la capacidad de reacción, aceleración, frenado y saltabilidad, aunque es importante en el momento de realizar un trabajo de fuerza con el objetivo de mejorar la explosividad en actividades acíclicas tener en cuenta los requerimientos de fuerza de acuerdo al tipo de deporte en cuestión, ya que por ningún concepto puede ser igual el entrenamiento de fuerza para jugadores de rugby, hockey o en luchadores.

Como conclusión final, podemos afirmar que el ejercicio intermitente es una de las actividades donde existe una mayor conjunción entre la capacidad de fuerza y resistencia. Además, para lograr un entrenamiento con los máximos beneficios, es importante controlar de manera adecuada la intensidad del esfuerzo, que nunca debe superar una intensidad superior al 10% de la máxima velocidad en condiciones predominantemente oxidativas cuando la intención es mejorar la potencia aeróbica. En cuanto a la relación pausa-descanso (densidad), será de 1:1 a 1:2 de acuerdo con el tipo de actividad por desarrollar, pero prestando mucha atención a no perder velocidad en los movimientos.

SÍNTESIS CONCEPTUAL

En el rendimiento deportivo, la fuerza cumple dos funciones básicas: por un lado, permite la correcta ejecución de la técnica y, por otro, mejora la velocidad de los movimientos.

Adecuados niveles de fuerza pueden constituir una base importante en el desarrollo de la resistencia.

Es necesario que exista diferencia entre la fuerza máxima del deportista y la fuerza requerida en condiciones competitivas (reserva de fuerza).

La fuerza explosiva depende de la fuerza inicial aplicada y la fuerza máxima alcanzada.

La carga por utilizar con el objeto de mejorar la fuerza explosiva dependerá del tipo de deporte que se entrene.

Al programar trabajos con carga a gran velocidad de movimientos, es fundamental evitar la lentificación de estos.

BIBLIOGRAFÍA

- Bangsbo J. La fisiología en el fútbol. Buenos Aires: Lycos, 1999.
- García Verdugo M. Resistencia y entrenamiento, una metodología práctica. Barcelona: Paidotribo, 2007.
- González Badillo J, Rivas Serna J. Programación del entrenamiento de la fuerza. Madrid: Inde, 2002.
- González Badillo J y Gorostiaga Ayestarán E. Metodología del entrenamiento para el desarrollo de la fuerza. Máster universitario en alto rendimiento deportivo. COE. UAM, 2002.
- McBride JM, Blow D, Kirby TJ, Haines TL, Dayne AM & Triplett NT. Relationship between maximal squat strength and five, ten, and forty yard sprint times. J Strength Cond Res 2009; 23(6):1633-1636.
- Navarro Valdivielso F y Verdugo Delmas M. Programación del entrenamiento de la resistencia. Máster universitario en alto rendimiento deportivo. COE. UAM, 2003.
- Navarro Valdivielso F y Verdugo Delmas M. Programación del entrenamiento de la resistencia. Máster universitario en alto rendimiento deportivo. COE. UAM, 2009.

INTERRELACIÓN EN EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA Y RESISTENCIA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONSIDERACIONES PARA TENER EN CUENTA

FUERZA, RESISTENCIA Y ACTIVACIÓN MUSCULAR

Efecto de la fuerza sobre la resistencia

ENTRENAMIENTO DE FUERZA

Pausas de recuperación y su relación con la resistencia

Diferentes ejercicios y su aplicación al deporte

Diferentes ejercicios y la utilización de fibras

Curva fuerza-tiempo y su relación con la velocidad y la resistencia

ORIENTACIÓN DE LAS DIFERENTES SESIONES DE ENTRENAMIENTO SEGÚN LA CARGA UTILIZADA

Sesiones de entrenamiento con cargas máximas

Efectos de la misma carga pero con otro ejercicio

Sesiones de entrenamiento con cargas muy altas

SESIONES DE ENTRENAMIENTO CON CARGAS MUY ALTAS CON MÁXIMO O CASI MÁXIMO

NÚMERO DE REPETICIONES POR SERIES

Sesiones de entrenamiento con cargas altas

Sesiones de entrenamiento con cargas altas con máximo o casi máximo número de repeticiones por series

Sesiones de entrenamiento con cargas medias

Sesiones de entrenamiento con contraste

BREVE DESCRIPCIÓN SOBRE LOS TRABAJOS PLIOMÉTRICOS

ENTRENAMIENTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE RESISTENCIA

Duración del trabajo

Resistencia de base

Principales métodos de entrenamiento de la resistencia

ENTRENAMIENTO INTERMITENTE

Intermitente máximo

Intermitente submáximo

TRABAJO CONTINUO VS. INTERMITENTE

DIFERENTES ACTIVIDADES Y SU RELACIÓN CON LA FATIGA

APLICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO INTERMITENTE EN LOS EJERCICIOS DE SOBRECARGA Y SALTOS

Trabajo intermitente con predominio de la velocidad
Trabajo intermitente con predominio de la fuerza
Trabajo intermitente de fuerza y velocidad

INTERMITENTE PARA LA CALIDAD DE VIDA

CONSIDERACIONES AL MOMENTO DE PLANIFICAR LOS ENTRENAMIENTOS DE FUERZA Y RESISTENCIA

Actividades de resistencia de larga duración
Deportes de fuerza y resistencia
Deportes acíclicos

SÍNTESIS CONCEPTUAL

CONSIDERACIONES PARA TENER EN CUENTA

Si es nuestra intención obtener el máximo desarrollo y de manera simultánea, tanto en fuerza máxima como en resistencia de larga duración, nos encontraremos que ambas capacidades son incompatibles. La diferencia más notoria entre estos trabajos se manifiesta en el tipo de fibras por utilizar, ya que en el entrenamiento de fuerza emplearemos predominantemente fibras de contracción rápida (FT), mientras que en el entrenamiento de resistencia de larga duración se reclutarán de manera dominante las fibras lentas (ST). Esto trae aparejado una disminución de la velocidad y la frecuencia del estímulo nervioso, además de cambios enzimáticos. Dichos cambios están simplificados en el [cuadro 3-1](#).

En caso de realizar un entrenamiento tipo culturista, se debe tener en cuenta la necesidad de agregar a las interferencias planteadas en el [cuadro 3-1](#) algunos factores importantes, como la acumulación láctica.

Con esta presentación, el lector puede suponer que debemos desechar el entrenamiento simultáneo de fuerza y resistencia, pero en realidad, si sabemos combinar de manera eficiente el entrenamiento de ambas capacidades, podremos obtener grandes beneficios que se traducirán en una mejora del rendimiento.



Por ejemplo, si consideramos un esprint de 20 metros, donde la explosividad de movimientos es fundamental y el componente fuerza en la unidad de tiempo es muy grande, la utilización de fibras corresponderá a las rápidas (FT). Por el

otro lado, si observamos una maratón, donde los movimientos son lentos y el componente fuerza en la unidad de tiempo es bajo, la utilización de fibras corresponderá a las ST. A simple vista, nos damos cuenta de que la intensidad, la velocidad y la utilización de fibras entre una y otra actividad es totalmente diferente; pero de todas formas, estas dos actividades diametralmente opuestas tienen algo en común: tanto en el pique explosivo de 20 metros como en el largo tiempo que dura una maratón, inexorablemente llegará primero aquel atleta que más fuerza haya podido aplicar contra el piso en la unidad de tiempo por encima de su peso corporal. Por esta razón, podemos afirmar que el entrenamiento sin sentido de la resistencia puede alterar los movimientos explosivos, pero el entrenamiento de fuerza que esté bien dirigido no perjudicará el rendimiento en resistencia sino que producirá grandes beneficios.

Con lo anteriormente expuesto no queremos afirmar que si realizamos un entrenamiento de resistencia (en el caso de necesitarlo), junto con el de fuerza, esta capacidad condicional se verá afectada, pero si el entrenamiento de resistencia se lleva a cabo buscando objetivos que no se relacionen con los buscados en el entrenamiento de fuerza, por ejemplo la explosividad de movimientos, es muy probable que el desarrollo de fuerza y explosividad se vea alterado.

Si bien, como expresamos en el Capítulo 2, el aumento de fuerza máxima disminuye la resistencia relativa, por ejemplo si un deportista realiza 1RM con 200 kg, es muy probable que con su 50%, esto es 100 kg, realice menos repe-

ticiones que otro cuya 1RM sea de 100 kg y su 50% equivalga a 50 kg. En este caso, la resistencia relativa ha disminuido, pero en realidad son muy pocas las veces que en la vida diaria o el deporte de competición en las cuales nos enfrentamos a vencer una carga relativa. La gran mayoría de las veces tenemos que vencer una carga absoluta; en este caso, cuanto más fuerza tengamos, la carga absoluta representará un porcentaje menor de la fuerza máxima que el sujeto es capaz de desarrollar. Por lo tanto, con este porcentaje menor y entrenado de manera adecuada, podrá realizar más repeticiones e imprimirle más velocidad, lo que permitirá obtener una mayor economía de esfuerzo.

FUERZA, RESISTENCIA Y ACTIVACIÓN MUSCULAR

El entrenamiento de fuerza no tiene ningún efecto sobre el $VO_{2\text{máx}}$, pero los atletas más fuertes se ven sometidos a una menor tensión muscular, lo cual trae aparejado, como es lógico, una menor activación muscular (al haber fibras más fuertes, estas se reclutan en menor cantidad para producir una tensión determinada) y permite mantener un mayor flujo sanguíneo durante el tiempo que dura la contracción. Este mayor flujo posibilita que se produzca un mayor intercambio de nutrientes y, en consecuencia, se reduzcan las limitaciones de oxigenación muscular.

Al ser las unidades motoras más fuertes y utilizarse en menor cantidad, se creará una reserva de unidades motoras que estarán disponibles para ser usadas cuando las que se encuentran

trabajando estén fatigadas, lo que permitirá realizar un trabajo adicional y aumentará con esto los niveles de resistencia.

Es muy importante destacar que el entrenamiento simultáneo de fuerza y resistencia debe ser realizado sobre el mismo tipo de fibras; por ejemplo, si entrenamos un deporte de resistencia intermitente como el básquet, tanto la capacidad de fuerza como resistencia deben estar orientadas al reclutamiento de fibras rápidas, ya que de nada serviría orientar en el gimnasio un trabajo explosivo y luego realizar resistencia de larga duración, en la cual el reclutamiento de fibras se orientaría a las ST. En el caso inverso, no ocurriría lo mismo en deportes de larga duración, ya que si bien el reclutamiento de fibras cae sobre las ST, es muy útil realizar ciertos trabajos explosivos que permitan en determinados momentos realizar de manera exitosa cambios de ritmo, en cuyo caso las fibras involucradas son las FT. Sin embargo, en deportes de resistencia de larga duración el aumento de fuerza de las fibras ST debe ser buscado de manera tal que pueda realizarse a una buena velocidad a fin de no limitar la rapidez de movimientos.

Efecto de la fuerza sobre la resistencia

Como indicamos anteriormente, la resistencia depende de estos cuatro factores:

- Economía de movimientos
- Consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$)
- Umbral del lactato
- Producción y remoción láctica

CUADRO 3-1. ADAPTACIONES MUSCULARES EN EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA (ORIENTADO A LA HIPERTROFIA) Y EL ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA DE LARGA DURACIÓN (DE GONZÁLEZ BADILLO, 2002)

Resistencia de larga duración	Fuerza
Aumenta el número de mitocondrias Aumenta el número de capilares Aumenta actividad de enzimas oxidativas Transformación de fibras tipo II en tipo I Aumento de tamaño, fibras ST Disminución de la capacidad contráctil Disminución, velocidad máx. de acortamiento	Aumento de síntesis proteica El número de mitocondrias y capilares se mantiene estable Disminución de la densidad capilar y mitocondrial Disminución de la actividad de las enzimas oxidativas

Por todo lo expuesto, la fuerza ejercería una gran influencia sobre la economía de movimientos, prácticamente no tendría efecto sobre el VO_{2max} y tendría un gran impacto sobre el umbral del lactato y sobre su producción y remoción. En este caso, la correcta utilización de los tiempos de trabajo y descanso, así como una adecuada frecuencia de movimientos, resultaría fundamental. Posteriormente, analizaremos de manera detallada este tipo de trabajo.



Como conclusión, podemos afirmar que el entrenamiento de fuerza puede mejorar la resistencia. Además, es útil aclarar que la fuerza que podamos desarrollar tendrá un efecto mayor en actividades de resistencia de muy alta y alta intensidad, por ejemplo en los deportes de equipo y combate, en los de resistencia de mediana duración, como el remo y el canotaje, donde además de resistir un esfuerzo sostenido con grandes acumulaciones lácticas se debe aplicar un alto contenido de fuerza a estos esfuerzos.

No debemos descuidar el entrenamiento de fuerza en actividades de resistencia de larga duración y baja intensidad, donde es preciso aplicar un bajo contenido de fuerza en esfuerzos repetidos pero que deberán tener un componente de velocidad que se relacione con la duración del esfuerzo.

Fuerza y resistencia de alta intensidad

Según Glaister y cols. (2000), existe una fuerte relación entre el desarrollo de la fuerza máxima y la resistencia de muy alta y alta intensidad. En este caso, las actividades objeto de estudio fueron la natación y el ciclismo de velocidad.

Creemos que es importante aclarar que no solo el aumento de la fuerza máxima tiene incidencia sobre la resistencia, sino que el desarrollo completo de diferentes períodos de entrenamiento, con distintos volúmenes e intensidades, son los que realmente ejercerán efecto. Esta adecuada relación entre los componentes de la car-

ga de entrenamiento es lo que tendrá un gran efecto sobre la resistencia, más que un entrenamiento de fuerza que conste de muy poco volumen e intensidades constantes.

Fuerza y resistencia de baja intensidad

El entrenamiento de fuerza, orientado a los deportes de resistencia de larga duración, ejercerá influencia, como dijimos anteriormente, sobre las fibras FT. Este entrenamiento correctamente planificado tendrá impacto sobre la capacidad y la potencia anaeróbicas, condición que separa el rendimiento obtenido en atletas con VO_{2max} similares. Diversos estudios (Tanaka y cols., 1993) indican que existe una fuerte relación entre la capacidad anaeróbica, la fuerza y el rendimiento en diferentes actividades, como por ejemplo carrera a través del campo y ciclismo de ruta.

Es importante considerar que el entrenamiento de fuerza en deportes de resistencia de larga duración permite desarrollar una mayor potencia en períodos cortos de trabajo, lo que trae aparejado una menor pérdida de velocidad en el entrenamiento de resistencia.

Al planificar de manera conjunta el entrenamiento de fuerza con el de resistencia, debemos considerar que no se obtendrán grandes beneficios si al gran volumen de entrenamiento orientado a mejorar la resistencia se le agrega además el entrenamiento destinado a mejorar la fuerza. En este caso, los mejores resultados han podido observarse en entrenamientos que suprimieron pequeños porcentajes cuyo objetivo estaba orientado a la mejora de la resistencia para destinar ese espacio al entrenamiento de fuerza. En conclusión, esto es mantener el mismo volumen de trabajo global, pero destinando una parte a la mejora de la resistencia y otra a mejorar la fuerza.

Hasta el momento, no existen estudios que puedan certificar que las ganancias de fuerza y resistencia se observan de manera simultánea. Las ganancias de fuerza se adelantan antes de ser transferibles a las actividades de resistencia, cuestión que debe considerarse al momento de realizar la correspondiente planificación.

ENTRENAMIENTO DE FUERZA

Pausas de recuperación y su relación con la resistencia

Muchas veces se tiene la creencia de que los entrenamientos orientados al desarrollo de la fuerza máxima y la explosividad de movimientos, si se realizan con cortas pausas de recuperación entre series, ejercerán un efecto mayor sobre la resistencia que los realizados con pausas recuperadoras.

En realidad, esto no es así; si la pausa es corta, las fibras que se recuperarán primero, como es lógico pensar, son las ST. Por consiguiente, al realizar la próxima serie, las fibras que actuarán primero serán las lentas, ya que las rápidas todavía no estarán recuperadas. Por lo tanto, habremos ejercido efecto sobre las fibras lentas, ya que las rápidas no estarán recuperadas, y esto traerá aparejado una pérdida en la velocidad y la calidad del movimiento. Hasta el momento, no existen estudios que puedan demostrar que pausas incompletas ejerzan un mayor efecto sobre la resistencia. Lo cierto es que entrenamientos con adecuadas pausas, por ejemplo para el desarrollo de la fuerza explosiva y máxima, realizados con pausas recuperadoras ejercen un gran efecto sobre la capacidad de resistencia, ya que fibras más fuertes soportarán esfuerzos submáximos una mayor cantidad de veces que fibras más débiles. Esto no significa que debemos desechar, por ejemplo, los entrenamientos en circuitos, pero pretender tener un efecto significativo sobre la resistencia utilizando solamente esta metodología puede conducirnos a un error.



Entrenamientos en circuitos organizados de manera deficiente (en cuanto a número de repeticiones y tipo de ejercicios) atentarán contra su intensidad y repercutirán en la velocidad. Por eso es fundamental que el profesional a cargo de la planificación del entrenamiento sea lo suficientemente experimentado como para realizar de una manera inequívoca circuitos que puedan ser realizados a gran velocidad.

Diferentes ejercicios y su aplicación al deporte

En el deporte actual, la especificidad del entrenamiento juega un papel preponderante, pero al realizar un trabajo de fuerza, es lógico pensar que se utilizarán ejercicios distintos de los de competencia. Por ejemplo en el fútbol o en el hockey, se supone que en los trabajos de fuerza se utilizarán ejercicios como la sentadilla, que son completamente distintos de los que pueden usarse para desarrollar la resistencia en los esprinters de velocidad. Pero de acuerdo con la estructura dada al entrenamiento, estos ejercicios producirán adaptaciones que repercutirán sobre el entrenamiento específico de la resistencia. De esta forma, ejercicios bien dosificados y combinados, como las sentadillas, el arranque o las cargadas colgado a media flexión en combinación con distintos tipos de saltos o piques, producirán efectos que pueden ser aplicados a la resistencia intermitente.



Consideramos importante recalcar que solo ejercicios que sean adecuadamente interrelacionados producirán efectos positivos en la interacción del entrenamiento de fuerza y resistencia.

Diferentes ejercicios y la utilización de fibras

Durante años, se ha sostenido que la utilización de cargas bajas en un ejercicio determinado producía en primer lugar el reclutamiento de fibras lentas para luego, a medida que aumentaba el número de repeticiones, comenzar a reclutarse las fibras rápidas. En la actualidad, se sabe que esto no es tan rígido como parecía.

En primer lugar, debemos tener en cuenta el tipo de ejercicio: si es explosivo o no, esto determinará de manera inequívoca el comportamiento y el reclutamiento fibrilares.

En los ejercicios explosivos, como el arranque o las cargadas, que son ejecutados a gran velocidad, esta velocidad de ejecución resulta fundamental. Tan importante es esto que determinará que el ejercicio pueda realizarse o no (tener en cuenta que en el caso del arranque o las cargadas, realizados ambos de forma completa o simplificada, son imposibles de realizar si no se le

imprime una adecuada velocidad), algo que no ocurre con la sentadilla, la fuerza en banco o el remo acostado, ejercicios que sí pueden realizarse aunque la velocidad de trabajo sea muy baja.

Si tomamos por separado cada uno de estos ejercicios, podemos observar que en el arranque primero y luego en las cargadas es donde se produce la potencia máxima a un mayor porcentaje de cargas; por ejemplo, la máxima potencia desarrollada en el ejercicio de arranque se produce con una carga próxima al 90% de 1RM (González Badillo, 2002), mientras que en las cargadas la máxima potencia se produce con porcentajes cercanos al 85% (entiéndase por potencia máxima la óptima relación entre una carga determinada y la velocidad con que esta carga es desplazada: $F \times V$).

No ocurre lo mismo en el caso de las sentadillas, donde la potencia máxima se alcanza con porcentajes y velocidades más bajas que en los dos ejercicios nombrados anteriormente. En las sentadillas, la potencia máxima se alcanza con cargas que rondan el 65% de la máxima. En el caso de los ejercicios de fuerza en banco y remo acostado, mucho más lentos que los anteriores, la máxima potencia se obtiene con porcentajes cercanos al 60% (González Badillo, 2002).

Esta enorme diferencia en la velocidad de ejecución entre los ejercicios citados produce un comportamiento totalmente distinto en el reclutamiento de las diferentes fibras musculares con diversos porcentajes de carga y distintas velocidades de ejecución.

Si consideramos los ejercicios de sentadillas, fuerza en banco y remo acostado, es fácil deducir que con cargas bajas podremos controlar su velocidad de ejecución. Con esto queremos decir que con cargas por debajo del 90% y con un número de repeticiones que no sea el máximo tendremos la posibilidad de decidir si los ejecutamos a velocidad máxima o no. Por ejemplo, si en los ejercicios de fuerza en banco trabajamos con una carga del 70% y no buscamos imprimir la máxima velocidad, es decir que de manera voluntaria no se intenta realizar el ejercicio a la máxima potencia que un determinado sujeto es capaz de desarrollar el esfuerzo, por supuesto

se transformará en submáximo; por lo tanto, al principio se reclutarán las fibras lentas, ya que la fuerza ejercida es baja respecto de la capacidad individual del ejecutante y luego, si el número de repeticiones continúa, las fibras lentas, al estar fatigadas, darán lugar a las rápidas. En este caso, es necesaria una gran cantidad de repeticiones para que las fibras rápidas entren en acción, lo cual resultaría totalmente antieconómico.

Si, por ejemplo, analizamos el ejercicio de arranque o los saltos, nos podemos dar cuenta de manera simple, por la misma estructura de movimiento, de que estos ejercicios presentan, y no es posible poder controlar fácilmente, la velocidad del movimiento. En caso de poder ser controlada, esto sería posible en el arranque y si se realiza con cargas muy bajas, pero lo cierto es que en los ejercicios explosivos resulta casi imposible poder regular la velocidad. Por consiguiente, se intentará imprimir la máxima velocidad a cada repetición de movimiento, lo que se transforma automáticamente en un movimiento en el que se trata de alcanzar, en cada repetición, la máxima potencia que puede desarrollarse. En este caso, las fibras que se reclutarán primero serán las fibras rápidas, junto con algunas lentas. A medida que las repeticiones sigan a través del tiempo, la utilización de fibras lentas irá en aumento. En el caso del arranque, esta utilización será menor, ya que una pérdida acentuada de velocidad impedirá realizar el ejercicio, pero sí se podrá continuar con la realización de saltos a costa de las fibras lentas, aunque repercutirá notoriamente en la calidad del movimiento.

Por esta razón es que consideramos fundamental imprimir la máxima velocidad posible en cada repetición, independientemente del ejercicio, pero teniendo en cuenta que las series no deben ser realizadas con una cantidad de repeticiones que produzcan una notoria lentificación en los diferentes movimientos, es decir que no es aconsejable, cuando se busca velocidad de movimientos, realizar un número de repeticiones tal que se vea notoriamente afectada la velocidad de ejecución.

A modo de ejemplo, damos una idea de la forma en que se pueden reclutar las fibras, de acuerdo con la velocidad y los porcentajes de carga que se realicen con los diferentes ejercicios.



Reclutamiento fibrilar con cargas de aproximadamente el 65% sin que la velocidad del movimiento, por voluntad del sujeto, llegue a ser la máxima.

En el ejercicio de fuerza en banco: en el presente ejemplo, al comenzar la serie, primeramente entrarían en acción las fibras ST, ya que el esfuerzo realizado es bajo. Luego, a medida que transcurren las repeticiones y el esfuerzo aumenta, comienzan a tener acción las fibras FT, aunque es importante destacar que debe ser ejecutado un número bastante alto de repeticiones antes de que el reclutamiento de las fibras FT sea importante.

Arranque: por la tipología de este ejercicio, es muy difícil poder controlar la velocidad de ejecución, y por lo general se realiza a la máxima velocidad que pueda ejecutarse.

De esta manera, es necesario producir una mayor tensión desde el inicio de las repeticiones y, así, reclutar una mayor cantidad de fibras FT respecto de las ST. Por la estructura del ejercicio, al requerir de una mayor coordinación y velocidad, se realiza una menor cantidad de repeticiones con un porcentaje dado que en el ejercicio de fuerza en banco.

Reclutamiento fibrilar con cargas de aproximadamente el 65% realizando a la máxima velocidad cada una de las repeticiones.

Fuerza en banco plano

En este caso, al ser las repeticiones realizadas a máxima velocidad, se harán algunas repeticiones menos que en el caso anterior, ya que las fibras se agotarán más rápido. Pero a diferencia del ejemplo anterior de este mismo ejercicio, en este caso, al comenzar con las primeras repeticiones, se reclutarán mayoritariamente las fibras FT. A medida que transcurre el número de repeticiones y producto del cansancio de las FT, se reclutarán de manera creciente fibras ST, con una notoria pérdida de velocidad.

Arranque

En este ejercicio, al imprimirse una velocidad mucho mayor y generar una gran tensión a velocidad máxima, hay un mayor reclutamiento de fibras FT, pero si intentáramos realizar el máximo número de repeticiones posibles, el reclutamiento de fibras ST iría en aumento. Pero

antes de que aparezca una muy notoria pérdida de velocidad, por la misma estructura de movimiento, resultará imposible seguir con la serie.

Reclutamiento fibrilar con cargas del 90%, a máxima velocidad de movimiento.

Fuerza en banco: primero se reclutarán casi todas las fibras, al agotarse las rápidas, prácticamente serían las lentas las encargadas de realizar el esfuerzo, aunque les costaría mucho poder seguir, ya que el esfuerzo es alto y la pérdida de velocidad notoria, que puede llegar a ser tan baja como de 20 cm por segundo.

Arranque: al ser muy veloz, solamente podrían llegar a realizarse muy pocas repeticiones y se utilizarían fibras rápidas. Por supuesto que las fibras lentas se reclutan, pero no podría realizarse este ejercicio a costa de un reclutamiento predominante de fibras ST.

Curva fuerza-tiempo y su relación con la velocidad y la resistencia

Al analizar cualquier movimiento en la actividad que se trate, sea esta un deporte explosivo de una sola manifestación, donde la resistencia no tiene incidencia directa en la competición, o una actividad donde la explosividad y la resistencia a esta explosividad de movimientos van conjugadas, como por ejemplo el fútbol o el básquet, donde se repiten diferentes acciones que requieren gran velocidad de movimientos que, al repetirse, por supuesto necesitan un desarrollo elevado de resistencia o, en su defecto, deportes como el remo o el canotaje, donde se necesita emplear un gran nivel de fuerza durante un tiempo determinado, o, como ejemplo contrario a toda acción rápida, tal el caso de la maratón, nos encontramos con una situación común a toda las actividades nombradas: mejorar la curva de fuerza-tiempo, es decir, aplicar la mayor fuerza posible en la unidad de tiempo (fig. 3-1).

Si comparamos la línea A con la B, podemos observar que el atleta al que le corresponde la línea A puede desarrollar más fuerza en el mismo tiempo que el B. En la gran mayoría de los movimientos, no se dispone de mucho tiempo para desarrollar un determinado nivel de fuerza; por

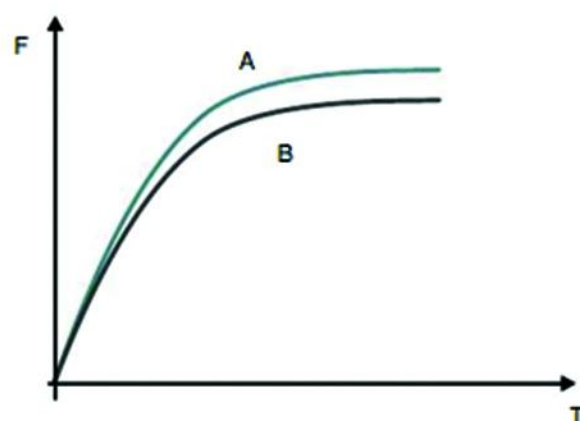


FIG. 3-1. Curva fuerza-tiempo y su relación con la velocidad y la resistencia.

lo tanto, el deportista que pueda imprimir más fuerza en la unidad de tiempo será el más veloz, o el que alcance una mayor distancia en un salto o el que lance una pelota u objeto a mayor distancia y velocidad. De esta forma, mejorando la curva fuerza-tiempo y transfiriendo esta mejora al movimiento deportivo en cuestión, nuestro atleta ganará en velocidad y explosividad. En el caso de movimientos repetidos a través del tiempo, como por ejemplo una carrera, se debe implementar un entrenamiento específico que permita aplicar la mayor fuerza posible en la unidad de tiempo durante el lapso que dure la actividad. En el caso de movimientos cíclicos, debe lograrse que cada movimiento que se repite a lo largo de la competencia pueda ser ejecutado con la mayor fuerza posible en la unidad de tiempo, lo que permitirá que nuestro atleta sea el más rápido.



A partir de lo expuesto, debemos tener en cuenta qué parte de la curva fuerza-tiempo nos interesa mejorar, pero es importante resaltar que la mejora de cualquier zona de esta, o sea, parte baja, media o alta, se sustenta en la fuerza máxima, esto es, en su parte más alta.

Lo que se pretende dejar en claro es que el trabajo con cargas bajas realizado a gran velocidad y llevado a cabo en un primer momento con ejercicios que puedan aplicarse a la activi-

dad competitiva nos podrá servir para mejorar la parte baja de la curva, pero no será posible mantener este beneficio a través del tiempo si la parte alta de esta curva no mejora (fig. 3-2).

Fuerza explosiva

Como expresáramos en párrafos anteriores, en el entrenamiento deportivo necesitamos desarrollar la mayor cantidad de fuerza en la unidad de tiempo, pero no debemos pensar que la fuerza explosiva se manifiesta solamente con cargas bajas a la máxima velocidad. Si bien es cierto que esto es lo que puede ocurrir en la mayoría de los deportes, nosotros podemos aplicar la mayor fuerza posible durante un tiempo dado. Con esto queremos decir que, aunque no exista movimiento, es posible aplicar gran fuerza en la unidad de tiempo, por ejemplo un *scrum* de rugby. En este caso, prácticamente no hay movimiento, pero si durante ese tiempo intentamos aplicar la mayor fuerza posible en el menor tiempo, habremos estado desarrollando la fuerza explosiva, aunque en la parte más alta de la curva. Por lo tanto, la mejora de la fuerza explosiva se relaciona con la intención de aplicar la mayor fuerza posible en la unidad de tiempo.

El uso de grandes cargas incrementará la velocidad por el aumento de fuerza máxima. El entrenamiento con cargas intermedias o bajas también aumentará la velocidad, pero en este caso como consecuencia de una mayor activación neural, aunque también las grandes cargas mejoran esta activación. Pero para obtener un mayor resultado en la mejora de la explosividad

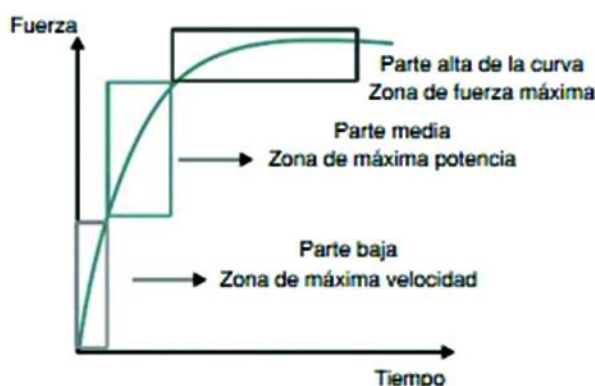


FIG. 3-2. Diferentes zonas de la curva fuerza-tiempo.

de movimientos, es necesaria la utilización variada de cargas.

Si bien es conveniente realizar el entrenamiento de la fuerza explosiva con una gran gama de cargas, desde las más altas hasta las más bajas, también lo es efectuar la mejora de los movimientos explosivos con cargas que permitan desarrollar velocidades próximas a las de competición. Con esto queremos decir que si se entrena la fuerza explosiva con grandes cargas, como único método de entrenamiento, durante un tiempo prolongado, el efecto sobre cargas ligeras (parte baja de la curva fuerza-tiempo) será bajo o nulo.

Existen ciertos volúmenes de carga, determinada duración del entrenamiento a través del tiempo, que mejoran sustancialmente la velocidad de movimientos con cargas bajas, pero si por ejemplo realizamos sesiones de entrenamiento muy voluminosas, con un carácter de esfuerzo máximo, es decir que las repeticiones realizadas en una serie sean igual a las realizables durante un período importante dentro de la planificación, esta velocidad se verá afectada. Siff y cols. (2000) citan estudios realizados por Filinov (1998) que demuestran que entrenamientos exclusivos con cargas altas durante largos períodos disminuyen la potencia de los golpes de los boxeadores, mientras que Denisikin (2000) obtuvo resultados similares pero en saltadores.



Por lo tanto, un entrenamiento que no tenga un volumen excesivo, bien dosificado y con desarrollo de la curva fuerza-tiempo en todo su espectro será el que obtendrá mayores beneficios.

Potencia máxima y específica

Durante el entrenamiento con sobrecarga, deberíamos considerar el porcentaje con que se alcanza la máxima potencia en los diferentes ejercicios y, por supuesto, la posibilidad de que puedan tener los ejercicios utilizados de aplicar dicha potencia a la acción competitiva para ejercer un efecto positivo sobre el desarrollo de la potencia específica, por lo que resultaría fundamental la elección correcta de ejercicios

y su aplicación a la acción competitiva. Entre estos ejercicios se encuentran los multiarticulares, que generan valores altos de potencia; tal es el caso de las sentadillas, los saltos, las cargadas y sus variables, los arranques y sus variables, además de *press* de banca, remo acostado y lanzamientos.

Por esta razón es que creemos necesaria la utilización de estos diferentes ejercicios con cargas que puedan desarrollar la potencia máxima, aunque el uso exclusivo de estas cargas no es tan efectivo como la combinación de cargas mayores, donde se aumenta la fuerza empleada, y con cargas menores, donde aumenta la velocidad, aunque en ambos casos la potencia expresada sea menor a la máxima.

El desarrollo de la potencia máxima en el entrenamiento debe ser luego adaptado a la potencia específica. Si esto no se cumple, el entrenamiento realizado ha carecido de sentido. En este caso, como observación de la mejora en la potencia máxima, tenemos el aumento en la carga y en la velocidad de ejercicios que consideremos aplicables a una actividad dada, y en el caso de la potencia específica, podremos confirmar el aumento de esta con la mejora del rendimiento deportivo, pero debemos tener en cuenta que en muchos casos mejorará primero la potencia máxima que la específica. Esto se debe al tiempo que se puede tardar en realizar una adecuada aplicación de esta potencia a la actividad dada.



Es importante recalcar que la mejora de la potencia debe buscarse por un mejoramiento de la velocidad de movimientos (cargas bajas) y, por supuesto, de la fuerza (cargas altas). Debemos tener presente que el aumento de fuerza tiene un papel importante en toda fase concéntrica, precedida de una excéntrica, por ejemplo, los saltos.

De los dos componentes de la potencia, fuerza y velocidad, es fácil deducir que el que presenta una mayor posibilidad de mejora es el aumento de fuerza. Por esta razón, al entrenar con porcentajes mayores a los correspondientes a la máxima potencia, se obtiene un efecto superior sobre toda la curva fuerza-tiempo que con

entrenamientos con cargas menores, aunque como dijimos anteriormente, una combinación artesanal en todo el espectro de esta curva es lo que producirá los mejores resultados, ya que el aumento de la potencia ocurrirá por un incremento de la fuerza aplicada a una determinada velocidad.

Al mejorar la máxima potencia, se mejorará la fuerza ejercida ante cargas que no son la máxima que el deportista pueda ejecutar. Por lo tanto, habrá mejorado la capacidad de ejercer fuerza con un porcentaje menor a su fuerza máxima. En este caso, puede ser que esta no haya mejorado, pero esta mejora en la potencia aplicada no podrá seguir sosteniéndose en el tiempo si los niveles de fuerza máxima no se superan. Es por esta razón que se obtienen elevados resultados si se disponen entrenamientos orientados de manera integral a la mejora de la fuerza máxima, la explosiva, la potencia máxima y la velocidad que si se entrenan por separado cada una de estas capacidades.

En muchos deportes, es necesario tener un adecuado nivel de resistencia que permita mantener en el tiempo las capacidades expresadas anteriormente, pero la capacidad de resistencia (salvo que se trate de un deporte de resistencia de larga duración, donde la aplicación de fuerza es muy baja y la resistencia tendrá una supremacía mucho mayor) se podrá ganar en el entrenamiento específico. Esto será así en el caso de deportes colectivos y deportes cíclicos de resistencia de corta y media duración mediante el uso de una metodología que no se interponga en el desarrollo de la explosividad de movimientos. El entrenamiento realizado en condiciones no específicas, pero con ejercicios que ofrezcan cierta aplicabilidad, nos permitirá aumentar la resistencia ante movimientos explosivos.

ORIENTACIÓN DE LAS DIFERENTES SESIONES DE ENTRENAMIENTO SEGÚN LA CARGA UTILIZADA

Sesiones de entrenamiento con cargas máximas

Por ejemplo, si analizamos el ejercicio de sentadillas con la siguiente secuencia:

60/6 70/6 80/4 **90/2 x 2** 95/1 100/1 x 2

donde 90 es el porcentaje utilizado, /2 es el número de repeticiones realizadas en una serie y x2 es la cantidad de series realizadas, el trabajo consistirá en 1 serie de 6 repeticiones con el 60% de 1RM, 1 serie de 6 repeticiones con el 70%, una serie de 4 repeticiones con el 80%, 2 series de 2 repeticiones con el 90%, 1 serie de 1 repetición con el 95% para finalizar con 2 series de 1 repetición cada una con el 100%, es decir, 1RM.

Características:

Se intenta realizar todas las repeticiones a la máxima velocidad posible.

Este tipo de trabajo tiene un efecto importante sobre los factores nerviosos, ya que mejora la coordinación intramuscular y ejerce un gran efecto sobre la fuerza máxima. En este caso, podemos decir que la sesión de entrenamiento fue de fuerza máxima.

Al ser un trabajo con porcentajes máximos, ejerce influencia y disminuye los factores de inhibición del SNC.

Actúa mejorando la fuerza explosiva ante cargas altas (parte elevada de la curva fuerza-tiempo) (fig. 3-3).

El número de repeticiones por serie no es máximo con el 60, 70, 80 y 90%. En los tres primeros, hay una gran cantidad de repeticiones sin hacer, lo que permite aplicar una gran velocidad de movimientos. En el caso de las series realizadas con el 90%, si bien las repeticiones no son máximas (dependiendo del deporte, esta serie podría llegar a realizarse con 3 o como máximo 4 repeticiones si el carácter de esfuerzo fuera el máximo), las repeticiones "sobrantes" son pocas, 1 o en su defecto 2, que si bien permite aplicar una buena velocidad de movimientos, nunca es tan alta como con cargas menores. En el caso de los porcentajes con el 95 y 100%, el carácter de esfuerzo es máximo.

En nuestro ejemplo, es posible observar que con el 60 y el 70% solamente se han realizado series introductorias, que sirven como entrada en calor. Si bien la serie realizada con el 80% puede ejercer cierto efecto, las series con el 90, 95 y el 100% son el eje central de nuestro trabajo, y en este caso el efecto ejercido será el siguiente:

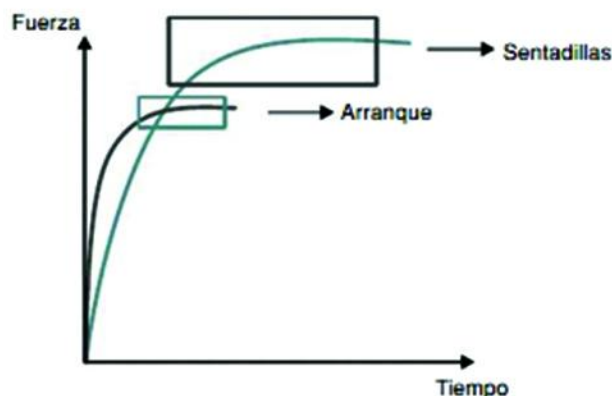


FIG. 3-3. Comparación de los efectos sobre la curva fuerza-tiempo en los ejercicios de sentadilla y arranque con cargas del 95 y 100%.



Respecto de la utilización de fibras, en las series con el 60, 70, 80% se produce reclutamiento de fibras rápidas (siempre que se intente imprimir la máxima velocidad posible) con poca utilización de fibras ST, ya que las repeticiones son muy pocas. En las series con el 90, 95 y 100% se produce un aumento en el reclutamiento, no solo de fibras FT, sino también de ST, ya que al elevar un peso mayor la sincronización de fibras debe ser mayor.

Antes de realizar este tipo de trabajo, conviene analizar la necesidad de fuerza del deporte y si realmente se justifica este tipo de intensidades (no utilizarlos con principiantes), ya no debe ser usado como único método de entrenamiento.

Efectos de la misma carga pero con otro ejercicio

Si en lugar de la sentadilla realizáramos un trabajo con la misma carga pero en el ejercicio de arranque o algunas de sus variables, el efecto general sería casi el mismo, pero por supuesto, en este caso la velocidad de cada repetición sería mucho mayor (estamos hablando del ejercicio que desarrolla una gran velocidad ante cargas altas). En estas circunstancias, las series con 6 repeticiones serían muy desgastantes, lo que produciría al final de cada serie una participación mayor de fibras ST, con una notable pér-

dida de velocidad consecuente. En el caso de las cargas con 90, 95 y 100%, al realizarse a una velocidad mayor, requeriría de un reclutamiento de fibras FT también mayor, además de un cierto reclutamiento de fibras ST, ya que estas no tendrían de tiempo para ello.

Si bien este trabajo produciría un efecto importante, al igual que la sentadilla, sobre la fuerza explosiva en la parte alta de la curva fuerza-tiempo, en este caso la producción de fuerza se realiza en un tiempo menor (fig. 3-3).

Sesiones de entrenamiento con cargas muy altas

Continuamos con el ejercicio de sentadillas, pero con la siguiente secuencia:

60/6 70/6 80/4 85/3 × 2 90/2 × 2

Características:

Se intenta realizar todas las repeticiones a la máxima velocidad posible.

Este tipo de trabajo, al igual que el anterior, tiene un efecto importante sobre los factores nerviosos, ya que mejora la coordinación intramuscular y estimula el desarrollo de fuerza máxima. Pero en este caso, al utilizarse porcentajes menores, permite la aplicación de una mayor velocidad.

Ejerce una menor influencia que el trabajo anterior en la disminución de los factores de inhibición del SNC.

Actúa mejorando la fuerza explosiva ante cargas altas, pero como dijimos anteriormente, ejerciendo una mayor velocidad (parte elevada de la curva fuerza-tiempo) (fig. 3-4).



Al igual que en el primer ejemplo, el número de repeticiones por serie no es máximo con el 60, 70, 80 y 90%. En los tres primeros, hay una gran cantidad de repeticiones sin hacer, lo que permite aplicar una gran velocidad de movimientos. En el caso de las series realizadas con el 85 y 90%, las repeticiones sobrantes (si bien depende mucho del tipo de deporte) pueden llegar a 3 con el 85% y a 1-2 con el 90%, lo que permite la aplicación de una buena velocidad.

Efectos de la misma carga pero con otro ejercicio (arranque)

Al igual que en el primer ejemplo, habría que evitar un número importante de repeticiones con el 60, 70 y 80%. En este ejercicio, las series podrían realizarse con la mitad de las repeticiones con las que se ejecutan las sentadillas; de esta forma, se comportarían como series introductorias sin producir un gran desgaste.

El efecto estaría concentrado también en la fuerza explosiva, parte alta de la curva, aunque un poco más abajo que en el ejemplo I, y desde luego a una mayor velocidad que en el caso de las sentadillas.

Es importante destacar que con porcentajes cercanos al 90% es cuando se alcanza la máxima potencia en el ejercicio de arranque (González Badillo, 2002). Por lo tanto, con porcentajes entre el 85 y 90% trabajaríamos dentro de la máxima relación de fuerza y velocidad aplicada.

SESIONES DE ENTRENAMIENTO CON CARGAS MUY ALTAS CON MÁXIMO O CASI MÁXIMO NÚMERO DE REPETICIONES POR SERIES

Ejercicio: sentadillas

60/12 70/10 80/7-8 85/5 × 2 90/2-3 × 2

Si bien los porcentajes utilizados son los mismos que en el ejemplo anterior, los efectos del trabajo cambian sustancialmente.

Si buscamos imprimirle la mayor velocidad posible, en el caso del 60, el 70 y el 80%, en las primeras repeticiones habría una participación importante de fibras FT, fibras que pronto se agotarían y darían lugar a la utilización de fibras ST, lo que traería aparejado una pérdida de velocidad importante.

Supongamos que realizamos una recuperación incompleta (aproximadamente 2 min); de más está decir que las fibras ST se recuperarán mejor que las rápidas; en este caso, aunque por el tipo de esfuerzo se necesiten las fibras FT, no estarán en condiciones de prestar todo su potencial.

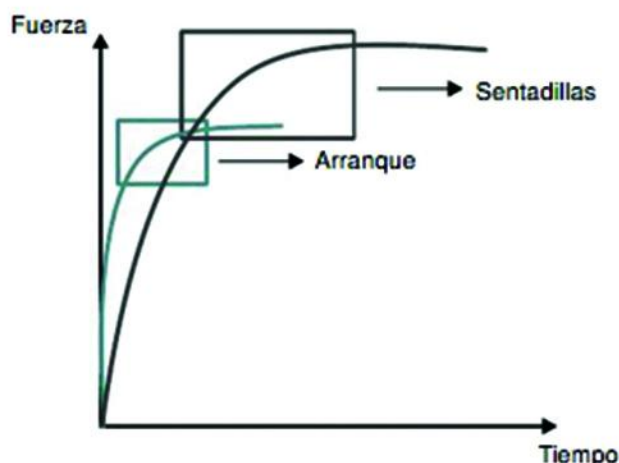


FIG. 3-4. Comparación de los efectos sobre la curva fuerza-tiempo en los ejercicios de sentadilla y arranque con cargas aproximadas del 90%.

Si bien con cargas del 85 y 90% se reclutan tanto fibras lentas como rápidas, serán las primeras las que estarán en mejores condiciones para efectuar el esfuerzo, tal vez podrán realizarlo, o, en el peor de los casos quedará alguna repetición por hacer, pero la pérdida de velocidad será muy grande.



El efecto de este tipo de trabajo quedaría concentrado en buscar un aumento de hipertrofia general, además del aumento de fuerza máxima, pero fuerza aplicada lentamente, algo que no es rentable en la aplicación deportiva.

Otro punto importante de este tipo de trabajo es que su ejecución solo es posible con ejercicios lentos como las sentadillas o muy lentos como el *press* de banco, y resulta imposible realizarlos en ejercicios explosivos como el arranque y sus variables o las cargadas y sus variables, ya que por la complejidad técnica que implican estos ejercicios no puede llevarse a cabo tal cantidad de repeticiones con estas cargas.

Este tipo de trabajo podría resultar útil en actividades como el fisiculturismo, o en algún caso puntual cuando se desee aumentar la masa muscular, pero es importante resaltar que en estos trabajos existirá una gran pérdida de velocidad que puede llegar a interferir en el rendimiento deportivo.

Sesiones de entrenamiento con cargas altas

Ejercicio: sentadillas.

60/6 70/6 80/4 × 3

Características:

Se intenta imprimir la máxima velocidad en cada repetición.

Como puede observarse, en cada serie queda un número importante de repeticiones sin ejecutar, lo que permite aplicar a cada repetición una velocidad alta. Este tipo de trabajo ejerce efecto en la aplicación de fuerza en la unidad de tiempo. En el caso de las sentadillas, estaremos trabajando cerca de la máxima potencia. En ejercicios como el arranque o las cargadas, si bien estas cargas están por debajo de la máxima potencia, permiten ejecutar el movimiento a una gran velocidad, aunque en deportes donde no se necesiten grandes niveles de fuerza máxima es un trabajo que contribuye al aumento de esta capacidad.

Al ejecutar cada repetición a la máxima velocidad, no se llega al agotamiento, y este tipo de trabajo se focaliza preponderantemente en las fibras FT.

Respecto de la curva fuerza-tiempo, tendrá su mayor efecto en la parte media y ligeramente superior (en el caso de deportes sin grandes necesidades de fuerza) de esta (fig. 3-5).

Sesiones de entrenamiento con cargas altas con máximo o casi máximo número de repeticiones por series

Ejercicio: sentadillas.

60/12 70/10 80/8-7 × 3

Características:

Se intenta imprimir la máxima velocidad en cada repetición.

En este caso, existirá un gran trabajo sobre fibras rápidas al comienzo de la serie para finalizar, una vez que estas estén agotadas, con un gran efecto sobre las fibras ST, y esto trae como consecuencia una notable pérdida de velocidad.

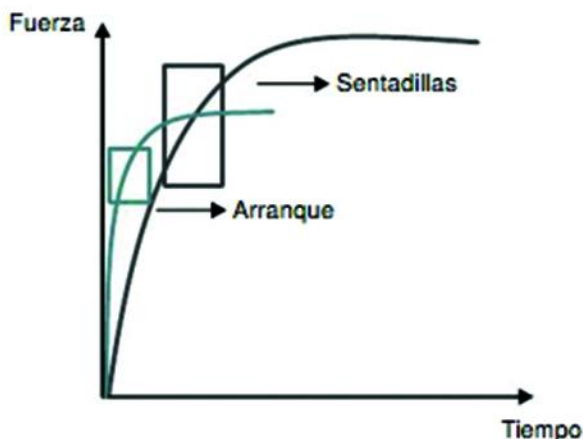


FIG. 3-5. Comparación de los efectos sobre la curva fuerza-tiempo en los ejercicios de sentadilla y arranque con cargas aproximadas del 80%.

Este tipo de trabajo ejerce efecto sobre la fuerza máxima y la hipertrofia general; posee un gran reclutamiento de fibras, pero no tiene un gran efecto sobre la aplicación de fuerza en la unidad de tiempo al producir un gran agotamiento de casi todas las unidades motoras.



Con los porcentajes citados, solamente es posible realizar la cantidad de repeticiones propuestas en ejercicios lentos como sentadillas, press de banco, y resulta imposible llevar a cabo con estas cargas la cantidad de repeticiones propuestas en los ejercicios explosivos.

Sesiones de entrenamiento con cargas medias

Ejercicio: sentadillas.

Ejemplo de trabajo: 50/6 60/6 × 2 70/5 × 3

Características:

Se intenta imprimir la máxima velocidad en cada repetición.

Como es fácil de observar, en este tipo de trabajo quedará un número importante de repeticiones sin realizar, lo que permitirá llevar a cabo movimientos a gran velocidad en ejercicios que no derivan de los movimientos olímpicos. Tal es el caso de sentadillas, press de banco y remo acostado. Estimulará la máxima potencia, es de-

cir la óptima relación entre los componentes de fuerza y velocidad, en los sujetos con poco entrenamiento, o, en los deportes que no requieren grandes niveles de fuerza, puede servir como trabajo introductorio de adaptación y permitir aumentar los niveles de fuerza durante algún tiempo. Además, ejerce un importante efecto sobre la conducción de la frecuencia de impulso y la sincronización de unidades motoras.

En el caso de ser utilizadas en ejercicios explosivos, como el arranque y sus variables o las cargadas y sus variables, si bien no estimula la máxima potencia (en estos ejercicios se encuentra en porcentajes cercanos al 90 y 85% respectivamente), ejerce un gran efecto sobre la velocidad de movimientos, es decir, no sobre la zona media de la curva fuerza-tiempo, sino sobre la zona más baja, aunque hay que tener en cuenta que para mantener una velocidad máxima, en el caso de los ejercicios derivados del levantamiento olímpico, el número de repeticiones por serie deberá ser un poco menor.

En este tipo de trabajo, al ejecutarse un número de repeticiones que está muy lejos de ser el máximo para los porcentajes dados y al aplicarse la mayor velocidad posible, actúan mayoritariamente las fibras FT (fig. 3-6).

Sesiones de entrenamiento con contraste

Ejercicio: sentadillas.

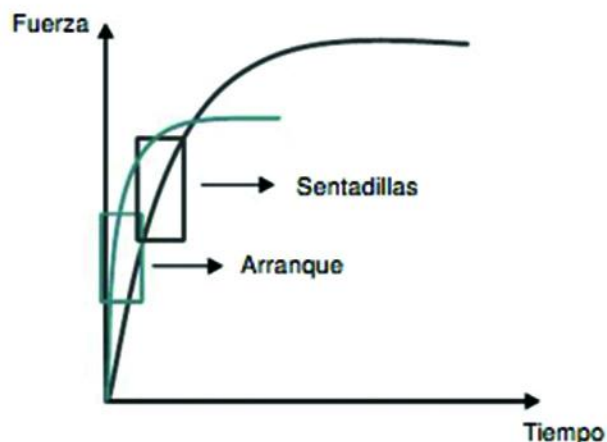


FIG. 3-6. Comparación de los efectos sobre la curva fuerza-tiempo en los ejercicios de sentadilla y arranque con cargas aproximadas del 70%.

Ejemplo de trabajo: 50/6 60/6 70/5 $\times$ 2 80/4 $\times$ 2

Salto al podio 4 $\times$ 6

Características:

Se intenta imprimir la máxima velocidad en cada repetición.

Este tipo de trabajo consiste en la utilización de cargas pesadas contrastadas con cargas livianas, y este contraste puede realizarse no solo en una misma sesión, sino también en una misma serie. En nuestro ejemplo, podemos observar que realizamos sentadillas con cargas altas (80%) para luego pasar a ejercicios de saltos (contracción pliométrica). Este tipo de trabajo ejerce efectos importantes en una zona elevada de la curva fuerza-tiempo al trabajar sentadillas y un efecto sobre la parte baja de la curva, es decir, sobre la zona de máxima velocidad (en los saltos). La diferencia de realizar este tipo de trabajo en una misma sesión o en una misma serie se justifica porque se produce una activación de las fibras musculares (y se aumenta su efecto) mucho más elevada que en el trabajo en diferentes sesiones de entrenamiento (fig. 3-7).

Esta combinación de cargas altas con bajas no queda limitada solamente a un determinado ejercicio con carga, como la sentadilla, con otro sin carga (de contracción pliométrica como los saltos), sino también a la utilización de cargas muy altas con cargas bajas.

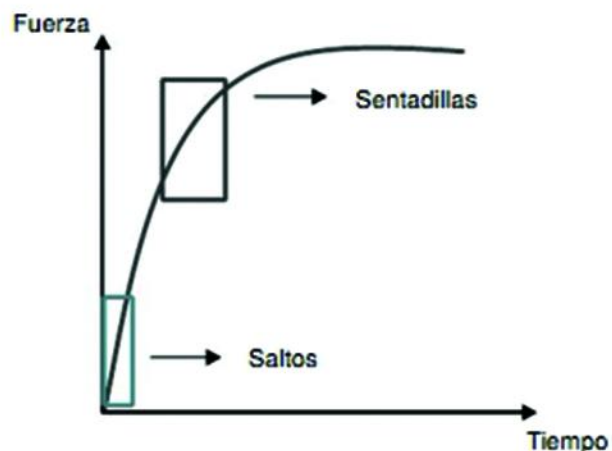


FIG. 3-7. Comparación de los efectos sobre la curva fuerza-tiempo. Sesiones de contraste (sentadillas $\times$ 80% y saltos).

Ejemplo:

Sentadillas: 60/6 70/6 80/4 $\times$ 2 90/2 $\times$ 3 65/6 $\times$ 3

Características:

Se intenta imprimir la máxima velocidad en cada repetición.

Con este ejemplo, ejerceríamos un efecto sobre la parte alta, zona de fuerza máxima de la curva fuerza-tiempo y sobre la parte media, zona de potencia máxima en este ejercicio (fig. 3-8).

En los diferentes ejercicios no debe realizarse el máximo número de repeticiones por serie. En cada una de estas series, siempre debería quedar un remanente de repeticiones sin realizar, lo que permitiría ejercer la mayor velocidad posible y no llegar a acumular un grado importante de fatiga.

En el caso de realizar este trabajo de contraste pero en una misma serie, como en el ejemplo que mostramos a continuación, donde a cada serie con el 75% le sigue inmediatamente y sin pausa una serie de saltos, para sí luego tener una pausa de recuperación, lo mismo ocurriría con el 80%. En este caso, el contraste se realiza de una manera más rápida y ejerce cierto efecto sobre la resistencia ante acciones explosivas

Ejercicio: sentadillas.

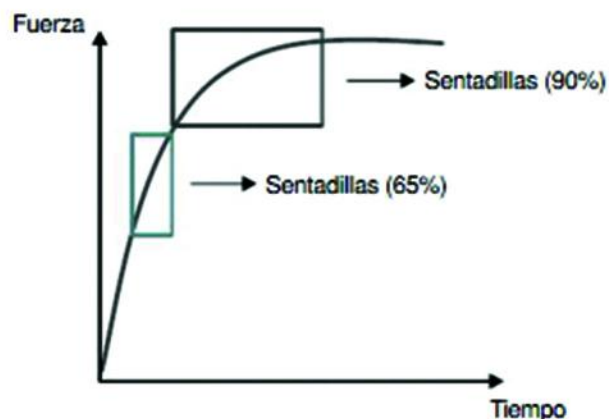


FIG. 3-8. Comparación de los efectos sobre la curva fuerza-tiempo. Sesiones de contraste (sentadillas 90 y 65%).

Ejemplo de trabajo: 50/6 60/6 (70/5 + saltos $\times$ 6) pausa (75/5 + saltos $\times$ 6) pausa (80/4 + saltos $\times$ 6) pausa (80/4 + saltos $\times$ 6)

Características:

Se intenta imprimir la máxima velocidad posible en cada repetición.

Ejemplo:

Sentadillas: 60/6 70/6 80/ $\times$ 2 (90/2 + 65/6) $\times$ 3

Características:

Se intenta imprimir la máxima velocidad posible en cada repetición.

En este ejemplo, luego de realizar 2 repeticiones con el 90%, inmediatamente y sin pausa se realiza otra serie de 6 repeticiones con el 65%, para luego sí tener una pausa de recuperación. Este trabajo se repite 3 veces.

Como bien podemos observar en los ejemplos propuestos, los primeros trabajos son seguidos por otros donde se puede aplicar una velocidad mayor, es decir, siempre se finaliza con una velocidad mayor a la que se comenzó; esta mayor frecuencia de impulso queda grabada en el sistema nervioso central.

Si quisiéramos ejercer una mayor influencia de la resistencia ante cargas explosivas, también podríamos realizar trabajos con secuencias de cargas altas, seguidas por cargas intermedias, para finalizar con saltos y contracciones a máxima velocidad.

En este caso, debemos tener en cuenta el tipo de deporte y que el ejecutante posea el suficiente entrenamiento de resistencia a la explosividad para poder llevar a cabo este tipo de trabajo sin perder velocidad; caso contrario, de producirse una gran lentificación de movimientos, no sería conveniente realizar este tipo de trabajo (fig. 3-9).

Ejemplo:

Sentadillas: 60/6 70/6 80/4 (90/2 + 65/6 + saltos $\times$ 6) $\times$ 3

Características:

Se intenta imprimir la máxima velocidad en cada repetición.

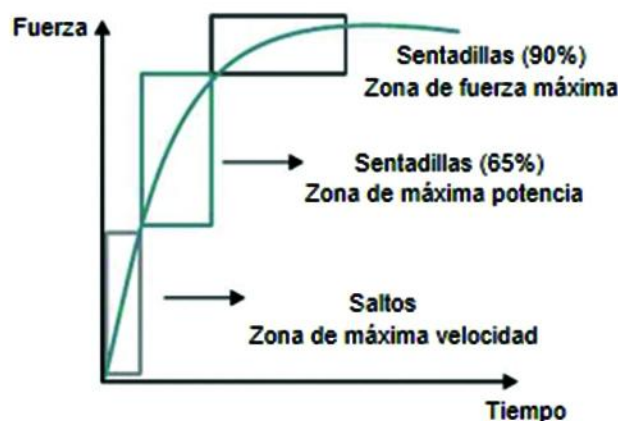


FIG. 3-9. Efectos sobre la curva fuerza-tiempo. Sesiones de contraste (sentadillas 90 + 65% + saltos).



Todos los trabajos anteriormente descritos no solo están reservados a las sentadillas con saltos; también pueden ser realizados con ejercicios que ejercen su efecto en el tren superior. Tal es el caso del press de banco con las extensiones de brazos o lanzamientos con pelotas medicinales. También es posible realizar combinaciones de cargadas o arranques con saltos, tanto en una misma sesión o en una misma serie, pero, al tratarse de ejercicios mucho más veloces que la sentadilla, el número de repeticiones con cada porcentaje de carga debe ser indefectiblemente menor.

En este caso, por la gran velocidad con que se realiza, por ejemplo el arranque, produce una mayor activación de fibras rápidas. Por supuesto que estas fibras se agotarán rápidamente y se producirá una notable merma en la velocidad de movimiento. Esta pérdida de velocidad provocará que no se pueda continuar con el ejercicio. En el caso de las sentadillas, al realizarse a menor velocidad, las fibras ST tendrán mayor tiempo para actuar, lo que permitirá realizar un mayor número de repeticiones.

En el ejemplo que se presenta a continuación, se realizan series preparatorias (60-70-80%) para luego llegar al máximo de entrenamiento (carga máxima que puede realizarse de manera cómoda sin el estrés que provoca llegar a 1RM). Estas cargas máximas de entrenamiento aumentarán los niveles coordinativos de reclutamiento

y sincronizado de fibras, lo que permitirá producir una coordinación mayor con el 80%, y activar así una cantidad superior de fibras musculares con respecto a la realización de series con el 80% sin que previamente se llegue al máximo de entrenamiento. A su vez, este trabajo que se realiza con el 80% sirve como preactivación para el posterior trabajo de saltos, teniendo en cuenta que los volúmenes de trabajo no sean tan grandes como para provocar agotamiento neuromuscular.

Con este tipo de sesiones, se ejerce efecto sobre toda la curva fuerza-tiempo (fig. 3-9).

Ejemplo

Ejercicio: sentadillas.

Ejemplo de trabajo: 60/6 70/5 80/3 90/2
máximo de entrenamiento (máx. E)/1 2 80/3 3

Salto al podio 4 x 6

Características:

Se intenta imprimir la máxima velocidad posible en cada repetición.

Consideraciones sobre el método de contraste

En los párrafos precedentes, hemos explicado las variables más utilizadas en este tipo de trabajo, pero consideramos de suma utilidad realizar algunas reflexiones acerca de las diferentes combinaciones posibles y su fundamentación.

Si bien en la enorme mayoría de los casos se emplean cargas pesadas seguidas de saltos o de manera alternada, algunos autores (Duthie, 2002) realizan en primer lugar los trabajos de saltos para luego utilizar cargas pesadas, y fundamentan esto en la conveniencia de realizar saltos (explosivos) cuando el sistema nervioso todavía está descansado y tener un mayor efecto sobre la coordinación de movimientos.

Fundamentos neurofisiológicos del método de contraste

Los fundamentos de este método se basan en lo siguiente: el trabajo con cargas pesadas in-

crementa la excitabilidad de las motoneuronas y el reflejo de potenciación, lo que puede crear condiciones óptimas de entrenamiento para la realización posterior del ejercicio pliométrico. Este fenómeno se conoce como potenciación posactivación (Hamada y cols, 2000; Sale, 2002). Se cree que este mecanismo puede ser debido a las mejoras en la preestimulación de la excitabilidad de las motoneuronas (mayor reclutamiento de unidades motoras, mejor sincronización o disminución en la inhibición presináptica) (Aagaard, 2003).



La realización de este tipo de entrenamiento es justificable por las mejoras que produce en la capacidad de reclutamiento de unidades motoras, principalmente en las unidades de contracción rápida encargadas de generar tensión en gestos explosivos, además de incidir en la coordinación intermuscular (González y cols., 2002).

BREVE DESCRIPCIÓN SOBRE LOS TRABAJOS PLIOMÉTRICOS

Existe una gran cantidad de deportes en los que se realizan saltos, lanzamientos o movimientos rápidos. En estos casos, la aplicación de trabajos pliométricos resulta de suma importancia.

La contracción pliométrica tiene lugar cuando se activa un músculo mediante una fase excéntrica para pasar luego, de manera inmediata, a una fase concéntrica (ciclo de estiramiento-acortamiento). A fin de clasificar con precisión si una determinada acción forma parte de un movimiento pliométrico, algunos autores (Verkhoshansky, 2002) sugieren que el tiempo entre la fase excéntrica y la concéntrica no debería sobrepasar los 0,15 segundos, tiempo en el que se disiparía la energía elástica acumulada. Aunque el término energía elástica es muy cuestionado por algunos especialistas en biomecánica y no es objeto del presente texto analizar este tipo de cuestionamientos, en forma práctica es posible su observación en un salto con contramovimiento (CMJ) versus otro sin contramo-

vimiento (SJ); por supuesto que en el caso del CMJ la altura alcanzada será mayor que en el SJ. Esto nos estaría indicando que la fase de estiramiento previa (contracción excéntrica), seguida inmediatamente de una fase concéntrica, aporta una energía extra que es utilizada en el salto. Esta diferencia será mayor cuanto más rápido se pase de la contracción excéntrica a la concéntrica. Es importante resaltar que la contracción pliométrica aumenta considerablemente la tensión muscular.

La capacidad de tener una gran efectividad en las contracciones pliométricas, que por lo general se mide con la capacidad de salto, depende de diferentes factores. Por un lado, por la capacidad contráctil del músculo, la cual dependerá de la sincronización de las diferentes unidades motoras, de la frecuencia de impulsos nerviosos que reciben los diferentes músculos y de la capacidad de estos de inhibir los corpúsculos tendinosos de Golgi, lo que permitirá desarrollar una mayor fuerza máxima. Por otro, de la capacidad de reclutamiento de fibras rápidas en la unidad de tiempo, de la capacidad elástica del músculo y del reflejo miotático, factores ambos que dependen del estiramiento que se produce en la fase excéntrica y que aportan una fuerza adicional al músculo estirado.



Como conclusión, podemos afirmar que este tipo de trabajo ejerce una gran influencia sobre la capacidad reactiva del sistema neuromuscular. Según Verkhoshansky (2002), esta capacidad reactiva se define como aquella capaz de desarrollar un impulso elevado de fuerza inmediatamente después de un intenso estiramiento mecánico de los músculos, es decir, un rápido traspaso de la contracción excéntrica a la concéntrica con la máxima aplicación posible de fuerza.

Como puede observarse, el desarrollo de una contracción pliométrica más eficaz depende de muchos factores. Por esta razón, si medimos la capacidad de salto de un levantador olímpico, obtendremos valores muy buenos, al igual que al medir dicha capacidad en un jugador de vóley. Por supuesto, de más está decir que estos dos

grupos de deportistas entrenan de manera muy diferente. El entrenamiento con cargas elevadas con ejercicios explosivos como el arranque y el envión, además de la utilización de sentadillas, tal como lo realizan los levantadores, así como entrenamientos en los que en algún momento podrán utilizarse cargas relativamente altas, pero estas cargas altas, en cuanto a entrenamiento con pesas se refiere, no representarán jamás la parte central del entrenamiento. Tal el caso del voleibolista, pero de todas formas resultarán muy efectivas en la mejora de la capacidad del ciclo de estiramiento-acortamiento.

Con lo anteriormente expuesto, se pretende dejar en claro que si bien las contracciones pliométricas representan la parte de la curva fuerza-tiempo relacionada con la máxima velocidad (véase la fig. 3-10), el trabajo en diferentes proporciones en las otras zonas de dicha curva no solo es muy importante, sino también fundamental.

Al realizar un análisis metodológico del entrenamiento pliométrico, deberíamos indicar que es necesario un buen nivel de fuerza, ya sea de miembros inferiores, superiores o ambos, antes de comenzar con los trabajos pliométricos. Algunos autores proponen que, antes de comenzar con los ejercicios pliométricos, un deportista debería ser capaz de levantar 1,5 su peso corporal en el ejercicio de sentadillas como medida de seguridad tendiente a evitar lesiones (los saltos horizontales intensos tienen un impacto de caída que puede llegar a 6 veces el peso corporal), aunque este criterio no es aplicable a todos los ejercicios pliométricos, ya que dependerá mucho de la intensidad de estos. Por esta razón, Verkhoshansky (2002) indica que en saltos con caídas pequeñas, skipping y otras actividades de baja intensidad no es necesario el cumplimiento de este precepto.

En los ejercicios pliométricos de elevada intensidad, las repeticiones por serie no deberían sobrepasar las 6 u 8, ya que la pérdida de velocidad resulta notoria a partir de este número de repeticiones. A nuestro entender, 6 podría ser un número ideal, el cual permite mantener una máxima velocidad de ejecución.



Con respecto a los saltos desde una tarima, la altura óptima puede determinarse empíricamente, constatando desde qué altura de caída el deportista puede obtener la mayor altura en el salto y el menor tiempo de contacto con el piso. Por supuesto que si podemos contar con una planchuela de salto, estas mediciones serán mucho más exactas, al igual que la dosificación, ya que de esta forma será posible medir objetivamente la pérdida de calidad del movimiento. Es importante tener en cuenta que cuanto mayor es la relación entre la fuerza aplicada en la fase de impulso/la fuerza en la fase de amortiguación, mayor será la capacidad reactiva del sistema neuromuscular.

No son recomendables las caídas desde alturas tan altas, donde la fuerza excéntrica sobrepase la fuerza ejercida durante la contracción concéntrica, ya que esto produce una gran merma en la calidad del salto y aumenta mucho el contacto contra el piso y la fase de transición excéntrica a la concéntrica, además de caer con altos niveles de tensión, muy lejos del estado de relajación necesario para este tipo de actividades.

Relacionado con la capacidad de resistencia a los saltos, Skurvydas (2002) realizó un estudio sobre 3 grupos: velocistas, corredores de 5 000 metros y no entrenados. Los saltos consistían en CMJ y *drop jump* desde una altura de 40 cm, la cantidad era de 100 saltos y la frecuencia, de 1 cada 20 segundos. El autor pudo constatar que los velocistas eran el grupo que perdía menos efectividad durante el transcurso de los saltos y que tanto el grupo de no entrenados como el de corredores de 5 000 metros presentaban valores similares de fatiga, aunque el promedio final de la altura alcanzada en ambos saltos era superior en los corredores de 5 000 metros respecto de los no entrenados. Así, llegó a la conclusión de que la capacidad de resistencia no interviene en el rendimiento de ejercicios en los cuales la predominancia recaiga sobre la actividad neuromuscular.



Cuando se intenta mejorar la resistencia a este tipo de esfuerzos, será necesario mejorar la altura máxima del salto por medio de una adecuada interrelación de entrenamientos pliométricos y de fuerza con el objeto de aumentar la altura máxima del salto. Una vez conseguido esto, se buscará encadenar los diferentes tipos de saltos por medio de entrenamientos intermitentes con componentes de fuerza y velocidad o de velocidad, teniendo en cuenta que aunque se empleen saltos de baja intensidad los atletas no habituados a este tipo de entrenamientos (realizar muchos saltos en una sola sesión) tendrán dificultades al momento de recuperarse.

ENTRENAMIENTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE RESISTENCIA

Si observamos cualquier libro de entrenamiento, encontraremos que a grandes rasgos la clasificación general de resistencia puede englobarse dentro de los siguientes aspectos (cuadro 3-2).

Dentro de este viejo y general esquema, existe un gran número de factores que no son tenidos en cuenta pero que, a la hora de planificar el entrenamiento, resultan fundamentales. Algunos de estos factores son:

Duración del trabajo

Como hemos visto en el Capítulo 2, según la duración del esfuerzo y la manera en que este sea realizado, cíclico o intermitente (tal es el

caso de los deportes de situación [deportes de combate, deportes juego, sea este individual o de equipo]), la clasificación será la siguiente:

Resistencia de duración muy corta (RDMC) (hasta 3 s)

Resistencia de duración corta (RDC) (30 s- 2 m)

Resistencia de duración mediana (RDM) (2-10 m)

Resistencia de duración larga I (RDL I) (10-35 m)

Resistencia de duración larga II (RDL II) (35-90 m)

Resistencia de duración larga II (RDL III) (90 m-6 h)

Resistencia de larga duración II (RDL IV) (+ 6 h)

Resistencia intermitente (deportes de situación) (constante cambio de ritmo)

Por supuesto que de acuerdo con la duración del esfuerzo, aunque dos tipos de resistencia estén predominantemente bajo un mismo sistema energético, las características individuales en cuanto a fuerza aplicada, velocidad de traslación, y por consiguiente la correspondiente utilización mayoritaria de fibras (ST o FT), harán que posea características propias, además de diferentes porcentajes de interacción con otros sistemas. Por ejemplo, tanto la maratón como una carrera de 10 000 metros utilizan primordialmente el sistema oxidativo, pero la participación de otros sistemas, la velocidad de traslación y la fuerza aplicada durante la acción son totalmente distintas.

Resistencia de base

Todo deporte, sea este cíclico de corta, media o larga duración, explosivo (levantamientos, saltos o lanzamientos, donde la resistencia es complementaria al rendimiento deportivo) o en los deportes de situación como los juegos y deportes de combate, necesita de una resistencia de base que cree los fundamentos de desarrollo para una adecuada recuperación y tolerancia a los entrenamientos y a la competición misma.

Según la implicancia que pueda tener la resistencia en las diferentes modalidades deportivas,

CUADRO 3-2. CLASIFICACIÓN GENERAL DE RESISTENCIA

Por el volumen de la musculatura implicada

- Resistencia muscular local
- Resistencia muscular general

Por el metabolismo muscular implicado

- Predominantemente aeróbica
- Predominantemente anaeróbica

Por el tipo de trabajo muscular

- Resistencia estática (sin movimiento)
- Resistencia dinámica (con movimiento)

la resistencia de base tendrá sus propias condiciones de entrenamiento.

En los deportes explosivos, como lanzamientos, saltos y levantamientos de pesas, no podemos pensar que la resistencia de base se adquirirá con trabajos extensivos de larga duración y baja intensidad. Este tipo de trabajo realizado en exceso no solo no traerá aparejado grandes beneficios, sino que producirá un efecto adverso sobre la fuerza y la velocidad, ya que tendría efecto sobre las fibras lentas, las cuales no se utilizan en estas actividades. Por tal motivo, en estos deportes la resistencia de base podría ser entrenada con juegos (básquet, fútbol), además de trabajos en pista como multisaltos, piques, etc. Las secuencias repetitivas de este tipo de trabajos crearían una resistencia a la explosividad, algo importante para poder entrenar altos volúmenes de trabajo en estos deportes; además, tendrían efecto sobre las fibras FT, implicadas en estas acciones. El aumento del número total de repeticiones y el número de repeticiones por serie en los diferentes trabajos de fuerza también serían útiles; en este caso, realizaríamos un trabajo de base con componentes más específicos.

En el caso de que los deportes cíclicos sean de corta, media o larga duración, sirve para crear niveles de resistencia necesarios para soportar mejor las cargas específicas de entrenamiento.

En estos deportes, la extensión y el tipo de trabajo de la resistencia de base dependerán de las características del esfuerzo, lo que está determinado por su duración a través del tiempo, ya que no es lo mismo un trabajo de resistencia de base para un corredor de 10 000 metros que para un kayakista de velocidad, en el que las distancias de competencia son de 200, 500 y 1 000 metros.

En el presente ejemplo, los trabajos de resistencia de base tienen condiciones de entrenamiento totalmente distintas en cuanto a volumen, intensidad y duración de los esfuerzos.

La resistencia de base en los deportes de equipo y de combate tiene como objetivo aumentar la capacidad física y mejorar la recuperación. En este caso, el mejoramiento de la resistencia aeróbica resultará importante, pero de tanta importancia como esto es no perder fuerza ni velocidad. En consecuencia, la mejora del sistema

oxidativo debe realizarse sobre las fibras rápidas, por lo que no resulta conveniente basarse en los trabajos extensivos de fondo, pero sí en trabajos intermitentes que nos permitan mantener durante un tiempo prolongado intensidades de carrera que estén entre el 100 al 115% del $\dot{V}O_{2\max}$, asegurándonos, por la intensidad empleada y la fuerza desarrollada en este tipo de trabajo, de que el efecto se concentra en las fibras FT.

Los trabajos circuitados que nos permitan desarrollar resistencia a la fuerza explosiva son también de suma utilidad.

Posteriormente, analizaremos una gran variedad de diferentes combinaciones de trabajos compatibles de fuerza y resistencia, pero antes creemos que es conveniente analizar los principales métodos de entrenamiento orientados a la mejora de la resistencia.

Principales métodos de entrenamiento de la resistencia

Con el objeto de hacer una clasificación eminentemente práctica y que pueda ser adaptada a la gran mayoría de los deportes (basada en Zintel, 1991 y Navarro, 2003) y teniendo en cuenta que dentro de cada grupo pueden existir un sinnúmero de variantes, las dos grandes divisiones pueden considerarse en métodos continuos y métodos fraccionados.

En el caso de los trabajos continuos, estos pueden ser uniformes, es decir que la velocidad de traslación se mantendrá estable durante todo el recorrido. Si privilegiamos el volumen sobre la intensidad del esfuerzo, estaremos realizando un trabajo extensivo. En caso contrario, si nuestro objetivo es mantener una intensidad en niveles elevados, nuestro trabajo se transformará en intensivo. Además de uniformes, los trabajos continuos pueden ser variables, en este caso la intensidad, y como consecuencia de esto la velocidad de traslación, sufrirá cambios.

Es obvio darse cuenta de que los trabajos anteriormente nombrados tendrán características y objetivos fisiológicos diferentes.

Por supuesto que este tipo de trabajos se utilizan sobre todo en deportes cíclicos que necesitan una buena base del sistema oxidativo, pero fundamentalmente lo serán en deportes de re-

sistencia de duración media (RDM) en adelante, aunque en cada caso tendrán sus propias características en cuanto a volumen e intensidad, ya que no es lo mismo realizar un trabajo continuo extensivo o intensivo en un deporte donde la competencia no dure mucho más que los 3 minutos (tal es el canotaje en K1 1 000 metros) que en distancias más largas (como por ejemplo 10 000 metros en atletismo).

Principales características de los métodos continuos

Continuo extensivo

En este caso, la duración de la carga para obtener efectos fisiológicos deseados deberá ser de 30 minutos en adelante, dependiendo por supuesto de la duración de la competencia, tal como marcáramos anteriormente con el ejemplo del canotaje y los 10 000 metros o la maratón.

La intensidad de la carga estará encuadrada entre el primer y el segundo umbral del lactato; es decir, dentro de las diferentes zonas del entrenamiento de la resistencia estará en el nivel 2 (aeróbico lipolítico) y el nivel 3 (aeróbico glucolítico) por debajo del segundo umbral (Navarro, 2003).

Este tipo de actividad mejora notablemente la economía del trabajo cardíaco (menos latidos ante un mismo esfuerzo), la oxidación de grasas y la activación de la betaoxidación, además de un incremento del número de mitocondrias.

Es importante tener en cuenta, como se dijo anteriormente, que al aumentar el número de

mitocondrias es claro que la utilización fibrilar caerá sobre las ST. Esto se debe a que la intensidad desplegada es baja y, por lo tanto, la fuerza ejercida y la frecuencia de impulsos nerviosos también lo serán, cuestión que resultaría perjudicial si se realizara en exceso en deportes basados en la explosividad de los movimientos, sean estos ejecutados una vez, en forma cíclica de gran intensidad o acíclicos alternados (tal es el caso de los deportes de combate o los juegos deportivos).



La utilización sistemática de este tipo de métodos produce una importante conversión de fibras rápidas en lentas más resistentes, lo cual perjudica notoriamente los niveles de fuerza y velocidad. Por esta razón, son utilizados primordialmente en los deportes que requieran un gran trabajo de fondo (fig. 3-10).

Continuo intensivo

Es de una intensidad mayor que el continuo extensivo. Por lo tanto, se supone que el tiempo de duración será menor, por lo general no más de 30 min, aunque puede ser mayor en actividades de fondo.

En este tipo de trabajo, la intensidad del esfuerzo se encuentra exclusivamente en el nivel 3 (aeróbico glucolítico), a nivel del segundo umbral del lactato o un poco por encima, en los trabajos continuos intensivos se realizaría a la máxima velocidad de trabajo estable en

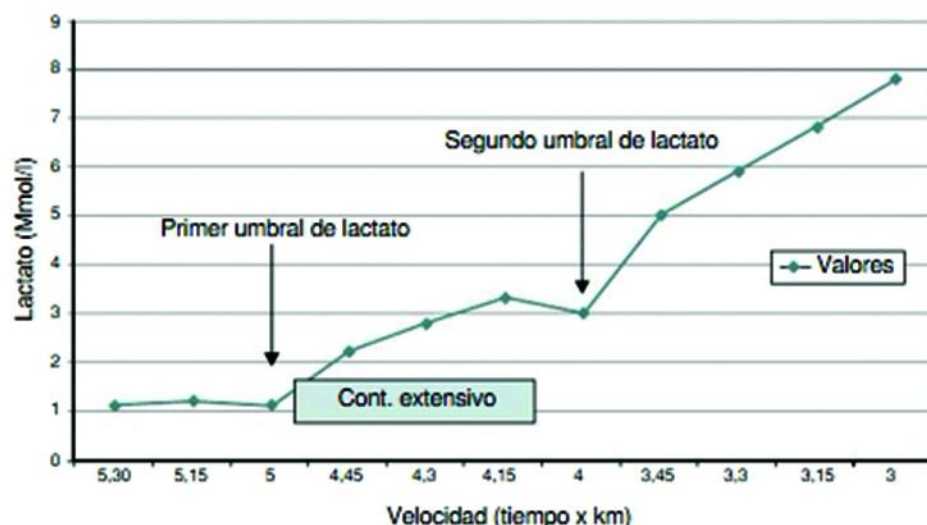


FIG. 3-10. Velocidad de carrera del método continuo extensivo. En el ejemplo la velocidad, de acuerdo con la duración del trabajo, estaría comprendida entre 4 min, 5 s por km y 4 min, 07 s-4 min, 1 s por km.

cuanto a valores de lactato, contribuiría al aumento del consumo máximo de oxígeno y produciría una mayor capilarización y rendimiento cardíaco y una mejora en la supercompensación de los depósitos de glucógeno, que por la intensidad del esfuerzo serían los proveedores de energía.

Al realizarse estos trabajos a una velocidad mayor, la fuerza aplicada en la unidad de tiempo será superior al continuo extensivo, por lo que contribuye notablemente a la mejora de la economía de movimientos, lo que permite que un deportista pueda, a través del tiempo, mantenerse en estado estable a velocidades más elevadas (aumento de la velocidad del segundo umbral del lactato) y durante más tiempo. Con estos trabajos, si bien las fibras ST son las que predominan, deben hacerlo aplicando una fuerza mayor, con una frecuencia de impulsos superior, lo que produce también cierta activación de fibras FT.



Este tipo de entrenamiento puede llegar a utilizarse en actividades de resistencia de duración media en adelante y como base en algunas actividades explosivas, deportes de combate y juegos deportivos, siempre que determinadas situaciones individuales lo requieran y por un tiempo muy breve (fig. 3-11).

Continuo variable

La característica principal en este tipo de trabajo es el cambio de ritmo durante el tiempo de aplicación de la carga. Dichos cambios pueden estructurarse de manera muy diferente según los objetivos planeados.

Por lo general, estos cambios de ritmo pueden deberse a las características del terreno, pero lo más común es que los cambios de ritmo impuestos sean planificados con anterioridad. Este sistema, en el cual las intensidades de esfuerzo sufren cambios constantes, producen no solo mejoras en el sistema cardiocirculatorio, sino también a nivel del SNC.

Además de ser útil para los deportes cíclicos, sean estos de mediana o larga duración, este método también puede adaptarse a deportes de situación, ya sea juegos de equipo o deportes de combate, pero la estructuración de esta metodología en los deportes de situación será diferente de la de los deportes cíclicos.



Una propuesta de trabajo para un deporte cíclico podría consistir en cambios de ritmo sobre dos intensidades de esfuerzo. En este caso, el deportista podría alternar entre dos niveles de intensidad, por ejemplo a nivel 2 (aeróbico lipolítico), velocidad un poco por encima del primer umbral del lactato y el nivel 3 (aeróbico glucolítico), velocidad a nivel del segundo umbral del lactato. La carga real de este trabajo estará

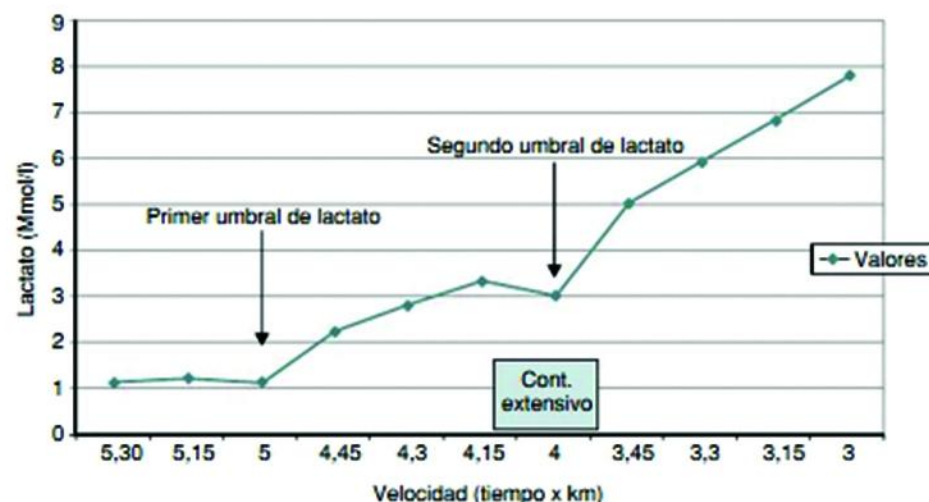


FIG. 3-11. Velocidad de carrera del método continuo intensivo. En el ejemplo la velocidad, de acuerdo con la duración del trabajo, estaría comprendida entre 4 min, 1 s por km y 3 min, 5 s por km.

determinada por el tiempo en que se permanezca en cada nivel. En nuestro ejemplo, lo más conveniente sería que los tramos más intensos tuvieran una duración mayor de los 5 minutos y los menos intensos, en este caso los que producirían una adecuada recuperación, no deberían ser superiores a los 2,30-3 minutos. Esta alternancia en los esfuerzos permitirá una duración total de 30-60 minutos.

Con esta sistematización de cargas, el trabajo es recomendable para el entrenamiento de la resistencia de larga duración, sea esta tipo I, II, III o IV.

Como objetivos primordiales dentro de esta estructura, podríamos enumerar la adaptación a los cambios de suministro energético, la regulación en la producción y remoción del lactato (a causa de la degradación de glucógeno que se produce en el trabajo a nivel 3 de intensidad), la aceleración en la capacidad de recuperación durante las cargas bajas, el aprovechamiento de los depósitos de glucógeno en los trabajos predominantemente aeróbicos y la sincronización de la activación de diferentes tipos de fibras ST y FT, lo que facilita una mayor economía de movimientos (fig. 3-12).



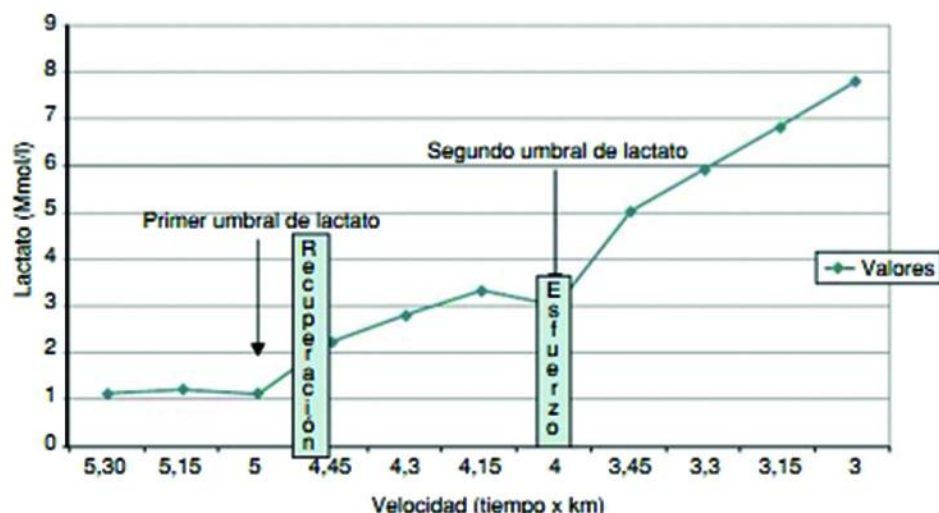
Otra propuesta también podría basarse en la alternancia de dos intensidades de esfuerzo, pero en este caso en el nivel 2 (aeróbico lipolítico), la velocidad un poco por encima del primer umbral

bral del lactato y el nivel 4 (capacidad aeróbica) y nivel 5 (potencia aeróbica), la velocidad por encima del segundo umbral del lactato y un poco por debajo de la velocidad del consumo máximo de oxígeno. Al igual que en el ejemplo anterior, la carga real de este trabajo estará determinada por el tiempo que se permanezca en cada nivel. En este ejemplo, lo más conveniente sería que los tramos más intensos tuvieran una duración como máximo de 5 minutos (dependiendo si la velocidad es por encima del umbral o es cercana al VO_{2max}), y los menos intensos no deberían ser inferiores a los 3 minutos. Esta alternancia en los esfuerzos permitirá una duración total de 20-35 minutos.

La sistematización de este trabajo es recomendable en los deportes de resistencia de duración media y larga tipo I.

Además de la adaptación a los cambios de suministro energético, en este tipo de trabajo existe una supercompensación en los depósitos de fibras ST y FT, una gran participación de este último tipo de fibras como consecuencia de la intensidad que se aplica en las cargas altas (cercano a la velocidad de VO_{2max}) con una consiguiente producción de lactato y remoción durante el trote regenerativo, cambios bruscos en la activación de fibras FT y ST y, en consecuencia, una mejora sustancial en la economía de movimientos (fig. 3-13).

FIG. 3-12. Velocidad de carrera del método continuo variado. En el ejemplo la velocidad, de acuerdo con la duración del trabajo, estaría comprendida entre 4 min, 4 s por km en la recuperación y 4-3 min, 5 s por km en el esfuerzo.



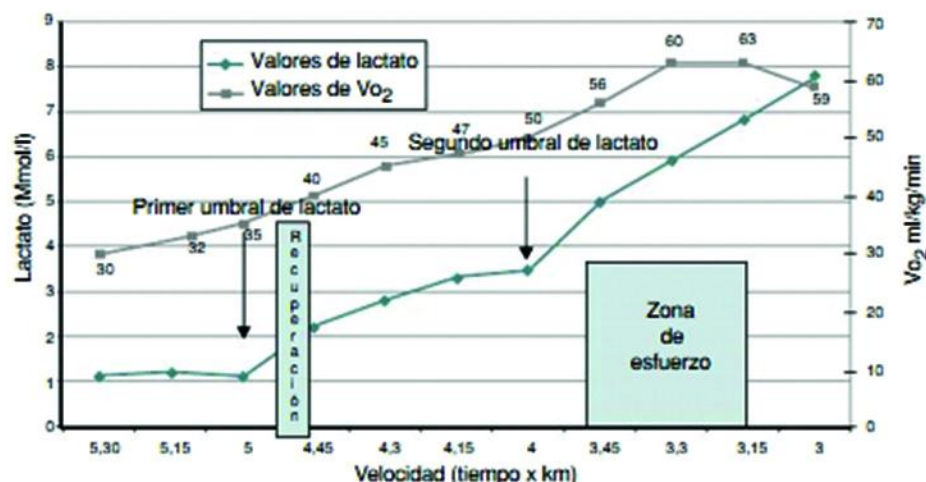


FIG. 3-13. Velocidad de carrera del método continuo variado. En el ejemplo la velocidad, de acuerdo con la duración del trabajo, estaría comprendida entre 4 min, 4 s por km en la recuperación y 3 min, 45 s-3 min, 3 s por km en el esfuerzo.



Como otra variable y de muy buena aplicación para la resistencia de base en los deportes de situación y de combate, podría aplicarse este método continuo variable, con grandes cambios de ritmo, que abarcaría desde el nivel 2 (aeróbico lipolítico) pasando por el nivel 5 (potencia aeróbica) y nivel 9 potencia de ATP-PC (pique a máxima velocidad). Los tiempos en los que se emplea cada carga variarán de acuerdo con el nivel solicitado, pero debemos tener en cuenta que no es conveniente realizar esfuerzos de más de 4-5 segundos en el nivel 9, ni de más de 2 minutos en el nivel 5. Además, para mantener la calidad del esfuerzo, es conveniente partir siempre del nivel 2 de intensidad, es decir, alternar esfuerzos del nivel 2 al 5 o, en su defecto, del nivel 2 al 9. Esto, además de un brusco cambio de ritmo, permite iniciar el esfuerzo en condiciones ventajosas y que este se realice con una gran calidad. En este tipo de trabajo hay una formidable adaptación a los cambios de ritmo, con la consiguiente adaptación a los cambios de suministro energético, activación brusca de las fibras FT, que se produce entre el trote y el pique a máxima velocidad, con importante aplicación de fuerza en la unidad de tiempo. Es importante recordar que el desplazamiento de carrera realizado en el nivel 5, es decir a una velocidad cercana al VO_{2max} , estimula fundamentalmente las fibras FT, lo cual permite realizar trabajos predominantemente aeróbicos pero a una intensidad máxima, con una consiguiente producción de lactato y remoción durante el trote regenerativo.

Principales características de los métodos fraccionados

Este tipo de trabajo engloba a todos los métodos que se realizan con algún intervalo de descanso, y todos tienen como punto en común que no se alcanza una recuperación completa entre el trabajo y el descanso, aunque como es lógico pensar, en los trabajos donde el sistema oxidativo prevalece como fuente energética, las pausas serán menos recuperadoras que en aquellos en los cuales la acumulación láctica sea mayor.

Antiguamente, se calculaba la recuperación de acuerdo con la frecuencia cardíaca según el criterio de una recuperación hasta los 120-130 latidos por minuto. Por supuesto, esto se ha tomado como algo absolutamente generalizado que no se corresponde con la realidad de muchos atletas y entrenamientos que, por sus características, pueden presentar una aparente recuperación en cuanto a la FC se refiere pero que no se relaciona con lo que está ocurriendo a nivel muscular y neurológico; es decir, un determinado sujeto puede presentarse recuperado cardiológicamente pero a su vez esta recuperación no está presente en otros niveles.

Trabajos intervalados

Con este tipo de entrenamientos, podremos llegar a realizar un gran número de variables que pueden tener efecto sobre los diferentes sistemas energéticos y los distintos tipos de fibras musculares, donde la fuerza que debe realizar el

ejecutante llegará a variar sustancialmente de acuerdo con la intensidad y tipo de trabajo.

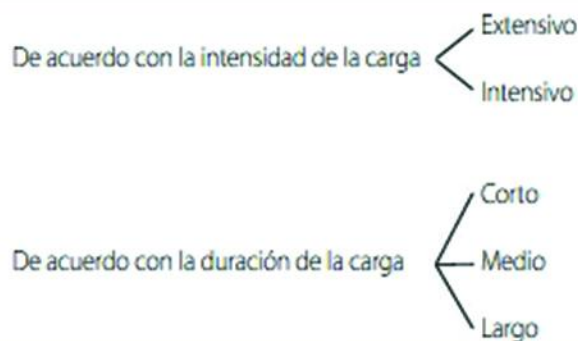
Si bien Zintl (1991) ya había realizado una clasificación similar, fue Fernando Navarro (1998) quien la explicó más detalladamente siguiendo los conceptos explicados a continuación (cuadro 3-3):

A partir de lo anteriormente expuesto, se podrá conformar una gran cantidad de variables, pero teniendo en cuenta al relacionar la intensidad de la carga con su duración que el método intervalado extensivo será medio o largo y el método intervalado intensivo, justamente por el elevado esfuerzo que requiere, ya sea metabólico o neuromuscular, deberá ser corto.

Intervalado extensivo largo

En este caso, se emplean cargas con una duración superior a los 3 minutos y que pueden llegar hasta los 10. La intensidad se desarrollará aproximadamente a nivel del segundo umbral del lactato o un poco por encima, y las pausas tendrán una estrecha relación con el tiempo de esfuerzo, por lo que durarán entre 1 y 1,30 min cuando el esfuerzo sea de 3 min o un poco más largo, y hasta 3-5 min si el esfuerzo es cercano a los 8-10 min. De acuerdo con las características personales y el grado de entrenamiento, las pausas podrán ser activas o pasivas. En el método intervalado extensivo largo, lo más común es que sean activas (velocidad del primer umbral del lactato o un poco por debajo).

CUADRO 3-3. CLASIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS INTERVALADOS DE ACUERDO CON LA INTENSIDAD Y DURACIÓN DE LA CARGA



Como el lector podrá observar, la intensidad que se desarrolla no es de las más altas. Por lo tanto, para que este tipo de entrenamiento surta efecto, deberá realizarse con un volumen mayor que el que podría realizarse si el deportista ejecutara un entrenamiento a la misma intensidad (segundo umbral del lactato) pero de manera continua.

De no relacionar adecuadamente esta intensidad con un volumen mayor (al que se realizaría de forma continua), este trabajo no tendría efecto alguno, ya que fraccionaríamos y agregaríamos pausa a un entrenamiento que podría realizarse sin descanso.

El volumen de trabajo adecuado variará notablemente dependiendo de la condición y la especialidad del atleta. Cuando se realiza un entrenamiento de base en deportes de RDM y en RDL I con deportistas bien entrenados, el volumen neto de la carga podrá estar entre los 40 y los 60 minutos. En el caso de los deportes de fondo (RDL II Y III), en los que es posible mantener la velocidad del segundo umbral por más tiempo que en los deportes de RDM y RDL I, el volumen podría llegar a ser más alto (90 min).

La utilización de fibras recaerá fundamentalmente sobre las ST, lo cual mejorará notablemente la glucólisis oxidativa y aumentará los depósitos de glucógeno en este tipo de fibras, además de producir una mayor capilarización y una gran irrigación periférica que mejorará la capacidad aeróbica con un aumento del VO_{2max} , con mejora también de la efectividad en la producción y remoción lácticas. Todo esto puede observarse de forma práctica con la mejora de la velocidad a nivel del segundo umbral del lactato.

Debido a la gran utilización de fibras ST, no se recomienda este tipo de trabajo para los deportes que necesiten una importante explosividad de movimientos, pero es de gran utilidad en los deportes cíclicos que involucren los tipos de resistencia nombrados.

Intervalado extensivo medio

Las cargas no serán superiores a los 3 minutos ni inferiores al minuto. La intensidad de trabajo estará por encima del segundo umbral del lactato, sin llegar a la velocidad de $\text{VO}_{2\text{máx}}$. Las pausas dependerán del tiempo de esfuerzo, por lo que podrán situarse en 1 minuto, 1 segundo en los esfuerzos cortos y en hasta 2 minutos para los esfuerzos más largos (3 minutos). Este tipo de trabajo posibilita elevar los niveles de lactato y aumentar su producción con la consiguiente eliminación, pero la demanda de este trabajo recaerá fundamentalmente sobre las fibras ST.

La metodología descrita centra su acción sobre la capacidad y la potencia aeróbica a través de una importante deuda de oxígeno, que mejorará los valores de $\text{VO}_{2\text{máx}}$.

Este tipo de trabajo es recomendable para los deportes cíclicos que involucren la resistencia de mediana duración (RDM) y los de RDL I, con un volumen neto de carga que no deberá superar los 45 min.

Intervalado intensivo corto

En este método existe una importante amplitud en el tiempo de los respectivos esfuerzos que puede comprender unos pocos segundos (8-15) hasta los 60. Por supuesto que la intensidad estará relacionada con el tiempo que dure cada repetición: máxima (en el caso de 8 s) a casi máxima o muy alta cuando el esfuerzo se sitúa en el otro extremo (60 s).

En este tipo de trabajo, al existir una gran intensidad y por lo tanto una importante aplicación de fuerza, las fibras FT tendrán un papel muy importante.

Si bien las pausas no deben ser completas, sí deben ser lo suficientemente largas como para permitir realizar los diferentes esfuerzos sin perder intensidad en las repeticiones y series ejecutadas, por lo que comúnmente se utilizan entre 3 a 4 series de 3 o 4 repeticiones cada una, con una pausa de 2 a 3 minutos entre repeticiones y 5 a 10 minutos entre series. Por supuesto que esto estará relacionado con la duración e intensidad de los esfuerzos.

Por ejemplo: un esfuerzo de 30 segundos, donde por la duración la intensidad será casi máxima, estará seguido de una pausa de 2 a 3

minutos entre repeticiones y de 10 minutos entre series, con esfuerzos más cortos (aprox. 10 s), donde la intensidad será máxima, las pausas entre repeticiones serán de aproximadamente 2 minutos o un poco más y de 5 a 10 minutos entre series.

Metabólicamente, los esfuerzos más largos (30 s) producirán una mejora de la producción y tolerancia del lactato; de esta forma, se aumentará la potencia láctica, además de una importante participación de la potencia aeróbica que se logra a partir de la sumatoria de estos esfuerzos de gran intensidad. En el caso de trabajos más cortos (aprox. 8-10 s), se utilizarán los depósitos de fosfágenos y, por acumulación de esfuerzos, aumentará el ritmo de producción de lactato y de esta manera se mejorará la potencia láctica.



Como expresáramos en párrafos anteriores, al aplicarse una gran intensidad existe en este tipo de trabajo una gran utilización de fibras rápidas FT, por lo que se debe contemplar una correcta articulación entre los esfuerzos y descansos que permita mantener el ritmo de esfuerzo planificado, ya que una notoria pérdida de velocidad en el ritmo de trabajo trae como consecuencia la utilización de fibras ST, ya sea por agotamiento neuromuscular, metabólico o ambos de las fibras rápidas, además de una importante lentificación de los impulsos nerviosos.

ENTRENAMIENTO INTERMITENTE

Los primeros estudios científicos publicados sobre el entrenamiento intermitente fueron hechos por Astrang en 1960. En ese momento, el afamado investigador planificó un estudio en el que obtuvo resultados muy interesantes. Ese trabajo consistió en realizar un esfuerzo ininterrumpido en el transcurso de 1 hora; la carga que permitió cumplir con el tiempo estipulado fue de 175 watts en el cicloergómetro.

Posteriormente se duplicó la carga, es decir, se colocaron en el cicloergómetro 350 watts. Al pedalear con esta carga, a los 9 minutos el ejecutante se encontraba totalmente agotado, pero

cuando se realizó un trabajo de 30 segundos seguido por 30 segundos de pausa, 30 segundos de trabajo y nuevamente 30 segundos de pausa, los investigadores encontraron que este proceso podía repetirse durante 1 hora, es decir, con un esfuerzo neto de 30 minutos antes de llegar al agotamiento.

En el mismo estudio fue posible constatar que, a medida que aumentaba el tiempo de esfuerzo y a pesar de que también lo hacía de manera proporcional el descanso, el trabajo resultaba ser más agotador y llegaba a ser extenuante cuando se ejecutaban 3 minutos de esfuerzo seguidos de 3 minutos de recuperación.

A partir de lo expuesto, Astrang y cols. llegaron a las siguientes conclusiones:

Con períodos de trabajo breves, se puede soportar cargas intensas sobre la masa muscular y órganos transportadores de O_2 y se afectan en menor medida los procesos que llevan a una importante acumulación de lactato sanguíneo. De esta manera, el esfuerzo principal comienza a recaer sobre factores neuromusculares (fuerza) sin un gran aumento del consumo de oxígeno, y así se limitaría una acumulación importante de lactato, ya que los procesos anaeróbicos también serían solicitados en menor medida.

Por lo tanto, el ejercicio intermitente puede definirse como breves trabajos intensivos seguidos de períodos de recuperación menos intensos o pasivos. Algunos autores, entre los que se destacan Colli y cols. (1997), clasifican el trabajo intermitente de acuerdo con la intensidad del esfuerzo en:

Intermitente máximo

Realizado a velocidades máximas o mayores al 130% de la **velocidad aeróbica máxima (VAM)** (mínima velocidad donde se llega al consumo máximo de oxígeno [VO_{2max}], inicio de la meseta del límite del VO_{2max} , es decir, la máxima velocidad que se puede mantener en condiciones predominantemente aeróbicas), es importante destacar que esta **velocidad aeróbica máxima** podrá prolongarse de manera continua en un tiempo comprendido entre los 3 y los 8 minutos, dependiendo, por ejemplo, si se trata de un fondista, en cuyo caso podrá mantenerla du-

rante mayor tiempo, o si se trata de un deportista proveniente de deportes explosivos, en cuyo caso el tiempo será considerablemente menor.

En este tipo de trabajo, el sistema energético por utilizar será predominante anaeróbico y, al ser trabajos de gran intensidad, las fibras FT estarán muy comprometidas. Además, la duración del esfuerzo deberá ser corta (5-10 s), con pausas más largas pero no totalmente recuperadoras (20-40 s), es decir, una relación trabajo-descanso de aproximadamente 1:4 (por 1 tiempo de trabajo, 4 tiempos de descanso). Con otro tipo de estructuras en las cuales se utilicen pausas de recuperación más cortas, será muy difícil poder mantener la intensidad del esfuerzo durante todo el trabajo.

Compromiso metabólico y neuromuscular del trabajo intermitente

Supongamos que realizamos en deportistas de conjunto con buena condición física un trabajo de 5 segundos de esfuerzo a máxima intensidad seguido de 20 segundos de pausa por 10 repeticiones, pero estructurados de diferentes maneras, las que a continuación pasamos a detallar.

El entrenamiento A se realiza corriendo a máxima intensidad en línea recta. De esta forma, quedaría materializado en 5 segundos de carrera a la máxima velocidad posible, seguidos de 20 segundos de pausa pasiva, durante 10 repeticiones. Aunque la condición física del ejecutante sea buena, si medimos la distancia recorrida luego de cada repetición veremos cómo de manera paulatina la velocidad va decreciendo y llega a ser considerablemente menor en las últimas respecto de las primeras.

Si al finalizar el trabajo les tomamos a los ejecutantes una muestra de lactato sanguíneo inmediatamente pos-esfuerzo y otra a los 5 minutos de haber finalizado el trabajo, podremos observar valores elevados de este metabolito.

Entonces, ¿qué es lo que puede haber sucedido? Si realizamos esfuerzos de 5 segundos, ¿cuál es la razón por la que los niveles de lactato aumentan? Simplemente, estos niveles lácticos se encuentran elevados por acumulación de trabajo. Recordemos que un esfuerzo de máxi-

ma intensidad de 5 segundos de duración no debería por sí solo producir grandes aumentos de lactato, pero al repetir este esfuerzo durante 12 veces con una pausa incompleta (20 s) y al no poder resintetizarse totalmente los depósitos de ATP-PC de las fibras rápidas, entraremos inevitablemente en el sistema del ácido láctico con una pérdida paulatina de velocidad, producto del cansancio provocado sobre las fibras FT (fig. 3-14).

Ahora bien, si en la misma estructura de trabajo, $5 \text{ s} \times 20 \text{ s} \times 10 \text{ rep.}$ pero en lugar de realizarse en línea recta se ejecuta sobre una distancia de 10 metros, donde el deportista deba realizar un esprint, frenar y retomar otro esprint, podremos observar que el deportista puede mantener la intensidad del esfuerzo durante casi todo el recorrido, siempre que posea adecuados niveles de explosividad (véase la fig. 3-15).

En este caso, al realizar un fuerte esprint desde la posición de parado, luego frenar bruscamente (en ese momento se llega a velocidad 0), cambiar de dirección y volver a realizar otro esprint y así sucesivamente hasta completar los 5 segundos (por lo general este tiempo se cumple con un ida y vuelta, es decir, dos piques y una frenada; deportistas muy explosivos pueden llegar a realizar un recorrido de ida y vuelta más algunos metros, lo que resultaría en tres piques y dos frenadas), como observamos más arriba la pérdida de velocidad es menor en el caso B que en el A. Esto podría interpretarse de la siguiente manera: al realizar el esprint, frenar, cambiar de dirección y volver a realizar otro esprint, la estructura de movimiento tanto externa (el movimiento que realizamos, junto con los niveles

de fuerza aplicados, gran aplicación de fuerza al salir de la posición de parado e intentar llegar a la máxima velocidad, luego existe una aplicación de fuerza menor [durante la carrera] para aumentar nuevamente en el momento del frenado y así sucesivamente) como interna (las fibras musculares que se ven involucradas cambian notoriamente), en este caso al verse involucradas diferentes fibras, por supuesto que predominantemente fibras FTa y FTX explosivas, podría ser la causa de un mayor compromiso neuromuscular, por lo que sujetos con buenos niveles de explosividad se verían altamente favorecidos por este tipo de trabajo, independientemente de la capacidad aeróbica que puedan tener, ya que aquí juega un papel fundamental la aplicación de fuerza en muy cortos períodos y no la resistencia a los trabajos de larga duración.

¿Cuál es la razón por la que decimos que los niveles de fuerza máxima y la velocidad de aplicación de esta fuerza, lo que se traduciría en fuerza explosiva, son primordiales para este tipo de trabajo? Aquí, como se explicó en capítulos anteriores, la reserva de fuerza (diferencia entre la fuerza máxima y la aplicación de fuerza en el movimiento deportivo) resulta fundamental, ya que al existir adecuados niveles de esta capacidad condicional (fuerza), además de poder ser esta aplicada durante el movimiento deportivo en el menor tiempo posible, aumentará inexorablemente la **economía de movimiento**, lo que se traducirá en un mayor rendimiento.



En este tipo de estructuras, donde se alternan el trabajo cíclico y el acíclico y se conjuga una gran aplicación de fuerza, el sistema neuromuscular prevalecerá sobre el trabajo metabólico; por lo tanto, los niveles de fuerza explosiva y capacidad reactiva que el sujeto pueda tener al momento de realizar estos trabajos jugará un papel fundamental sobre el rendimiento en estas actividades.



A partir de lo expuesto, deberíamos considerar como de orden lógico pensar en obtener en primer lugar adecuados niveles de fuerza y fuerza explosiva antes de abocarnos a obtener

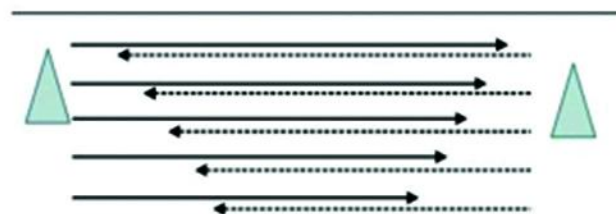


FIG. 3-14. Cada una de las líneas enteras representa un esprint de 5 s de duración seguidos por 20 s de pausa pasiva; las líneas punteadas representan el esprint de vuelta tras los 20 s de pausa (total 10 pasadas).

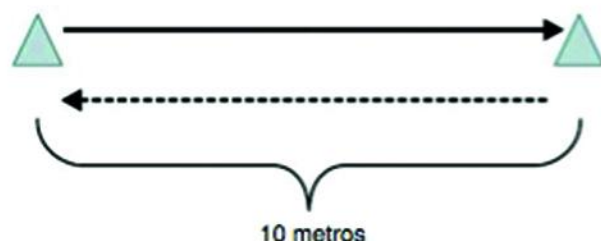


FIG. 3-15. Los conos representan los extremos demarcados en una longitud de 10 metros, la línea entera representa los esprints de ida y la línea punteada, el esprint de vuelta que el atleta recorre en 5 s seguidos de pausas de 20 s de recuperación.

mayores niveles de resistencia metabólica, ya que si es nuestra intención adquirir altos niveles de resistencia ante trabajos explosivos, y considerando que esta resistencia debe sostener los niveles de explosividad que poseemos, para poder mantener estos adecuados niveles de explosividad primero debemos poseerlos; por eso cuando estemos abocados a mejorar la resistencia intermitente en esfuerzos de sub máxima o máxima intensidad deberemos considerar en primer lugar el entrenamiento de la fuerza máxima, explosiva y capacidad reactiva que se traducirán (siempre que exista una adecuada técnica de movimiento) en mejoras en los niveles de salto, lanzamientos, velocidad de reacción y frenado. Una vez esto, deberíamos abocarnos a la tarea de obtener adecuados niveles de resistencia ante estos esfuerzos o en su defecto, y en caso que por una cuestión de tiempo se requiera, se buscará obtener adecuados niveles de explosividad y resistencia de forma casi simultánea.

De esta manera, quedarían descartados los trabajos continuos extensivos de larga duración para este tipo de esfuerzos. Aquí, las fibras estimuladas serían primordialmente las ST, ya que los esfuerzos son de baja intensidad con impulsos nerviosos de baja frecuencia, lo que resultaría en una contraposición, es decir, sustentación de trabajos en los que primordialmente ejercen su efecto las fibras FT realizando entrenamientos donde la acción principal recae en las fibras ST.

Como veremos más adelante, es importante resaltar que el trabajo intermitente máximo

no solo se limita al esprint, ya sea este con freno, cambio de dirección o sin estos. Además, dentro del intermitente máximo es posible realizar innumerables combinaciones con diferentes tipos de saltos, concatenados o no con piques y frenadas, como así también ejercicios con sobrecarga. Aquí, la fatiga se relaciona, además de con los correspondientes sustratos energéticos, principalmente con las alteraciones de orden neuromuscular que estas actividades provocan, ya que actúan a nivel de la estructura muscular y su correspondiente funcionamiento nervioso.

Relación entre el trabajo intermitente de máxima intensidad y el $VO_{2máx}$

La resistencia al esprint es considerada como un factor relevante en la mayoría de los deportes de situación (fútbol, básquet, handball, rugby, hockey, etc.), y dicho factor se destaca como el de mayor significación en las diferentes situaciones de juego (Davis y Brewer, 1992). Como es lógico suponer, aquel jugador que necesite menos tiempo para recuperarse de un esprint máximo tendrá durante las diferentes acciones de juego la posibilidad de poder realizar una mayor cantidad de estos piques cortos y, con esto, poder anticiparse al contrario.

Algunas publicaciones, como la de Bogdanis y cols. (1996), han sugerido que el $VO_{2máx}$ puede llegar a ser un factor determinante en la recuperación energética entre estas repeticiones de esprint mediante la capacidad para resintetizar fosfocreatina o por la remoción de lactato. Parecería que esta relación es menor cuando se trata de esfuerzos máximos y de muy corta duración, donde es probable que la degradación de la fosfocreatina sea menor. Relacionado con esto, existen estudios (Barbero Álvarez, 2002; Aziz, 2000; Silva y Mariño, 2011) que sugieren una pobre relación entre la potencia máxima aeróbica ($VO_{2máx}$) y la capacidad de realizar esprints máximos con pausas cortas de recuperación, por lo que la medición del $VO_{2máx}$ resultaría ser un pobre indicador de la recuperación tras ejercicios intermitentes de máxima intensidad y muy corta duración. En este estudio, fue posible constatar que sujetos con similares va-

lores de $\text{VO}_{2\text{máx}}$ mostraban grandes diferencias en su recuperación cuando ejecutaban esprines máximos repetidos, con lo cual pudo estimarse que la medición del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ es un pobre indicador en jugadores de deportes de equipo, lo que llevó a la sugerencia de que otros factores (como la resistencia a esfuerzos explosivos [factores neuromusculares]) son los que tienen una mayor influencia en la recuperación. Además, se pudo constatar que aumentos del 6% en el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ no implican una mejora en el rendimiento en pruebas de esprines muy cortos con pausas incompletas de recuperación.

Lo expuesto también puede estar relacionado con los valores de VO_2 que poseían los deportistas al momento de ser evaluados, ya que Hoffman (1997), al evaluar soldados de infantería, encontró que en los que poseían valores de $\text{VO}_{2\text{máx}}$ por debajo de la media de la población general el índice de fatiga tras la realización del esprint de máxima intensidad y muy corta duración era superior a los que poseían valores de $\text{VO}_{2\text{máx}}$ superiores a la media general, pero si estos sujetos mejoraban su VO_2 , esta mejora no se traduciría en una optimización en los esfuerzos repetidos de máxima intensidad y muy corta duración. A partir de esto, el autor pudo deducir que la relación entre potencia aeróbica y esfuerzo intermitente de máxima intensidad se limitaría a valores de VO_2 que estén por debajo de $50 \pm 3,8 \text{ mL/kg/min}$. Una vez alcanzado un determinado valor, comenzará a perderse la relación entre las dos variables.

En este sentido, podemos citar un estudio realizado por Aziz y cols. (2000) donde se correlacionó moderadamente el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ con el tiempo total durante la realización de una prueba de 8 esprines de 40 metros en jugadores de fútbol y hockey sobre césped de nivel profesional. Se concluyó que el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ tiene poca influencia en el resultado de esprines repetidos.



A partir de esto, llegamos a la siguiente conclusión: cuando existen ciertos niveles de potencia aeróbica, no existe relación directa entre esta y la capacidad de realizar piques cortos, pero cuando los niveles de potencia aeróbica son muy bajos, la relación entre el VO_2 y la capa-

cidad de eficiencia en esprines repetidos es más alta. Por lo tanto, en sujetos sin entrenamiento y en cuanto a la potencia aeróbica, sería importante buscar una mejora en esta condición, no necesariamente por medio de trabajos continuos de larga duración, sino también a través de trabajos intermitentes predominantemente aeróbicos y, si se considera necesario, por la aplicación de entrenamientos fraccionados con predominio aeróbico. Creemos que es muy importante destacar que cuando más explosivo es el mejor esprint individual (mayor velocidad de carrera), también es probable que se produzca una mayor disminución del rendimiento si comparamos los tiempos obtenidos entre los primeros y los últimos piques, pero aunque este índice de fatiga sea mayor, la sumatoria de tiempo entre los diferentes esprines será menor en las personas explosivas respecto de los que no poseen un adecuado nivel de explosividad. Por lo tanto, los atletas más veloces, aunque posean un mayor índice de fatiga, estarán en condiciones de ejecutar más eficazmente, por ejemplo, 7 esprines con pausas incompletas que los atletas menos explosivos y con un menor índice de fatiga (fig. 3-16).

Intermitente submáximo

Realizados a velocidades comprendidas entre el 95 al 110% de la VAM, en este caso el sistema energético predominante será el aeróbico, ya que como explicáramos antes la velocidad de traslación será la correspondiente al $\text{VO}_{2\text{máx}}$ (velocidad aeróbica máxima) o levemente por debajo o por encima de esta. Por supuesto que esta participación aeróbica estará relacionada con la intensidad y duración de los diferentes esfuerzos; por ejemplo, si realizamos trabajos estructurados en series de una duración total de 8 minutos comprendidos entre $10 \times 10 \text{ s}$ a una intensidad de carrera del 95 % de la VAM, la participación aeróbica será mayor que si realizamos trabajos de mayor duración, por ejemplo, $15 \times 15 \text{ s}$, $20 \times 20 \text{ s}$ y $30 \times 30 \text{ s}$. Además, no solamen-

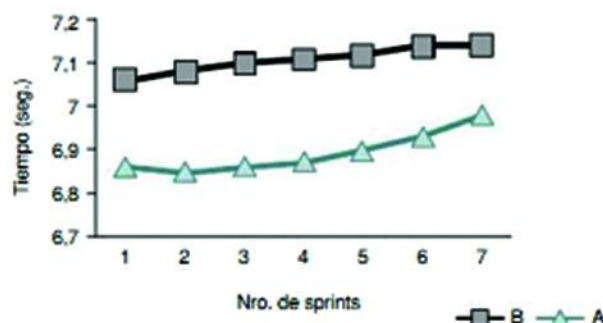


FIG. 3-16. Comparación entre dos sujetos que realizaron siete sprints (test de sprint de Bangsbo). Como puede observarse, el sujeto B presenta menor índice de fatiga que el A, pero este último es más veloz que el B; por lo tanto, es más efectivo aunque la pérdida de velocidad sea mayor.

te el tiempo de esfuerzo juega un papel relevante, ya que la intensidad de este esfuerzo resulta fundamental. Esto es así porque la combinación de las distintas intensidades de la VAM (95-100-105-110%), junto con los diferentes tiempos de la duración del esfuerzo y sus correspondientes pausas (10-15-20-30) determinarán la deuda de oxígeno existente y la mayor o menor participación aeróbica-anaeróbica durante el esfuerzo. A su vez, esta forma de trabajo intermitente nos permite desarrollar mayores volúmenes de entrenamiento a altas intensidades, volúmenes que el trabajo intervalado no nos permitiría mantener. Por ejemplo, si nuestra intención fuera realizar 4 pasadas de 1 000 metros al 100% de la VAM, podríamos mantener esta intensidad en la primer pasada, a lo sumo en la segunda; luego, indefectiblemente deberíamos disminuir la intensidad al 95 o 90% de la VAM, ya que la duración del esfuerzo es muy grande como para poder mantenerlo en esos niveles.



A modo de ejemplo, supongamos que nuestra VAM es de 3 min, 30 s por km, lo que equivale a 4,8 metros por segundo. En este caso, una persona bien entrenada podría trasladarse a esta intensidad de carrera durante los primeros 1 000 metros; pero luego, a pesar de existir pausas considerables, sería muy difícil poder mantener la intensidad al 100 % de la VAM en las otras repeticiones de 1 000 metros. Ahora bien, si transformamos este ritmo de carrera en un entrena-

miento intermitente de 4 series de 7 minutos de duración cada una a una intensidad de 100% de la VAM de 10 s de esfuerzo seguido por 10 s de pausa, para nuestro ejemplo de 3min, 30s/km o 4,8 m/s quedaría la siguiente estructura:

4 x (7 min x 10 s. x 48 m x 10 s de pausa) x 3 min macropausa.

Aquí estaríamos realizando un volumen de 4 032 metros a una velocidad del 100% de la VAM (en 7 minutos podremos realizar 21 pasadas de 48 metros, lo que es igual a 1 008 metros) y si a esto lo repetimos 4 veces nos quedará un volumen total de 4 032 metros, volumen que no podríamos realizar a esta intensidad de carrera en un trabajo fraccionado por el gran desgaste que este produciría. Ahora bien, como lo indica el trabajo realizado por Bisciotti (2004), a esta intensidad (100% VAM), tampoco nos encontraríamos con altos niveles de lactato. Al analizar esta metodología de entrenamiento, podemos observar que por la alta intensidad que este trabajo presenta las fibras musculares que actúan mayoritariamente son las FT y las pausas, aunque incompletas permiten, a las fibras rápidas una parcial recuperación que posibilita puedan actuar durante el siguiente esfuerzo también a alta intensidad. A medida que aumentamos la duración del esfuerzo (20 x 20, 30 x 30 s), los valores lácticos promedio paulatinamente también irán en ascenso aunque la intensidad sea la misma (100% de la VAM). Al aumentar la intensidad (105-110% de la VAM), por supuesto que el compromiso anaeróbico y de utilización de fibras FT (aumento de la aplicación de fuerza) será mayor, cuestión que lógicamente se ve reflejada en la mayor acumulación láctica y en la mayor diferencia en estos niveles de lactato que podemos encontrar si hacemos diferentes muestras, por ejemplo, al promediar y finalizar el trabajo. Es importante destacar que los valores lácticos comienzan a aumentar abruptamente a partir de la utilización del 115% de la VAM; en este caso, no solo existe una gran aplicación de fuerza para poder mantener el ritmo de carrera, lo que trae aparejado un reclutamiento mayor de fibras FT y, por supuesto, una mayor acumulación láctica con actuación predominante del metabolismo glucolítico.

TRABAJO CONTINUO VS. INTERMITENTE

Por sus características, el trabajo continuo es mucho más denso que uno intermitente; es decir que mientras este último presenta períodos de esfuerzo seguido por iguales o superiores períodos de descanso, el entrenamiento continuo no tiene descanso, por lo que lógicamente debe transcurrir a una intensidad mucho menor que el intermitente. Por lo tanto, al ser de una intensidad menor también existirá una menor aplicación de fuerza, lo que permitirá que las fibras involucradas sean mayoritariamente las ST.

Si bien en un pasado reciente se hablaba de que en teoría durante el entrenamiento la metodología utilizada debería ser desde lo continuo hasta lo fraccionado, no es lógico suponer que esfuerzos realizados a baja intensidad absoluta, baja frecuencia de estímulo y con volumen de trabajo elevado puedan ser sustento para realizar trabajos de alta intensidad, con reclutamiento mayoritarios de fibras FT, con alta aplicación de fuerza y frecuencia de impulso nervioso. De esta forma, se pone el acento no solo en el estrés metabólico sino también en el neuromuscular, lo que no ocurre ni con el entrenamiento fraccionado y mucho menos con el continuo. Por consiguiente, poseer una gran resistencia a trabajos continuos no necesariamente se traduce en un mismo rendimiento para trabajos intermitentes. Esta relación es aún menor si nos encontramos frente a trabajos intermitentes cíclicos acíclicos, donde el ejecutante deba correr, frenar, volver a correr, saltar, girar, etc. En estos casos, las fuerzas explosiva y reactiva juegan un papel fundamental, además de conjugarse una permanente alternancia entre el metabolismo predominantemente aeróbico y el predominantemente anaeróbico, aunque luego, por sumatorias de esfuerzo e intensidad aplicada, será uno el que prevalezca. Esto resultará fundamental al momento de organizar un entrenamiento orientado a la mejora de la resistencia, sea que se realice en forma continua o intermitente, ya que no podemos concebir esta cualidad de igual manera si estamos frente a un deporte cíclico de larga duración y baja aplicabilidad de fuerza (tal es el caso de la maratón), cíclico de mediana duración y una alta aplicación de fuerza (como puede

ser el remo y los deportes de situación), donde la resistencia se concibe como la posibilidad de poder correr, frenar, volver a correr, cambiar de dirección, saltar etc. Por lo tanto, tener la capacidad de realizar todas estas acciones a gran velocidad y explosividad durante el desarrollo del evento nos permitirá anticiparnos al adversario en estas situaciones, y si podemos lograrlo como lo analizamos anteriormente, sin que la explosividad y velocidad de los diferentes estímulos decaiga, podremos afirmar que somos resistentes para esa manifestación deportiva, por lo que la capacidad de la utilización coordinada intramuscular e intermuscular de las diferentes manifestaciones de fuerza resultarán fundamentales en el desarrollo de la resistencia.

A partir de estas consideraciones, tenemos que tener en claro que no existe una única metodología para el entrenamiento de la resistencia, ya que esta se traducirá específicamente en rendimiento deportivo a través de un tiempo determinado y esto no depende solo de factores metabólicos (como el suministro de oxígeno), sino de una gran interrelación de factores, y cuanto mayor sean las diferentes situaciones cambiantes que el deporte exija (tal es el caso de los deportes de situación, sean estos de conjunto, individuales o de combate), mayor será la participación coordinativa a nivel neuromuscular. Esto ocasiona que el gasto energético sea mayor en las acciones que requieran acelerar y frenar que en aquellas que se realizan de manera continua. Bisciotti (2000) realizó un estudio en el que se muestra que un sujeto que realizó 20 repeticiones de 50 metros a una velocidad de 5 m/s (3 min, 20 s/km), es decir 1 000 metros, tiene un gasto energético 32% mayor que cuando corre de manera continua 1 km en 3 min, 20 s. Este mismo autor pudo constatar que a medida que aumentaba el número de repeticiones pero disminuía la distancia entre ellas y se mantenía el volumen total (1 km), el gasto energético aumentaba junto con el incremento de las repeticiones aunque el volumen siguiera estable; es decir que la cantidad de partidas y frenadas ejercen efectos neuromusculares mayores, y con esto, un gasto energético superior, lo que se traduce en una mayor exigencia que para el mismo volumen e intensidad de trabajo pero realizado de manera continua.

DIFERENTES ACTIVIDADES Y SU RELACIÓN CON LA FATIGA

En la mayoría de los deportes de situación, sean estos colectivos o no, la estructura se basa en una gran cantidad de repeticiones de impulsos cíclicos y acíclicos. Por ejemplo en el voleibol, se encadenan saltos de forma intermitente e irregular (acíclica) y en el fútbol se encadenan esprines con saltos, frenadas, trote cómodo, etc., es decir, un sinnúmero de situaciones acíclicas y cíclicas concatenadas de manera absolutamente cambiante. En cambio otros deportes, como por ejemplo las carreras, el remo y el canotaje, se realizan de manera cíclica, es decir, una repetición regular de los mismos movimientos.

Es muy común ver en estos deportes cómo al final de un partido, regata o carrera se va perdiendo calidad en los movimientos, así como eficacia, potencia y velocidad, con la consiguiente disminución del rendimiento.

Por lo general, al momento de aumentar la resistencia, ante estas situaciones se recurre a entrenamientos predominantemente aeróbicos sin contemplar otros factores que se relacionan con aspectos neuromusculares, los cuales deben ser tenidos en cuenta el momento de buscar una mejora en la resistencia.

Luego de la realización de carreras de larga duración (maratón y media maratón), Avela (1998) midió la calidad del impulso de carrera y constató un aumento del pico de impacto y una disminución del pico de propulsión, lo cual provocaba un aumento en el tiempo total de duración del apoyo, se ejercía una acción más larga contra el suelo y aumentaba el consumo de energía con la consiguiente disminución de la velocidad.

En este tipo de actividades, las causas de la fatiga estarán basadas en factores metabólicos (disminución de sustratos energéticos), neuromusculares (alteración del ciclo de estiramiento-acortamiento [CEA]) y lesiones miofibrilares que modificarán la estructura muscular. A partir de esto, es importante destacar que no solo la mejora de los factores metabólicos ($VO_{2\text{máx}}$ y depósitos energéticos) influenciarán positivamente en la resistencia de larga duración, sino que también un adecuado trabajo sobre el CEA

y la fuerza muscular jugará un papel relevante al disminuir, luego del cansancio producido por la actividad, la rigidez muscular, que se compensa aumentando el empuje de apoyo. Con relación a esto, Paavola (1999) realizó un estudio con corredores de 5 000 metros que consistía en la aplicación de esprines, zancadas en forma de salto y diferentes tipos de saltos a pies juntos, además por supuesto, del entrenamiento específico; se obtuvo una notoria mejora en el tiempo de 5 000 metros en el grupo que realizaba trabajo explosivo sin que se vieran alterados los valores de $VO_{2\text{máx}}$. Así, fue posible observar que no solo aspectos energéticos influyen en este tipo de corredores, sino también los aspectos neuromusculares citados.



Como conclusión, debemos tener en cuenta que en esfuerzos intermitentes de alta y muy alta intensidad, tal es el caso de los deportes colectivos o individuales de situación, será preciso considerar en primer lugar la mejora ante esfuerzos explosivos para luego sí tomar en cuenta la forma adecuada de encadenamiento de estas acciones y obtener una resistencia específica que nos permita una adecuada optimización para el deporte en cuestión, considerando como contradictorio realizar esfuerzos prolongados de baja intensidad, donde predomine el trabajo sobre fibras lentas, y que esto sirva de base para realizar esfuerzos explosivos donde las fibras rápidas son las comprometidas.

APLICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO INTERMITENTE EN LOS EJERCICIOS DE SOBRECARGA Y SALTOS

En un pasado no tan lejano, se consideraba fundamental dentro de la planificación del entrenamiento obtener adecuados niveles de resistencia de fuerza para luego pensar en el incremento de la fuerza máxima y explosiva. Esta estructura significaba la realización de diferentes ejercicios con una gran cantidad de repeticiones en cada una de las series, con lo cual se obtenía una gran lentificación de movimientos

entre las primeras repeticiones respecto de las últimas y una gran acumulación láctica a nivel local, cuestiones que no reportaban beneficio alguno para un posterior incremento de fuerza máxima y explosiva.

En la actualidad, tal como expresáramos anteriormente, se considera fundamental el incremento de altos niveles de explosividad sustentados en adecuadas combinaciones de trabajos de fuerza y explosividad. A partir de esto se buscará obtener adecuados niveles de resistencia específica para cada deporte, pero considerando que esta resistencia no puede concebirse a costa de la pérdida de velocidad, sino que debe obtenerse junto con la velocidad de estos movimientos, teniendo como objetivo, por ejemplo en los deportes de situación, la realización de una gran cantidad de movimientos explosivos con pausas incompletas en los que la pérdida de velocidad sea nula o, en su defecto, la menor posible.

Considerando esto último, no solo los diferentes trabajos intermitentes realizados en el campo cuyo objetivo sea la mejora de la resistencia a los trabajos explosivos resultan de suma importancia, sino que también los intermitentes con ejercicios de sobrecarga deben ser considerados al momento de planificar. Los tiempos de ejecución y pausa más clásicos en este tipo de trabajo son de 10 segundos de esfuerzo seguidos por 20 segundos de pausa, además de combinaciones más exigentes de 10 s x 10 s o 20 s x 20 s, todos sobre series cuya duración puede ser de 2, 3 a 6 minutos, dependiendo del deporte además de múltiples factores, como por ejemplo el período en el que nos encontramos y teniendo en cuenta que los dos últimos ejemplos son de una exigencia mucho mayor, por lo que deben ser adaptados a determinadas circunstancias cuidando de no producir grandes fatigas con la consiguiente pérdida de velocidad en la ejecución de los diferentes movimientos junto con la predominante utilización de fibras lentas en ellos.

Trabajo intermitente con predominio de la velocidad

Debemos considerar que al realizar trabajos intermitentes con saltos o con diferentes ejerci-

cios de sobrecarga estos pueden estar orientados a estimular la "parte baja" de la curva fuerza-tiempo, es decir, con predominio de la velocidad sobre la fuerza.

Aquí, la prioridad en la estructura del trabajo la tendrán los saltos, los piques y todos aquellos ejercicios con sobrecarga que se realicen con un porcentaje de carga bajo, además de una cantidad de repeticiones que estén lejos de ser las máximas para esa serie, es decir, con un carácter de esfuerzo bajo. Esto permitirá realizar los ejercicios a una gran velocidad y priorizar la explosividad en los movimientos.

Es importante recordar que los ejercicios realizados de manera simplificada provenientes del levantamiento olímpico de pesas (arranque colgado a media flexión o cargadas colgadas a media flexión) realizados, como dijimos anteriormente, con cargas ligeras pueden resultar un gran estímulo no solo para la velocidad de movimientos, sino también para estimular en alto grado los diferentes niveles de coordinación.

Trabajo intermitente con predominio de la fuerza

En esta estructura, el trabajo se orienta a estimular la parte media a alta de la curva fuerza-tiempo, es decir, la zona de máxima potencia (óptima relación entre la fuerza y la velocidad), si bien podemos realizar el trabajo en los mismos tiempos que los anteriores (10 x 20, 10 x 10, 20 x 20, etc.) o, en su defecto, estipular un número determinado de repeticiones para cada serie de trabajo (p. ej., 6-8), y la pausa es el tiempo que se tarda en desplazarse desde un ejercicio a otro. En esta estructura de trabajo, los ejercicios con carga tendrán un protagonismo mayor respecto de los saltos y la velocidad. En relación con el porcentaje utilizado respecto de 1RM, este partirá de aproximadamente el 55-60%. Si bien la velocidad empleada no será máxima (aunque se intentará realizar a máxima velocidad), una adecuada combinación de cargas y ejercicios nos permitirá, por un lado, estimular los trabajos sobre la zona de máxima potencia y, por otro, teniendo en cuenta la sumatoria de trabajo, la resistencia general se verá estimulada (ver Anexo).



Es importante destacar que al realizar trabajos intermitentes con ejercicios de sobrecarga, carreras y saltos debemos tener en cuenta a la hora de planificar que los ejercicios seleccionados deben tener diferente estructura interna y externa (no trabajar los diferentes grupos musculares de manera parecida, es decir, realizar estructuras donde los diferentes ejercicios presenten formas cambiantes, de manera tal que las formas y las fibras que trabajen sean variadas).

Trabajo intermitente de fuerza y velocidad

Esta sería una combinación del intermitente con predominio de fuerza y el de predominio de la velocidad. En este caso, se estimularía la parte baja, media y alta de la curva fuerza tiempo, utilizando para tal fin una metodología de contraste, es decir, cargas bajas y altas de manera alternativa, con diferentes efectos sobre el sistema neuromuscular, con el agregado del componente resistencia (ver Anexo).

INTERMITENTE PARA LA CALIDAD DE VIDA

Hasta el momento, hemos analizado el entrenamiento intermitente vinculado al rendimiento deportivo, pero además es importante destacar que este tipo de trabajo puede ser de gran utilidad para sujetos cuyo objetivo principal sea optimizar su calidad de vida, mejorando en este caso la resistencia general, y perder los kilos de más que la vida sedentaria haya provocado. Considerando esto último, a continuación daremos un ejemplo que puede resultar de gran utilidad.

Supongamos que nos encontramos ante un sujeto sano, desentrenado y que comienza progresivamente a realizar actividad física. En este caso es muy probable que no esté en condiciones de trotar de manera constante durante un tiempo relativamente prolongado; por lo tanto, puede que al momento de planificar un trabajo nos encontremos ante las siguientes alternativas.

Caminar durante un tiempo relativamente largo, por ejemplo 30 min, con lo cual gastará una determinada cantidad de calorías.

Trotar durante un tiempo más corto, actividad que sin dudas representará un gasto energético menor a que caminar durante períodos más largos.

Como tercera opción, podríamos realizar un entrenamiento intermitente a una intensidad de carrera absolutamente cómoda, sin ningún tipo de exigencia, lo cual permitiría obtener con el trote un volumen de trabajo al cual no podríamos llegar si el ejercicio fuera continuo, ya que la capacidad de entrenamiento del sujeto en cuestión no lo permitiría.

Este tercer punto reviste una importancia fundamental, justificada en que durante un mismo tiempo de trabajo el gasto calórico será mayor en el trote que en la caminata. Además, el cambio de intensidad que provocaría la alternancia constante entre un trote cómodo y caminar, tal como expusimos en párrafos anteriores, aumentaría de manera considerable el gasto calórico y contribuiría así a la pérdida de peso por parte del ejecutante.

Respecto de la intensidad de carrera, para este nivel de entrenamiento no es necesario desarrollar una gran batería de test, sino que resulta indispensable actuar con criterio, lo cual significa determinar como intensidad óptima de trabajo una velocidad de trote que pueda realizarse con comodidad y que permita al ejecutante, alternando cortos períodos de trote con cortos períodos de caminata, acumular un volumen de trabajo que sea mucho más “rendidor” que una simple caminata o un trote continuo con un muy bajo volumen de trabajo.



A medida que la condición física del entrenando mejora, se podrá por ejemplo intercalar entre trabajos continuos de baja intensidad intermitentes a una intensidad mayor, además de un sinnúmero de posibilidades que estén orientadas a mejorar lo que todo ser humano desea en este siglo XXI, que no es otra cosa que mejorar su calidad de vida en todos los aspectos: económico, social, psicológico y, por supuesto, físico.

CONSIDERACIONES AL MOMENTO DE PLANIFICAR LOS ENTRENAMIENTOS DE FUERZA Y RESISTENCIA

Al momento de planificar y conjugar el entrenamiento de un ciclo de trabajo, teniendo en cuenta que debe contemplarse la interacción simultánea de fuerza y resistencia, muchos serán los aspectos por analizar y considerar, fundamentalmente las características del deporte y las necesidades de una u otra capacidad condicional.

En los deportes en los que, además de la técnica, el rendimiento se basa en los niveles adquiridos de fuerza máxima o explosiva (p. ej., los lanzamientos y los saltos en atletismo o el levantamiento olímpico de pesas) tal vez no sea necesario realizar un entrenamiento orientado a la mejora de la resistencia, o si esto se hace en algún período de trabajo, la capacidad condicional de resistencia se limitará a estar en un segundo plano, con una importancia mucho menor que la capacidad de fuerza máxima o explosiva.

Actividades de resistencia de larga duración

En actividades deportivas donde la resistencia tiene un efecto primordial, como por ejemplo las carreras de larga distancia, el entrenamiento de fuerza podrá colaborar en la mejora del rendimiento, sobre todo en lo relacionado con la economía de movimientos, donde la fuerza, entrenada de manera conveniente, podrá llegar a ser un factor desequilibrante.

Para que lo mencionado se produzca, es importante que la estructuración del entrenamiento de fuerza se base en ser el soporte del de resistencia, de tal manera que la fuerza no se interponga con la resistencia; por otra parte, debemos tener en cuenta que es más fácil que la resistencia se interponga con la fuerza que esta última lo haga con la resistencia.

En estos deportes, la capacidad condicional de fuerza estará supeditada a la resistencia; por lo tanto, el eje de trabajo deberá suscribirse a la segunda capacidad condicional nombrada, de manera tal que la fuerza sea un coadyuvante de la resistencia.



En este caso, deberán considerarse las particularidades de cada atleta al momento de planificar el trabajo. Aquí deberíamos tener en cuenta que el trabajo de fuerza nunca tendrá un volumen ni una intensidad lo suficientemente altos como para producir un cansancio capaz de interponerse con la sesión de resistencia. Por lo tanto, si el trabajo de fuerza se realiza antes o después del de resistencia, dependerá fundamentalmente de las condiciones individuales y de la reacción de cada deportista al trabajo conjunto de estas dos capacidades, aunque no debemos olvidar factores fisiológicos. Por consiguiente, si solo consideramos estos, el trabajo de fuerza debe anteponerse al de resistencia siempre que luego el atleta se sienta lo suficientemente cómodo como para realizar el trabajo posterior sin verse afectado.

Deportes de fuerza y resistencia

En los deportes en los cuales la fuerza y la resistencia son factores fundamentales, como por ejemplo el remo o el canotaje, una adecuada interacción de estas dos capacidades resultará primordial para obtener resultados satisfactorios y a fin de que la mejora de una de estas no se interponga con la otra.

En estas actividades, debemos considerar que la ganancia de altos niveles de fuerza máxima y explosiva, junto con elevados niveles de resistencia (en estos deportes, resistencia de corta duración [200 metros en canotaje y resistencia de mediana duración, 1 000 metros en canotaje y 2 000 en remo] siempre que se posea una adecuada técnica de movimientos, donde los niveles adquiridos en estas capacidades condicionales puedan ser aplicados), será desequilibrante. Por esta razón, la articulación adecuada de fuerza y resistencia se transforma en el eje fundamental en estos deportes.

Al considerar los estudios relacionados con la interacción del entrenamiento de fuerza y resistencia, la gran mayoría de los provistos por la bibliografía científica comparan la carre-

ra continua y su efecto sobre el entrenamiento de la fuerza realizado con series y cargas estables, algo que puede ser muy útil como trabajo investigativo, pero no lo es si consideramos el alto rendimiento en este tipo de deportes (remo y canotaje), donde los altos niveles de fuerza y resistencia requeridos hacen que la metodología de trabajo desarrollada sea mucho más compleja que la sola aplicación de trabajos continuos en resistencia y cargas estables en fuerza.

La principal pregunta que un entrenador puede realizarse al momento de planificar está relacionada con el orden que se le debe dar a cada una de estas capacidades, si primero entrenar la fuerza y luego la resistencia o viceversa, por lo que deberíamos considerar no solo efectos hormonales o estructurales, sino también de sentido común.

Aquí deberíamos tener presente que la mejor opción de trabajo sería realizar el entrenamiento de fuerza en diferentes días del de resistencia, pero como dijimos anteriormente, si nos encontramos con el mediano y alto rendimiento, el volumen total de trabajo (sobre todo el de resistencia) no nos permitirá realizar la opción propuesta.

A partir de esto, son varios los factores que debemos considerar:

Siguiendo con el ejemplo de los dos deportes citados, cuando consideramos el mediano rendimiento, donde por lo general se realiza un solo turno en el agua, la opción más simple es realizar el entrenamiento de fuerza a contraturno del de resistencia, es decir, uno por la mañana y otro por la tarde. Si tenemos la posibilidad de hacerlo, sería conveniente realizar el entrenamiento de fuerza por la mañana y el de resistencia por la tarde, basándonos en los diferentes perfiles hormonales (los niveles de testosterona se encuentran más elevados por la mañana, mientras que los de cortisol están más bajos) (Bradley y cols., 2001; Ehrnborg y cols., 2003).

Ahora bien, supongamos que el trabajo de resistencia específica se realiza 5 o 6 veces por semana y las sesiones orientadas al desarrollo de la fuerza máxima y explosiva, 3 veces por semana; en este caso, son varios los factores para tener en cuenta.

En primer lugar, respecto de los factores hormonales, deberíamos considerar primero reali-

zar la sesión de entrenamiento orientada al desarrollo de la fuerza, ya que los niveles de testosterona son los que más rápido aumentan con el entrenamiento de sobrecarga, para luego realizar el de resistencia, pero al momento de ejecutar este último deberíamos considerar factores neuromusculares, como la velocidad de contracción y la capacidad de reclutamiento de las unidades motoras. Con esto debemos tener en cuenta que, al realizar un entrenamiento orientado a la mejora de la fuerza, no deberíamos trabajar después la resistencia con bajo nivel de contracción, es decir, trabajos prolongados a bajo nivel de intensidad. En este caso, lo aconsejable es un entrenamiento de fuerza que, aunque se realice con una intensidad alta, no llegue por ningún concepto a un carácter de esfuerzo máximo. De esta manera, estaremos en condiciones de realizar un entrenamiento de resistencia de alta intensidad que permita la aplicación de un reclutamiento importante de unidades motoras rápidas, pero teniendo en consideración que este tipo de trabajo, si bien será de una alta intensidad, esta no deberá llevar al deportista hasta el agotamiento, de forma tal que termine lentificándose de manera notoria, es decir que en este caso, por supuesto, no será un entrenamiento continuo, sino fraccionado, y las pasadas que lo componen no deben ser hechas con una intensidad o una distancia tal que el deportista no pueda mantener el ritmo de trabajo y su lentificación sea notoria.

Además de esto último, también debemos considerar no solo factores hormonales o de reclutamiento, sino las características individuales de cada atleta. Con esto aludimos a las particularidades que un deportista pueda presentar al momento de interaccionar el entrenamiento de fuerza y resistencia. Nos referimos a que muchas veces un atleta puede quedar no todo lo laxo y flexible que desearíamos luego de un trabajo de fuerza, lo cual afectaría la técnica de movimientos y, en consecuencia, los niveles de resistencia. En este caso, deberíamos considerar la posibilidad de entrenar primero la resistencia y después la fuerza, pero teniendo en cuenta que:

En primer lugar, la sesión de resistencia no debería tener una carga lo suficientemente alta como para afectar las capacidades metabóli-

cas del entrenado, es decir que la relación entre la intensidad y el volumen debe ser la adecuada para permitir que nuestro atleta tenga la suficiente capacidad energética para poder llevar a cabo de manera adecuada el posterior entrenamiento de fuerza (la utilización de bebidas energéticas puede colaborar con esto). Además, debemos considerar que este entrenamiento orientado al desarrollo de la fuerza no debe tener una carga tal que llegue a un carácter de esfuerzo máximo y un volumen tal el deportista no esté en condiciones de tratar de imprimirle la máxima velocidad posible en cada repetición.



Como se podrá apreciar, la interacción del entrenamiento simultáneo de fuerza y resistencia requiere de un trabajo y una planificación artesanales por parte del entrenador, sobre todo cuando se necesitan elevados niveles de estas dos capacidades condicionales y por diferentes motivos nos vemos obligados a realizar una con un intervalo corto después de la otra.

Nos referimos al entrenamiento de alto rendimiento, donde entrenar la resistencia tiene un volumen de trabajo mucho más elevado que el de fuerza; por lo tanto, posiblemente nos encontraremos con 2 turnos diarios en el trabajo de resistencia (agua) y 1 en fuerza. Dada esta situación, deberíamos considerar la estructura de trabajo teniendo en cuenta los siguientes factores.

Como dijéramos en párrafos anteriores, por la mañana se encuentran más elevados los niveles de testosterona. Por lo tanto, sería conveniente realizar el trabajo de fuerza en horario matutino, teniendo en cuenta que el volumen total y el carácter de esfuerzo no lleguen a ser máximos, de tal manera que también pueda ser adecuadamente desarrollado el trabajo de resistencia, considerando que si realizamos un trabajo de fondo con bajo nivel de impulso nervioso es muy probable que anulemos el estímulo que el trabajo de fuerza provoca. En consecuencia, es importante que luego de entrenar fuerza el trabajo de resistencia se realice con una intensidad lo suficientemente alta como para provocar estímulos sobre fibras rápidas con un alto ni-

vel de conducción nerviosa. Además, debemos considerar que el volumen no sea alto, ya que de esta manera no se producirá una lentificación notoria de movimientos. Por lo tanto, luego de un trabajo de fuerza, el turno correspondiente a la resistencia debe ser de una carga total entre baja a media.

Posteriormente, serán necesarios un adecuado descanso, hidratación, suplementación y alimentación con el objeto de encarar el entrenamiento vespertino en buenas condiciones basales y poder llevar adelante este segundo turno de trabajo.

Deportes acíclicos

Una consideración aparte deben tener los deportes donde la fuerza máxima, la explosiva y la resistencia sean factores determinantes del rendimiento. Tal es el caso del rugby o el fútbol americano. Además, debemos tener en cuenta actividades como el fútbol, el vóley, el básquet, el hockey, el hándbol, el tenis, etc., donde si bien la necesidad de fuerza máxima es menor a los dos deportes primeramente nombrados, la necesidad de fuerza explosiva, junto con la resistencia a estas acciones explosivas, llegará a ser un factor relevante dentro del rendimiento. Es aquí donde una planificación científica y artesanalmente desarrollada jugará un papel fundamental en los niveles de explosividad alcanzados, como así también los de resistencia a esta explosividad, además de ser un actor principal en la prevención de lesiones.

En estos deportes, deberíamos tener en cuenta varios puntos con el objeto de optimizar el entrenamiento. Aquí es importante considerar los objetivos de entrenamiento. Por lo tanto, si nos proponemos mejorar los niveles de fuerza máxima y explosiva, sería conveniente realizar estos trabajos a contraturno de los trabajos de campo; en cambio, si nuestro objetivo es aumentar los niveles de resistencia a la explosividad, podría considerarse la posibilidad de realizar este trabajo de manera tal que esté integrado al trabajo de campo, realizando esto, por ejemplo, con sumatorias de piques con y sin cambio de dirección, diferentes tipos de saltos y trote regenerativo. De esta manera, quedarían integrado de

forma compacta los trabajos de fuerza explosiva y resistencia, y este trabajo se transformaría en uno de resistencia a la explosividad.

Cuando realizamos trabajo de fuerza con el objetivo de mejorar el rendimiento y prevenir lesiones y no se tiene la posibilidad de realizarlo a contrarresto y considerando que la intensidad de este no será alta (p. ej., trabajos de propiocepción [sentido que informa al organismo la posición de los músculos; es la capacidad de sentir la posición relativa de partes corporales contiguas, regulando la dirección y rango de movimiento, permite reacciones y respuestas automáticas, interviene en el desarrollo del esquema corporal y en la relación de este con el espacio, sustentando la acción motora planificada]), podría ser una buena opción ejecutarlo antes del trabajo de campo (siempre que no haya sido agotador) como una forma de activación previa.

Asimismo, es importante considerar que muchos preparadores físicos, cuando combinan trabajos de velocidad y de fuerza explosiva, optan por realizar primero el trabajo de campo para luego ejecutar el entrenamiento correspondiente a la capacidad de fuerza explosiva, fundamentando esto en que el entrenamiento de

velocidad tiene su efecto sobre fibras rápidas, con altos niveles de conducción nerviosa, lo que sirve como trabajo de preactivación y, en consecuencia, posibilita desarrollar en los diferentes ejercicios niveles de potencia superior al que se obtendría si no se realizara este trabajo (preactivación) previo al entrenamiento de sobrecarga. De esta manera, es muy importante la capacidad del preparador físico al momento de planificar la mejor opción para su grupo de deportistas, no solo teniendo en cuenta factores neurológicos, coordinativos y metabólicos, sino también observando cómo responden los entrenados con las diferentes variables que hemos enumerado.

En deportes como el rugby, donde los niveles de fuerza máxima y explosiva por alcanzar son muy altos y considerando que el entrenamiento de campo no se realiza todos los días, llevar adelante los trabajos combinados de fuerza máxima o explosiva en días alternados a los de campo parece ser la opción más práctica dentro de la estructura de trabajo. La misma opción parecería ser la más aconsejable también en deportes como el fútbol y el hockey aunque en estos el entrenamiento de fuerza tenga una estructura diferente al primero.

SÍNTESIS CONCEPTUAL

Entrenamientos en circuitos organizados de manera deficiente repercutirán en la velocidad.

Cualquier zona de la curva fuerza-tiempo, sea parte baja, media o alta, se sustenta en la fuerza máxima, esto es, en su parte más alta.

La mejora de la potencia se debe buscar por una mejora de la velocidad de movimientos (cargas bajas) y de la fuerza (cargas altas).

El entrenamiento de contraste se justifica por las mejoras que produce en la capacidad de reclutamiento de unidades motoras rápida.

Los trabajos pliométricos ejercen una gran influencia sobre la capacidad reactiva del sistema neuromuscular.

La utilización sistemática de trabajos continuos extensivos produce una importante conversión de fibras rápidas en lentas más resistentes, lo cual perjudica notoriamente los niveles de fuerza y velocidad.

En las estructuras en las cuales se alternan trabajos cíclicos y acíclicos y se conjuga una gran aplicación de fuerza, el sistema neuromuscular prevalecerá sobre el trabajo metabólico y resultarán fundamentales los niveles de fuerza explosiva y capacidad reactiva.

Cuando existen ciertos niveles de potencia aeróbica, no hay relación directa entre esta y la capacidad de realizar piques cortos.

Cuando los niveles de potencia aeróbica son muy bajos, la relación entre el VO_2 y la capacidad de eficiencia en esprints repetidos es más alta.

En esfuerzos intermitentes de alta y muy alta intensidad, será preciso considerar en primer lugar la mejora en esfuerzos explosivos para luego sí tener en cuenta un encadenamiento de estas acciones y obtener una resistencia específica.

Al realizar trabajos intermitentes con ejercicios de sobrecarga, carreras y saltos, debemos tener en cuenta que los ejercicios seleccionados tengan diferente estructura interna y externa (no trabajar los distintos grupos musculares de manera parecida).

La interacción del entrenamiento simultáneo de fuerza y resistencia requiere de un trabajo y una planificación artesanales por parte del entrenador.

BIBLIOGRAFÍA

- Aagaard P. Training induced changes in neural function. *Exercise and Sport Science Review* 2003; 31(2):61-67.
- Avela J and Komi PV. Interaction between muscle stiffness and stretch-reflex sensitivity after long-term stretch-shortening cycle exercise. *Muscle Nerve* 1998; 21:1224-1227.
- Aziz AR, Chia M and Teh KC. The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 2000; 40:195-200.
- Barbero Álvarez JC y Barbero Álvarez V. Relación entre el consumo máximo de oxígeno y la capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores de fútbol sala. Universidad de Granada, España, 2002.
- Bisciotti GN. L'incidenza fisiologica dei parametri di durata, intensità e recupero nell'ambito dell'allenamento intermitente. *Rivista SdS* 2004; 60-61:90-96.
- Bisciotti GN, Sagnol JM, Filaire E. Aspetti bioenergetici della corsa frazionata nel calcio. *SdS* 2000; 50:21-27.
- Bogdanis G, Nevill M, Boobis L. Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *J Appl Physiol* 1996; 80:876-884.
- Bradley C. Growth hormone pulsatility profile characteristics following acute heavy resistance exercise. *J Appl Physiol* 2001; 91:163-172.
- Colli R. L'allenamento intermitente: istruzioni per l'uso. *Coaching & Sport Science Journal* 1997; 2(1):29-34.
- Cometti G. Los métodos modernos de musculación. Barcelona: Paidotribo, 2001.
- Comyns T, Harrison A, Hennessy L. Effect of squatting on sprinting performance and repeated exposure to complex training in male rugby players. *J Strength Cond Res* 2010; 24(3):610-618.
- Coughlan G, Green B, Pook P, Toolan E, O'Connor S. The relationship between physical game demands and injury rehabilitation in international rugby union: a global positioning system analysis. *45(4):323*.
- Davis JA, Brewer JA and Atkin D. Pre-season physiological characteristics of English first and second division soccer players. *J Sports Sci* 1992; 10:541-547.
- Duthie G, Young WB and Aitken DA. The acute effects of heavy loads on jump squat performance: An evaluation of the complex and contrast methods of power development. *J Strength Cond Res* 2002; 16:530-538.
- Ehrnborg C. The growth hormone/insulin-like growth factor-I axis hormones and bone markers in elite athletes in response to a maximum exercise test. *J Clin Endocrinol Metab* 2003; 88(1):394-401.
- Fernández García JC, Beas Martínez MA, Martín Recio F J y Reina Gómez A. Fatiga y rendimiento en la velocidad y salto. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* 2007; 7(26):99-110.
- Fukuda D, Smith A, Kendall K, Cramer J & Stout J. The determination of critical rest interval from the intermittent critical velocity test in club-level collegiate hockey and rugby players. *J Strength Cond Res* 2011; 25(4):889-895, 1.
- García Verdugo M. Resistencia y entrenamiento, una metodología práctica. Barcelona: Paidotribo, 2007.
- Glaister M, Moir G, Fairweather MM and Clark D. Relationships between maximum strength (1RM squat), estimated jumping power and measures of agility amongst Scottish National Badminton players. Presentation at the British Association of Sport and Exercises Medicine (BASEM), Edinburgh, Scotland, 2000.
- Hamada T, Sale DG, MacDougall JD & Tarnopolsky MA. Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in the human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology* 2000; 88:2131-2137.
- Hamil B. Relative safety of weight lifting and weight training. *J Strength Cond Res* 1994; 8:53-57.
- Harrison AJ and Bourke G. The effect of resisted sprint training on speed and strength performance in male rugby players. *J Strength Cond Res* 2009; 23(1):275-283.
- Helgerud J, Rodas G, Kemi OJ, Hoff J. Strength and endurance in elite football players. *Int J Sports Med* 2011; 32(9):677-682.
- Hoffman JR. The relationship between aerobic fitness and recovery from high-intensity exercise in infantry soldiers. *Military Medicine* 1997; 162(7):484-488.

- Hori N, Newton RU, Andrews WA, Kawamori N, McGuigan M & Nosaka K. Does performance of the hang power clean differentiate performance of jumping, sprinting, and changing of direction. *J Strength Cond Res* 2008; 22(2):412-418.
- Khlifa R, Aouadi R, Hermassi S, Chelly MS, Jilid MC, Hbacha H, Castagna C. Effects of a plyometric training program with and without added load on jumping ability in basketball players. *J Strength Cond Res* 2010; 24(11):2955-2961.
- Kotzamanidis C, Chatzopoulos D, Michailidis C, Papaioakou G & Patikas D. The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *J Strength Cond Res* 2005; 19:369-375.
- Lawton TW, Cronin JB, McGuigan MR. Strength testing and training of rowers: a review. *Sports Med* 2011; 41(5):413-432.
- Lawton TW, Cronin JB, McGuigan MR. Does extensive on-water rowing increase muscular strength and endurance? *J Sports Sci* 2012; 30(6):533-540.
- Lawton TW, Cronin JB, McGuigan MR. Does on-water resisted rowing increase or maintain lower body strength? *J Strength Cond Res* 2012. POST ACCEPTANCE, 19 September 2012. doi:10.1519/JSC.0b013e3182736ac6.
- Luger D & Pook P. Complete conditioning for rugby. Champaign IL. Human Kinetics, 2002.
- Magnus BC, Takahashi M, Mercer JA. Investigation of vertical jump performance after completing heavy squat exercises. *J Strength Cond Res* 2006; 20(3):597-600.
- McBride JM, Blow D, Kirby TJ, Haines TL, Dayne AM & Triplett NT. Relationship between maximal squat strength and five, ten, and forty yard sprint times. *J Strength Cond Res* 2009; 23(6):1633-1636.
- Navarro Valdivielso F. La resistencia. Madrid: Gymnos, 1998.
- Navarro Valdivielso F y Verdugo Delmas M. Programación del entrenamiento de la resistencia. Máster universitario en alto rendimiento deportivo. COE. UAM, 2003.
- Paavolainen L, Häkkinen K, Hämaläinen I, Nummela A, Rusko H. Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *J Appl Physiol* 1999; 86(5):1527-1533.
- Pennington J, Laubach L, De Marco G, Linderman J. Determining the Optimal Load for Maximal Power Output for the Power Clean and Snatch in Collegiate Male Football Players. *JE Online* 2010; 13(2):10-19.
- Platanov V y Bulotova M. La preparación física. Barcelona: Paidotribo, 1997.
- Rønnestad BR, Hansen EA, Raastad T. High volume of endurance training impairs adaptations to 12 weeks of strength training in well-trained endurance athletes. *Eur J Appl Physiol* 2012; 112(4):1457-1466.
- Sale DG. Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 2002; 30(3):138-143.
- Santos AP, Marinho DA, Costa AM, Izquierdo M, Marques MC. The effects of concurrent resistance and endurance training follow a detraining period in elementary school students. *J Strength Cond Res* 2012; 26(6):1708-1716.
- Siff M y Verkhoshansky Y. Superentrenamiento. Barcelona: Paidotribo, 2000.
- Silva Guerrero R y Mariño Landazabal N. Entrenamiento con ejercicio intermitente para mejorar el rendimiento deportivo en fútbol sala. www.efdeportes.com, 2011.
- Skurvydas A, Mamkus G, Kandravicius E. Low frequency fatigue and recovery of quadriceps muscle in sprinters, long-distance runners and untrained men. *Ugdymas. Kuno Kultura. Sportas. Education. Physical Training. Sport*, 2002.
- Taipale RS, Mikkola J, Vesterinen V, Nummela A, Häkkinen K. Neuromuscular adaptations during combined strength and endurance training in endurance runners: maximal versus explosive strength training or a mix of both. *Eur J Appl Physiol* 2012 Jun 19. [Epub ahead of print].
- Tanaka H, Bassett J, Swensen TC. Aerobic and anaerobic power characteristics of competitive cyclist in the United States Cycling Federation. *International Journal of Sports Medicine* 1993; 14:334-338.
- Tricoli V, Lamas L, Carnevale R & Ugrasowitsch C. Short-term effects on lower-body functional power development: weightlifting vs. vertical jump training programs. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2005; 19(2):433-437.
- Verkhoshansky Y. Todo sobre el método pliométrico, medios y métodos. Barcelona: Paidotribo, 2002.
- Weber R, Brown L, Coburn J & Zinder S. Acute effects of heavy-load squats on consecutive squat jump performance. *J Strength Cond Res* 2008; 22(3):726-730.
- Wilson JM, Marin PJ, Rhea MR, Wilson SM, Loenneke JP, Anderson JC. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *J Strength Cond Res* 2012; 26(8):2293-307.
- Zintl F. Entrenamiento de la resistencia. Barcelona: Martínez Roca, 1992.

ENTRENAMIENTO DE FUERZA Y RESISTENCIA EN NIÑOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONSIDERACIONES PARA TENER EN CUENTA

EL NIÑO Y SU DESARROLLO

Desarrollo de la masa muscular
Relación masa muscular-masa grasa
Sistema nervioso

EL NIÑO Y EL DESARROLLO DE FUERZA

Aumento de los niveles de fuerza

Entrenamiento de fuerza y niveles de testosterona

Iniciación del entrenamiento

Características del entrenamiento

EL NIÑO Y EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA

Sistema glucolítico

Características del entrenamiento

SÍNTESIS CONCEPTUAL

CONSIDERACIONES PARA TENER EN CUENTA

Durante años, se ha debatido acerca de la conveniencia de comenzar a edades tempranas el entrenamiento de determinadas capacidades motoras; en este caso, las que nos atañen son la fuerza y la resistencia. Pero independientemente de la edad de comienzo del entrenamiento de estas dos capacidades condicionales, lo cierto es que la especialidad deportiva comienza a una edad más temprana de la que correspondía años atrás. Por supuesto, esto trae aparejado que el

entrenamiento de capacidades como la fuerza y la resistencia comience a edades más tempranas.

Respecto del entrenamiento de fuerza, muchos especialistas han marcado la inconveniencia de desarrollar esta cualidad a edades tempranas, pero esta idea ha sido refutada por numerosos estudios, entre ellos el de Falk y cols. (1996), quienes han demostrado no solo que no existen inconvenientes, sino también los grandes beneficios de un correcto y adecuado entrenamiento orientado al desarrollo de la fuerza, sobre todo en momentos en los cuales nos vemos benefi-

ciados por encontrarnos en una fase sensible al entrenamiento de esta cualidad.

Por lo general, el entrenamiento de fuerza en niños genera una mayor controversia que el entrenamiento de resistencia. Esto puede deberse a que si realizamos alguna actividad con sobrecarga adicional con el objetivo de estimular la fuerza, esta carga puede apreciarse muy fácilmente (p. ej., pesas), cuestión que no ocurre en el entrenamiento de resistencia (donde fundamentalmente las actividades consisten en trasladar el propio peso corporal). Pero si estas actividades se realizan sin dosificar adecuadamente los niveles de intensidad y volumen, pueden resultar perjudiciales, al igual que el entrenamiento de fuerza. En cambio, si en cuanto a intensidad y volumen estas cargas son planificadas de manera correcta por un entrenador con amplios conocimientos, estos posibles efectos adversos se transformarán en grandes beneficios, no solo en lo referente al rendimiento deportivo, sino también en lo que respecta a un desarrollo corporal armónico.

EL NIÑO Y SU DESARROLLO

Desarrollo de la masa muscular

En el recién nacido, la masa muscular representa el 25% del total del peso, pero esta masa muscular, íntimamente relacionada con la fuerza, experimenta grandes cambios a través de los años, y llega a representar el 42-52 % en los hombres y el 35-42% en las mujeres. Por supuesto, esto depende no solo de factores genéticos, sino también de otros, como el tipo de entrenamiento y la alimentación.

Los hombres pueden llegar a incrementar cinco veces su peso muscular entre los 5 y los 18 años. En las mujeres este incremento puede llegar hasta tres o tres veces y media, también en el lapso comprendido entre los 5 y los 18 años.

Hasta la **pubertad** (primera fase de la adolescencia y de la juventud; normalmente se inicia a los 11 años en las niñas y a los 13 o 14 años en los niños y finaliza a los 17 o 18; en esta etapa se lleva a cabo el proceso de cambios físicos en el cual el cuerpo del niño o niña se convierte en adolescente, capaz de la reproducción sexual), la

masa muscular de hombres y mujeres se mantiene pareja, pero a partir de esta etapa el hombre desarrolla una masa muscular mucho más importante que la que puede lograr en condiciones normales una mujer. Este cambio se debe a que en esta etapa los niveles de testosterona en el hombre aumentan en gran proporción, junto con el desarrollo de los caracteres sexuales.



El desarrollo muscular en las niñas púberes, si bien aumenta, es mucho más estable que en el hombre. Este cambio en el ritmo de crecimiento es adjudicado a las diferencias hormonales que presentan ambos sexos.

Relación masa muscular-masa grasa

Al nacer, la masa grasa corresponde al 10 o 12% de la masa corporal total, pero al llegar a la madurez física estos valores se sitúan en un 15% para los hombres y un 25% para las mujeres. Por supuesto que estos valores, como dijimos anteriormente, están supeditados a factores genéticos, al entrenamiento y a la alimentación, pero en el caso de las mujeres la mayor acumulación de tejido adiposo se debe a factores hormonales.

Sistema nervioso

El tamaño del cerebro aumenta de manera muy rápida en los primeros 4 años de vida. Durante ese tiempo, ya se habrá formado el 80% de la estructura cerebral. Luego, la multiplicación y diferenciación de las células cerebrales sigue aumentando pero en forma lenta, hasta llegar (en ambos sexos) a los 19 o 20 años de edad, cuando el crecimiento cerebral finaliza.

Si bien a los 4 años el niño tiene el 80% de la estructura cerebral conformada, la gran diferencia en los niveles de coordinación que presenta un niño de esta edad con respecto a los adultos se debe a que existe menor cantidad de sustancia intercelular y menor tamaño de las células cerebrales. Aunque existe una gran cantidad de estas células, aún no se ha completado el desarrollo de las piramidales (células reguladoras del control motor), lo que trae aparejado falta de coordinación en movimientos parciales y complejos.



Al momento de confeccionar un entrenamiento, es importante tener en cuenta el desarrollo evolutivo del sistema nervioso. El desarrollo de la habilidad motora puede observarse en los primeros 18 años de vida, aunque en las niñas tiende a estabilizarse alrededor de la pubertad, entre los 12 y 13 años, algo que es muy fácil de demostrar en actividades como la gimnasia deportiva, en la cual niñas de aproximadamente 12 años poseen niveles superlativos de coordinación. Por otro lado, la mielinización de muchos nervios motores es incompleta hasta la pubertad; por lo tanto, el control neural es limitado hasta llegar a esa edad.

Es importante destacar que, si bien la madurez del sistema nervioso depende del desarrollo fisiológico, la práctica de movimientos coordinativos durante toda la edad escolar favorece el desarrollo nervioso funcional. Es en esta etapa cuando el niño se encuentra más permeable al aprendizaje debido a la sensibilidad que presenta el sistema nervioso, ya que los movimientos que se aprenden durante la infancia son los que permanecen estables en la edad adulta. Además, es muy importante tener en cuenta que, debido al crecimiento y las alteraciones en las proporciones del cuerpo a lo largo del desarrollo, hay determinadas actividades que pueden requerir un ajuste en el proceso de aprendizaje (figs. 4.1 y 4.2).

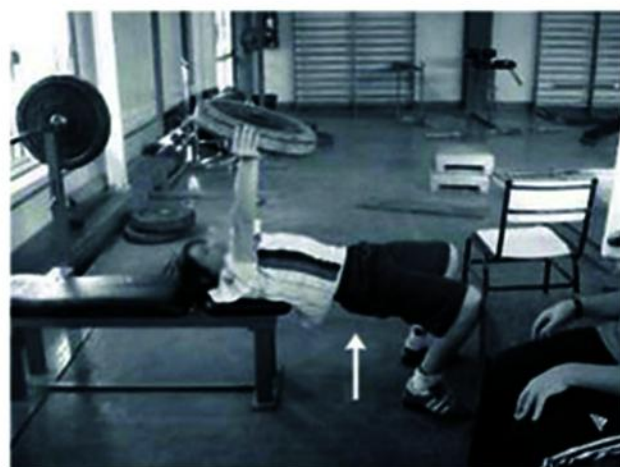


FIG. 4-1. Ejercicio de press de banco sin apoyo de caderas y con un disco; esto produce una mayor inestabilidad de movimientos que obliga a optimizar los niveles de coordinación intermuscular e intramuscular (la flecha indica el esfuerzo extra que se realiza en la zona media para mantener la postura).

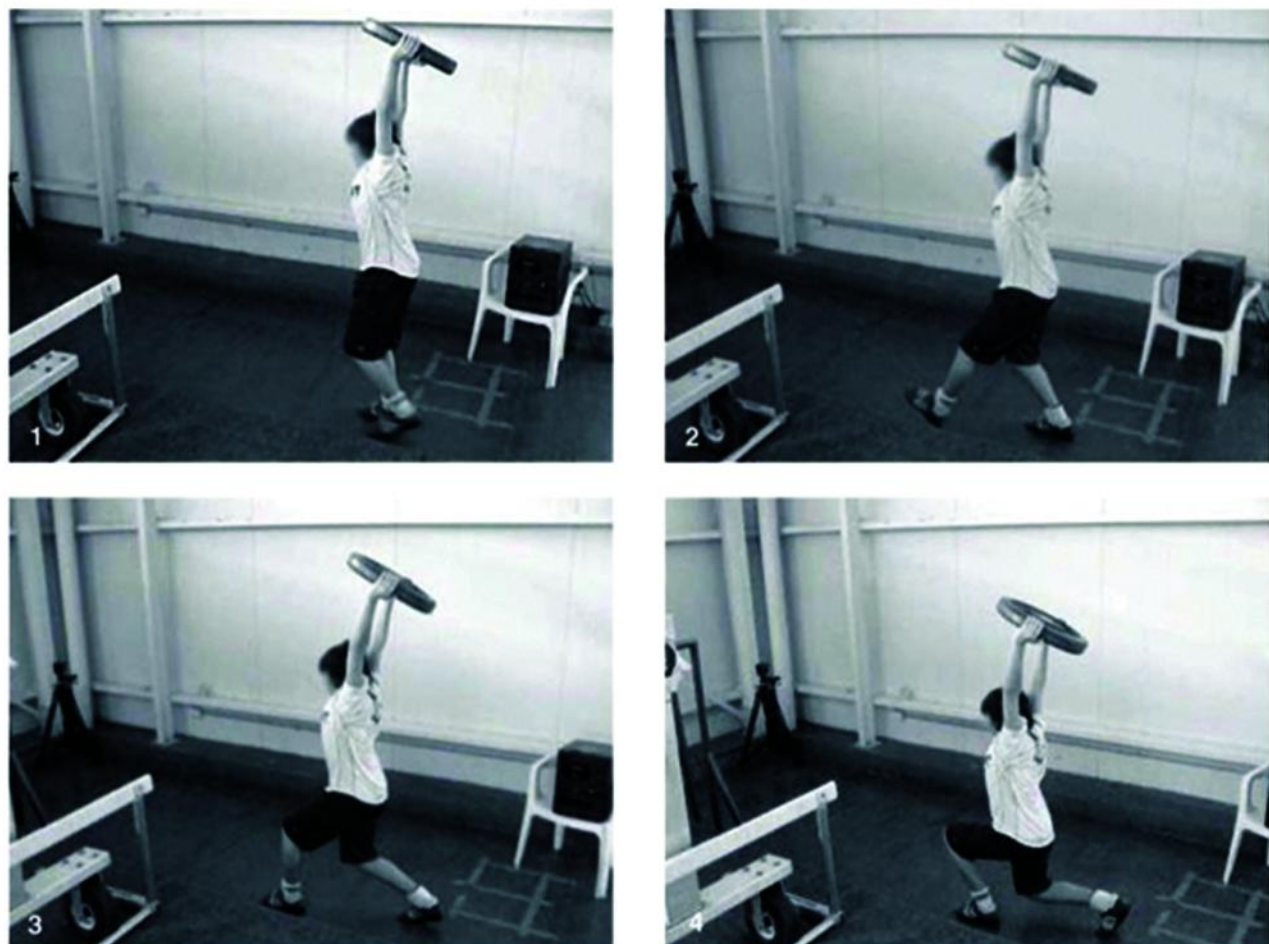


FIG. 4-2. Estocadas con brazos extendidos con el objetivo de producir una mayor inestabilidad de movimientos, lo que obliga a optimizar los niveles de coordinación intermuscular e intramuscular con bajo peso adicional.



Los ancianos que durante la infancia adquirieron un buen nivel coordinativo padecen de torpeza motriz a edades más avanzadas que aquellos que nunca realizaron actividad. Por esta razón, la mejora de los niveles de coordinación repercutirá no solo sobre una determinada actividad deportiva, sino que en determinadas circunstancias podrá llegar a mejorar la calidad de vida.

EL NIÑO Y EL DESARROLLO DE FUERZA

Aumento de los niveles de fuerza

Tanto el desarrollo brusco de la masa muscular como la mielinización de nervios motores son responsables del aumento de fuerza en

la etapa puberal, aunque en los varones es mucho más notorio que en las mujeres, quienes tienen un aumento mucho más gradual. Aunque en ambos sexos el desarrollo neuronal es parejo, la testosterona es responsable de este cambio en los niveles de fuerza en ambos sexos.

Fases sensibles para el desarrollo de la fuerza

A partir de lo expuesto, surge el interrogante respecto de cuándo comenzar con el entrenamiento de fuerza. Cuando el niño tiene una mayor predisposición para absorber este tipo de trabajo con los mejores beneficios, la respuesta dependerá de dos factores fundamentales:

La edad biológica del niño
El tipo de deporte

Este último punto resulta de una importancia fundamental, ya que las necesidades de fuerza que pueda plantear la especialidad deportiva dependerán del momento y la forma en que se inicia este entrenamiento. Dejando de lado los deportes donde el desarrollo de fuerza es máximo (p. ej., el levantamiento olímpico de pesas o los lanzamientos), no es lo mismo orientar el entrenamiento de fuerza en un niño que practica esgrima o fútbol que en otro que practica remo o rugby. En estos últimos casos, es necesario un mayor desarrollo de fuerza, no solo para obtener un mejor rendimiento deportivo, sino también para evitar posibles lesiones que pueden producirse como consecuencia de una mala ejecución técnica ocasionada por la falta de un nivel mínimo de fuerza que le permita al niño poder realizar la acción técnica de forma satisfactoria y sin inconvenientes.

En este tipo de deportes, es lógico comenzar con un entrenamiento sistemático de fuerza desde edades tempranas, por supuesto que adaptado a las condiciones particulares de cada niño, con una frecuencia de 2-3 veces por semana.

Entrenamiento de fuerza y niveles de testosterona

Años atrás se cuestionaba el inicio del entrenamiento de fuerza antes de la pubertad, fundamentalmente por la inmadurez esquelética de los niños, que podía ocasionar una interferencia con el crecimiento y, junto con esto, un aumento en el número de lesiones, ya que en esta etapa los niveles de testosterona son bajos para producir hipertrofia. De esta manera, se descartaban otros factores con incidencia en el aumento de fuerza, además de la masa muscular, tales como factores nerviosos, que inciden en una mejora en la coordinación intramuscular e intermuscular.

Hamill (1994) y Macera y cols. (1994) informaron que la tasa de adolescentes lesionados es mayor en rugby, fútbol y tenis respecto del levantamiento de pesas, y consideran que las diferentes lesiones pueden ser prevenidas con una adecuada técnica de ejecución.

Siguiendo con el análisis de estudios que no aconsejan el inicio del entrenamiento de fuerza

a edades tempranas, es importante destacar uno en el que se realizó una serie de 25 repeticiones por grupo muscular en niños de 11 años y que no halló grandes cambios respecto del grupo control. Fundamentalmente, esto pudo haberse debido a que el volumen y la intensidad fueron tan bajos que no produjeron estímulo alguno.

A partir de esto, podemos afirmar que si la carga es la adecuada, tanto en volumen y frecuencia, con una intensidad lo suficientemente elevada para producir un estímulo adecuado, se observará un aumento en el desarrollo de la cualidad fuerza. Como dijimos anteriormente, en este caso el aumento de fuerza se debería a factores nerviosos, como mayor coordinación intramuscular e intermuscular, lo cual ejercería un efecto positivo en el desarrollo de esta cualidad, ya que en esta etapa la ganancia de fuerza es independiente del aumento de masa muscular, que es nulo o muy pequeño.

Otro factor para tener en cuenta es que, si bien la activación neural influye en el desarrollo de fuerza, el porcentaje de esta activación es inferior al aumento de esta cualidad.



Como conclusión de lo expuesto, podemos decir que más importante que el momento en el cual se comienza con el entrenamiento de fuerza es cómo se comienza. Por lo tanto, una adecuada selección de las cargas, la frecuencia de entrenamiento, la progresión y los ejercicios seleccionados son los factores fundamentales para el éxito del entrenamiento.

Relacionado con esto último, podemos citar el estudio realizado por Faigenbaum y cols. (2001), donde se demuestra que las mayores ganancias en fuerza y resistencia muscular local (en el ejercicio de fuerza en banco) ejecutado por niños desentrenados se produce luego de 8 semanas de entrenamiento, con una frecuencia de 2 veces por semana en los grupos de niños que ejecutaban entre 13 y 15 repeticiones por serie y en el grupo que combinaba una carga que permitía realizar entre 6 a 8 repeticiones con una carga relativamente alta, seguido de manera inmediata de 6 a 8 pases de pecho con balón medicinal con un peso desde 1 kg, al que se le agregaban 500 g

por semana hasta llegar a 2,5 kg. Estas ganancias consistieron en un aumento del 16,3% para el grupo que ejecutó entre 12 a 15 repeticiones y del 16,8% para el que realizó la combinación de 6-8 repeticiones seguido por 6-8 repeticiones de pase de pecho con balón medicinal. Estas ganancias se atribuyeron principalmente a adaptaciones neuromusculares (incremento de la activación de unidades motoras y mejora de la coordinación, reclutamiento y velocidad de disparo de los impulsos nerviosos sobre factores relacionados con la hipertrofia). Estos autores también resaltan el valor del entrenamiento combinado (fuerza en banco y pase de pecho con balón medicinal) y su seguridad, efectividad y eficiencia en niños sin problemas de salud.

Al momento de confeccionar un entrenamiento de fuerza en niños, debemos tener presente que, debido a la naturaleza específica de la coordinación neuromuscular, es posible que los niños entrenados con máquinas de sobrecarga no experimenten mejoras en actividades como carrera, saltos y lanzamientos. Por lo tanto, la complejidad incremental de los ejercicios (los cuales requieren mayores niveles de coordinación) resulta fundamental (Flanagan S, Laubach L, 2002) (figs. 4.3 a 4.5).

Es importante destacar que, si bien la ganancia de fuerza absoluta es mayor en adultos y adolescentes respecto a la de los prepúberes, estos obtienen ganancias porcentuales iguales a los adultos.

Otro factor para tener en cuenta, y que en la mayoría de los estudios analizados por Falk y cols. (1996) no fue considerado, es el aumento de la fuerza por el aprendizaje de los ejercicios. Respecto de esto, los autores citados manifiestan que muy pocos son los estudios en los que se consideró este aspecto como causa del aumento en los niveles de fuerza.

Iniciación del entrenamiento

Como ya dijimos, el momento de comenzar el entrenamiento de fuerza se relaciona con la especialidad deportiva, aunque los niños entrenados en cualquier tipo de deporte poseen una adaptación superior a las diferentes cargas que aquellos que no practican actividades deportivas.

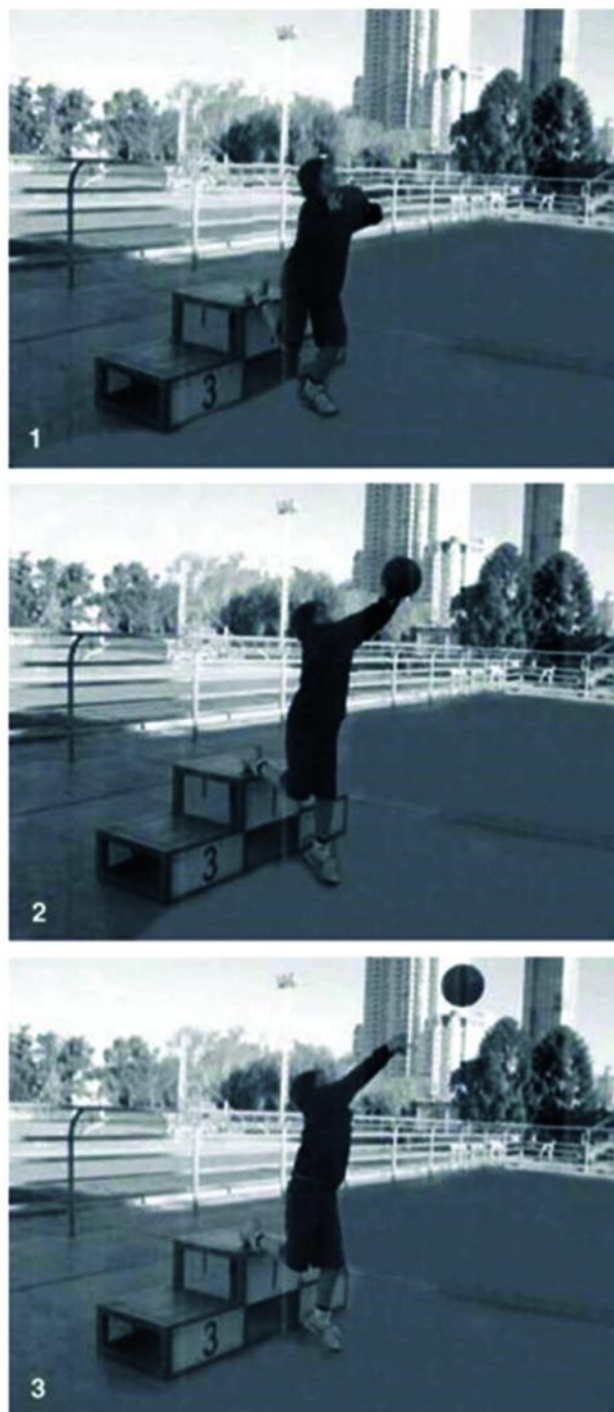


FIG. 4-3. Lanzamientos con balón medicinal con apoyo a una pierna; esto obliga al ejecutante a realizar un mayor esfuerzo coordinativo en la mantención del equilibrio y la fijación muscular.

Independientemente del deporte practicado, lo más recomendable es comenzar con el entrenamiento en una fase de desarrollo en la que exista una gran predisposición de mejora de la cualidad por entrenar de manera natural, sin



FIG. 4-4. Lanzamientos con pelota medicinal desde la posición de *press* de banco sin apoyo de caderas (la flecha indica el esfuerzo extra que se realiza en la zona media para mantener la postura).



FIG. 4-5. Lanzamientos hacia atrás con balón medicinal desde la posición de cuclillas, ejercicio que requiere adecuados niveles de coordinación para ser ejecutado correctamente.

que exista entrenamiento especial, con más rapidez que en otro momento del desarrollo.

En lo que respecta a la fuerza, uno de los estudios mejor realizado fue el de Loko (1996), donde pudo observar que el mayor desarrollo

de fuerza en hombres se encontraba entre los 12 y los 17 años de edad, mientras que en las mujeres, la edad óptima era entre los 10 y los 13, aunque esto dependerá mucho del desarrollo individual, por lo que Faigenbaum (1996) ex-

presa que los mayores grados de entrenabilidad comienzan a manifestarse aproximadamente un año después del pico de crecimiento vertical y del pico de aumento del peso corporal.

Debemos considerar que las diferentes capacidades condicionales no son entrenables en la misma medida en todas las edades. Por lo tanto, es preciso tener en cuenta que existen periodos en los que se evidencia una mayor sensibilidad para entrenar una capacidad condicional dada.

Dentro de este espectro de edades, existe una zona donde prevalece el aumento de la fuerza máxima y otra, la fuerza explosiva (figs. 4.6 y 4.7).

Si bien la máxima entrenabilidad de fuerza que puede desarrollar un hombre o una mujer se encuentra comprendida entre los 20-30 años, es en esta edad cuando puede apreciarse la mayor diferencia de fuerza en valores absolutos entre ambos sexos (40-50%).



De acuerdo con diferentes estudios, entre los 11 y los 12 años la entrenabilidad de fuerza de las niñas respecto de los varones es del 93%, entre los 13 y los 14 años es del 88% y entre los 15 y los 16, del 75%. Esto significa que, según las diferentes edades en las que estén comprendidos los niños, a la hora de programar el entre-

namiento, el aumento de fuerza será (en promedio) un 7, 12 y 25% menor en las mujeres que en los hombres.

Características del entrenamiento

Además de crear las bases que permitan en un tiempo adecuado acceder al alto rendimiento, el objetivo del trabajo de fuerza en niños y jóvenes debe estar orientado a:

- Prevenir lesiones que pueden producirse como consecuencia de la práctica deportiva y conseguir una adecuada adaptación muscular.
- Obtener una correcta alineación postural y un desarrollo muscular armónico.
- Como en toda etapa del entrenamiento, la selección de los ejercicios, junto con las cargas utilizadas, resultará fundamental.
- La mejora de la fuerza en púberes y adolescentes debe hacer hincapié en la coordinación intermuscular.

Lo más aconsejable en esta etapa es que las cargas sean lo suficientemente bajas para permitir realizar una alta cantidad de repeticiones (entre 8 a 10). Es importante tener en cuenta que en los ejercicios que requieran un alto nivel de coordinación el número de repeticiones no debería superar las 4-6.

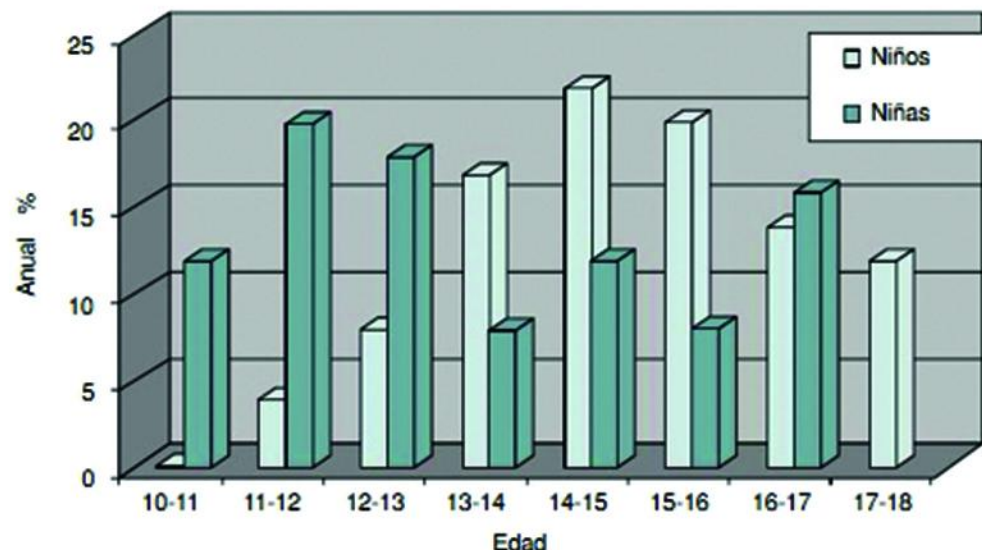
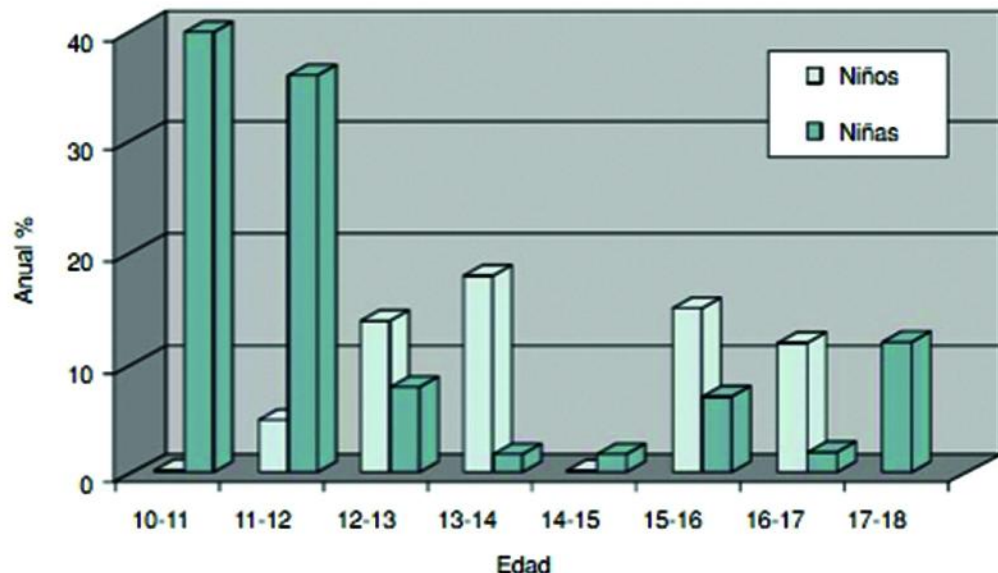


FIG. 4-6. Fases sensibles en el entrenamiento de la fuerza máxima en niños desde los 11 años a jóvenes, de 20 (Loko, 1996, en Izquierdo y cols, 2000).

FIG. 4-7. Fases sensibles en el entrenamiento de la fuerza explosiva en niños desde los 11 años a jóvenes de 20 (Loko, 1996, en Izquierdo y cols., 2000).



La utilización de ejercicios multiarticulares como la sentadillas, el arranque y el envión (realizado en forma completa o dividido en cargadas y segundo tiempo) brindan la posibilidad de realizar movimientos de gran coordinación y mejoran la fuerza de manera notable.

Se considera fundamental prestar una atención primordial a la ejecución técnica de cada uno de los ejercicios seleccionados, ya que si estos no son enseñados por un profesional experto, al igual que en cualquier otra actividad, podrían aumentar los riesgos de lesiones. Contrariamente a lo que se piensa, no es necesaria la utilización de grandes cargas para la enseñanza de estos ejercicios, ya que con el uso de barras livianas puede lograrse un adecuado automatismo técnico, que es mucho más importante que los kilos que puedan levantarse en una sesión de entrenamiento.

Tanto en la pubertad como en la primera etapa de la adolescencia, no es conveniente realizar grandes esfuerzos ni alcanzar porcentajes muy altos ni máximo número de repeticiones por serie. Esta relación (número máximo de repeticiones posibles en una serie/número de repeticiones realizadas) puede ser un buen control del entrenamiento.



Toda actividad que se realice debe consistir en un esfuerzo superior al cual el niño se encuentra sometido en la vida diaria;

caso contrario, este tipo de esfuerzo no será un estímulo para el entrenamiento.

En este caso, lo más adecuado podría ser realizar un número intermedio de repeticiones (entre 8 a 10, con un peso tal que esta cantidad de repeticiones no resulte máxima; por ejemplo, con un peso con el que se podrían llegar a realizar 12 repeticiones, hacer 8). En este caso, estaríamos cerca del 25% de repeticiones que no se llevarían a cabo; por lo tanto, la diferencia entre las repeticiones máximas en una serie y las repeticiones realizadas no debería superar el 25-30% (figs. 4.8 y 4.9).

A partir de la adolescencia, podríamos comenzar a actuar sobre el número, la frecuencia de los impulsos nerviosos y la inhibición neuromuscular con cargas más pesadas y disminuir la cantidad de repeticiones por serie, aunque sin llegar a una relación (número máximo de repeticiones posibles en una serie/número de repeticiones realizadas) que represente el máximo esfuerzo; además, podrían comenzar a incluirse ejercicios de preestiramiento (saltos) para que los músculos generen mayor tensión.

En el caso de ser necesario, podemos empezar a hacer hincapié en la hipertrofia y privilegiar la selectiva (fibras FT) sobre la general (fibras ST y FT).

La frecuencia de entrenamiento debe ser de 3 veces a la semana, con el objetivo de realizar

una adecuada supercompensación y que no se produzcan desadaptaciones. En la adolescencia, no se debe descartar una cantidad mayor de estímulos, siempre que se acompañe de una buena condición física y el tipo de deporte así lo requiera, pero en este caso la aplicación de las cargas debe ser dosificada de manera sumamente estricta, permitiendo la relación más beneficiosa de esfuerzo y recuperación.

Para un correcto entrenamiento, será preciso seguir con los mismos principios generales que para un adulto en cuanto a adaptación, progresión, individualización, especificidad, etc., pero teniendo en cuenta la realización más global que un entrenamiento para adultos.

Con respecto a los ejercicios y aunque resulte más trabajoso, es conveniente emplear aquellos que involucren grandes masas musculares (po-

liarticulares), tanto de coordinación simple (sentadillas, *press* de banco, remo acostado con barra) como los de coordinación compleja (ejercicios de levantamiento olímpico, p. ej., arranque y envión) de manera completa o simplificada.

Respecto de estos ejercicios, es conveniente tener en cuenta puntos que resultarán fundamentales: tanto el arranque como el envión son ejercicios muchas veces resistidos porque se los relaciona con un gran esfuerzo a nivel fuerza máxima, pero esto es una apreciación que dista mucho de la realidad.

Si tomamos la sentadilla como el ejercicio donde se desarrolla la fuerza máxima, en el arranque, por ejemplo, en el mejor de los casos y con una técnica excelente, se podría llegar a elevar el 60% de la máxima sentadilla por detrás. Si a su vez realizamos el movimiento de

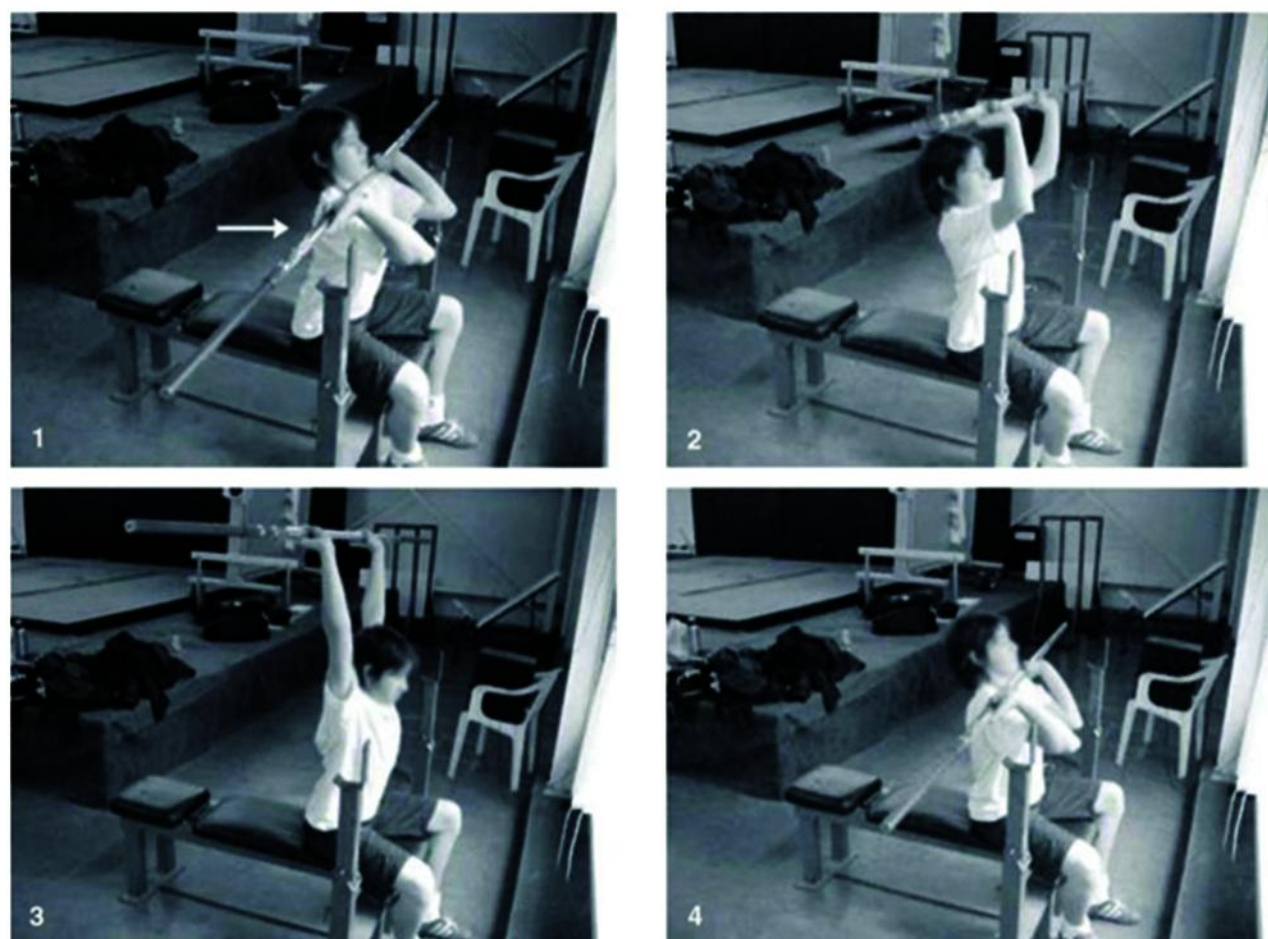


FIG. 4-8. Ejercicio de *press* de hombros adelante realizado con muy bajo peso; esto produce una mayor inestabilidad de movimientos que obliga a optimizar los niveles de coordinación intermuscular e intramuscular al no contar con apoyo en la espalda (la flecha indica el esfuerzo extra que se realiza en la zona dorsal para mantener la postura).

manera simplificada (desde las rodillas y a media flexión), este 60% quedaría reducido, y si además trabajamos con cargas livianas (no con un arranque máximo), podríamos llegar a estar trabajando aproximadamente con el 30% de la fuerza máxima, lo cual que no traería aparejado ningún peligro (siempre que se realice con una adecuada técnica), pero sí una gran mejora de la fuerza

y fuerza explosiva por una mejora sustancial de la coordinación intramuscular e intermuscular que ningún otro ejercicio es capaz de brindar. Pero para que lo expuesto pueda realizarse con éxito, el entrenador debe tener la suficiente paciencia y conocimiento como para llevar a cabo una correcta enseñanza del ejercicio; caso contrario, estará destinado al fracaso.



FIG. 4-9. Arranque desde discos (continúa)



FIG. 4-9. (continuación) Arranque desde discos: necesita elevados niveles coordinativos y de velocidad para ser ejecutado correctamente.

Tanto en el arranque como en el envión, al ser ejercicios de mucha explosividad, no es conveniente realizar series de más de 4 repeticiones a fin de no producir agotamiento, que traerá como consecuencia una gran descoordinación.

Todo lo expresado para el arranque es válido para el envión, teniendo en cuenta que el máximo peso elevado en este ejercicio puede llegar a corresponder al 80% de la máxima sentadilla. Por lo tanto, podríamos inferir que para realizar este ejercicio se precisa un porcentaje mayor de fuerza máxima, además de requerir una menor coordinación que el arranque.

Como conclusión, es posible afirmar que el entrenamiento de fuerza en niños no solo no es perjudicial, sino que resulta beneficioso.



Un entrenamiento correctamente planificado y supervisado no debería producir lesiones, ya que estas solo se observan cuando no hay una correcta técnica de

ejecución de los movimientos, las cargas son tan altas que no se pueden controlar o el equipamiento se encuentra en malas condiciones.

EL NIÑO Y EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA

Como sostuvimos en capítulos anteriores, la resistencia es una cualidad que depende enteramente de 4 factores:

$\dot{V}O_{2\max}$

Segundo umbral del lactato.

Producción y remoción del lactato.

Economía de movimientos.

Todos estos factores son modificables, pero el porcentaje en que pueden llegar a variar dependerá no solo del tipo de entrenamiento, sino de la etapa evolutiva en la cual se encuentran el niño, el adolescente y el adulto.

En cuanto al $\text{VO}_{2\text{máx}}$, llega a su valor más elevado entre los 17 y los 21 años. A partir de esta edad, de no mediar entrenamiento, los valores anteriormente expuestos comienzan a disminuir.

En las niñas se ha observado un comportamiento similar, con la diferencia de que la reducción del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ comienza entre los 13-15 años, siempre en el caso de no existir entrenamiento. Por esta razón, muchos investigadores atribuyen la disminución del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ a pautas culturales por las cuales las chicas están sujetas a un mayor sedentarismo que los varones.

Existen numerosos estudios referidos a la entrenabilidad de la potencia aeróbica ($\text{VO}_{2\text{máx}}$) en niños. Sobre este tema, Lemura y cols. (1999) realizaron una revisión y concluyeron que los niños pueden mejorar, mediante entrenamientos apropiados, un 6% promedio su $\text{VO}_{2\text{máx}}$, pero a su vez estos autores afirman que la posibilidad de mejora es mayor entre los 11 y los 12 años que entre los 8 y los 10. De todas formas, sugieren que las respuestas serán menores que en la edad adulta, aun cuando el rendimiento pueda ser objetivamente mejorado.

La maduración del sistema neuromuscular y el incremento en la concentración de determinadas hormonas son factores importantes para que ocurran adaptaciones fisiológicas al entrenamiento de la resistencia, pero a su vez el aumento en la capacidad coordinativa que puede provocar un entrenamiento orientado a la mejora de la resistencia en niños producirá cambios en el rendimiento sin producir adaptaciones fisiológicas de importancia. También debemos tener en cuenta que los valores de $\text{VO}_{2\text{máx}}$ en niños tienen una menor relación con el estado de entrenamiento de la resistencia que en los adultos.

Este análisis, realizado sobre una gran cantidad de estudios acerca del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ en niños, concluye que son necesarias una adecuada frecuencia de estímulos, al menos 3 veces por semana, y una elevada intensidad. Además, consideramos de suma importancia advertir que la gran mayoría de los estudios actuales sobre el tema se basan en la carrera como ejercicio.

Si bien los valores máximos de consumo de oxígeno en litros por minuto pueden apreciar-

se a las edades anteriormente indicadas, se ven por completo diferenciados cuando se calculan en relación con el peso corporal. En este caso, se puede apreciar que estos valores expresados en $\text{mL} \times \text{kg} \times \text{min}$ varían muy poco: en los varones, desde los 6 años hasta la adultez; en las chicas, entre los 6 y los 15 años no existen grandes variaciones, pero como ya dijimos, a partir de los 15 años comienzan a tener una regresión gradual.



Todos estos datos expresados nos llevan a la siguiente conclusión: si bien el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ es un indicador importante dentro de la resistencia, lejos está de ser el único. Así, es posible afirmar que, si bien es un dato de importancia, existen otros factores igualmente significativos dentro de esta cualidad.

Tomando como ejemplo lo que acabamos de expresar, podemos observar que los valores de VO_2 relativo ($\text{mL} \times \text{kg} \times \text{min}$) en un niño es muy parecido al de un adulto; sin embargo, la capacidad de resistencia en un niño de, por ejemplo, 8 años es muy diferente de la de un adulto, lo que demostraría que la resistencia no depende de un solo factor, sino de la conjunción de una gran cantidad de factores; por lo tanto, la capacidad de resistencia puede verse totalmente mejorada aunque los valores de $\text{VO}_{2\text{máx}}$ se mantengan estables o, más aún, disminuyan si existe una adecuada interacción con la economía de movimientos, la producción y remoción del lactato y el segundo umbral del lactato. En una primera instancia, la economía de movimientos puede llegar a ser el factor más importante en cuanto a esta mejora; dentro de esta economía, es la fuerza muscular y la coordinación donde se centra fundamentalmente la mejora del rendimiento.

Además de lo expuesto, es posible afirmar que los pequeños cambios en el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ durante la infancia no se acompañan de una manera exponencial con el rendimiento en resistencia.

La economía de movimientos resulta un factor fundamental en la mejora del rendimiento. Por ejemplo, en carreras de ritmo sostenido existe una gran diferencia en cuanto al $\text{VO}_{2\text{máx}}$ relativo entre niños y adultos, lo cual pone en eviden-

cia que la utilización porcentual de este $\text{VO}_{2\text{máx}}$ es menor en los últimos. Esto, que no es otra cosa que movimientos económicos, puede deberse fundamentalmente a la falta de un estado madurativo del niño, lo que trae aparejado una disminución coordinativa y menores niveles de fuerza.

Con respecto al segundo umbral del lactato, suponiendo que en el niño esté al mismo porcentaje de $\text{VO}_{2\text{máx}}$ relativo que en un adulto (p. ej., al 75%), el nivel de resistencia del niño será inferior, fundamentalmente por la menor economía de movimientos, ya que la fortaleza musculoesquelética es menor, lo que traerá aparejado una menor calidad técnica, la cual podrá mejorarse paulatinamente a través del crecimiento, cuando la maduración del sistema nervioso permite una mejora en la coordinación intermuscular e intramuscular.

Existen diferentes estudios que indican, dentro de la economía de movimientos, cuáles son los puntos débiles que presentan los niños respecto de los adultos, entre los que se destacan: frecuencia de zancada, mecánica de movimientos, composición corporal, eficacia ventilatoria, factores todos que marcarían una diferente respuesta técnica al ejercicio.

Durante la infancia, el segundo umbral se encuentra en niveles elevados para luego disminuir en forma progresiva: 68,6% y 58,5% del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ en niños y adultos respectivamente (Gerbeaux y cols., 2004). Por esta razón, la infancia es una fase sensible para trabajar en este nivel, donde tendrían una gran participación las fibras FT. Aunque el umbral del lactato se encuentre en niveles de VO_2 relativo similares o incluso superiores a los del adulto, el cociente respiratorio (relación entre el oxígeno consumido y el CO_2 expulsado = CO_2/VO_2) es menor en niños que en adultos. En los primeros, puede llegar hasta 1,10, y en adultos, a valores de 1,15 en ejercicios máximos, lo que indica que los niños no tienen la misma capacidad de producir CO_2 que los adultos; por lo tanto, la amortiguación de este metabolito será menor.

Sistema glucolítico

La diferencia fundamental entre adultos y niños es que estos últimos poseen una menor

cantidad de **fosfofructocinasa** (enzima reguladora de la glucólisis; cataliza la fosforilación de la fructosa-6-fosfato con gasto de una molécula de ATP para formar fructosa 1,6-difosfato y ADP), además de ser 30-50% menos activa que en adultos. Esta enzima, fundamental en la glucólisis, al estar presente en menor cantidad y ser menos activa impide la formación de grandes cantidades de lactato, con lo cual limita el rendimiento a intensidades máximas y submáximas, aunque se ha observado una estrecha relación positiva entre la concentración plasmática de testosterona y el área de la fibras FT. Al poseer una mayor concentración de isoenzimas LDH 5, estas fibras permiten una mayor reducción de piruvato a lactato, lo que permite alcanzar una concentración láctica mayor, cosa que en el niño no se manifestaría, además de todo lo expuesto, por los bajos niveles de testosterona que poseen.

Características del entrenamiento

Es fundamental que al comenzar con el entrenamiento de resistencia el profesional que lleve a cabo la correspondiente planificación tenga en cuenta que la resistencia, en cualquiera de sus formas, es más fácil de adquirir que la explosividad. Por esta razón, a la hora de programar el entrenamiento orientado a la mejora de la resistencia, debemos ser conscientes de que el trabajo de esta capacidad motora nunca debe contraponerse con la velocidad ni la explosividad. El motivo de esto se explica por el siguiente concepto: si realizamos grandes trabajos de resistencia de manera extensiva, estaremos utilizando fibras ST y la fibras rápidas FT no recibirán estímulos; más aún, muchas de estas fibras rápidas, al ser estimuladas con una frecuencia y velocidad nerviosa baja, estarán adquiriendo características de fibras lentas, lo que traerá aparejado una gran lentitud de movimientos.

En muchos deportes que se inician a edades tempranas, donde la resistencia juega un papel fundamental, no es conveniente planificar en los niños grandes distancias de trabajo, ya que estas traen aparejado una importante pérdida de fuerza y explosividad y esta pérdida es muy difícil de revertir.



Si en el patio de una escuela observamos a un grupo de niños jugar vemos que estos se desplazan a gran velocidad, por espacios cortos de tiempo, descansan y luego repiten de manera increíble este mismo ciclo. De esta forma, de manera natural y sin pensarlo, el niño está respondiendo a formas de trabajo intermitente. Esta es la forma que el profesional debe explotar realizando diferentes tipos de juegos que, además de divertir a los niños, estimulen la resistencia en las fibras FT, teniendo en cuenta que los trabajos lácticos, como aclaramos en párrafos anteriores, no son aconsejables en esta etapa por tener el niño menos cantidad y actividad en la enzima CPK. En el momento de corroborar que el prepúber o el púber, con un sistema nervioso lo suficientemente desarrollado, capaz de poder regular una determinada velocidad de desplazamiento, tiene condiciones para deportes de resistencia de larga duración, no existirían grandes inconvenientes para comenzar con este tipo de trabajo, pero es importante tener en cuenta que, al desarrollar de manera importante la resistencia de larga duración, estaremos atentando contra

cualidades que son muy difíciles de adquirir; tal es el caso de la velocidad y la explosividad.

No estamos en condiciones de dar ningún tipo de recetas, ya que la confección del entrenamiento dependerá de la etapa evolutiva del niño, las particularidades y las experiencias motoras del grupo en cuestión. Lo que sí podemos asegurar es que si se trabaja con criterio, sobre las premisas expuestas, estaremos transitando en la dirección correcta. Pero es preciso considerar que el prepúber posee una notable irrigación sanguínea, además de una gran densidad mitocondrial; por lo tanto, está preparado para realizar esfuerzos aeróbicos fraccionados o intermitentes de corta duración, alta intensidad y pausas relativamente cortas, ya que poseen una capacidad de recuperación sumamente eficiente. Además, al no tener un gran desarrollo de la vía glucolítica, tiene un menor reclutamiento de fibras rápidas y los niveles de esfuerzo son menores; por consiguiente, necesita menores tiempos de recuperación.

SÍNTESIS CONCEPTUAL

El desarrollo muscular en las niñas púberes, si bien aumenta, es mucho más estable que en el hombre.

El desarrollo de la habilidad motora puede observarse en los primeros 18 años de vida, aunque en las niñas tiende a estabilizarse alrededor de la pubertad, entre los 12 y los 13 años.

Los ancianos que durante la infancia adquirieron un buen nivel coordinativo padecen de torpeza motriz a edades más avanzadas.

Podemos decir que más importante que el momento en el cual se comienza con el entrenamiento de fuerza es cómo se comienza.

De acuerdo con diferentes estudios, entre los 11 y los 12 años la entrenabilidad de fuerza de las niñas respecto de los varones es del 93%, entre los 13 y los 14 años es del 88% y entre los 15 y los 16 años, del 75%.

Toda actividad que se realice en el entrenamiento debe consistir en un esfuerzo superior al cual el niño se encuentra sometido en la vida diaria.

Un entrenamiento correctamente planificado y supervisado no debería producir lesiones.

Si bien el $\dot{V}O_{2\max}$ es un indicador importante dentro de la resistencia, lejos está de ser el único.

BIBLIOGRAFÍA

- Faigenbaum A, La Rosa Loud R, O'Connell J, Glover S, O'Connell J, Westcott W. Effects of different resistance training protocols in upper-body strength and endurance development in children. *J Strength Cond Res* 2001; 15(4):459-465.
- Faigenbaum A, Westcott W, Micheli L, Outerbridge A, Long C and Zaichkowsky L. The effects of strength training and detraining in children. *J Strength Cond Res* 1996; 10(2):109-114.
- Falk B, Tenenbaum G. The effectiveness of resistance training in children. *Sports Med* 1996; 22:176-186.
- Flanagan S, Laubach L, De Marco G, Borchers S, Dressman E, Gorka C. Effects of two different strength training modes on motor performance in children. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 2002; 73:3, 340-344.
- Gerbeaux M and Berthoin S. Aptitud y entrenamiento aeróbico en la infancia y la adolescencia. Barcelona: INDE, 2004.
- Hamil B. Relative safety of weight lifting and weight training. *J Strength Cond Res* 1994; 8:53-57.
- Lemura L, Von Duvivard S, Carlonas R and Andreacci J. Can Exercise training improve maximal aerobic power (VO_{2max}) in children. *JE Online* 1999; 2(3):1-22.
- Loko J, Sikkut T, Aule R. Sensitive periods in physical development. *Modern athlete and coach* 1996; 34(2):26-29.
- Macera C, Wooten W. Epidemiology of sports and recreation injuries among adolescents. *Phys Educ Sport* 1994; 6:424-433.
- Santos E & Janera M. Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2008; 22(3):903-909.

DESCRIPCIÓN ANALÍTICA DE LOS PRINCIPALES EJERCICIOS CITADOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

SENTADILLAS CON BARRA ATRÁS

SENTADILLAS CON BARRA ADELANTE

ARRANQUE

ARRANQUE COLGADO A MEDIA FLEXIÓN

ENVIÓN

Descripción de la cargada

Segundo tiempo

CARGADAS COLGADO A MEDIA FLEXIÓN

DESPEGUE

REMO ACOSTADO CON BARRA

FUERZA EN BANCO PLANO

SÍNTESIS CONCEPTUAL

SENTADILLAS CON BARRA ATRÁS

Es tal vez el ejercicio base en los trabajos de musculación, lo cual se justifica por lo siguiente:

Refuerza un gran número de músculos del tren inferior, lo que responde a la principal necesidad de los practicantes de la gran mayoría de las disciplinas deportivas.

El efecto funcional (respiración, circulación) es considerable en virtud de las masas musculares que se movilizan (músculos de la espalda, muslos y glúteos).

Las posibilidades de ejecución son variadas: barra atrás, sobre las clavículas, pies planos o talones elevados, movimiento completo, limitado o final con impulso.

El movimiento es de simple ejecución. Es una flexión-extensión de los miembros inferiores. El equilibrio está asegurado por el total contacto de los pies con el suelo, que a su vez están separados por el ancho de hombros o lo que resulte más cómodo para el deportista, ya que no hay apreciable diferencia si este ejercicio se realiza con piernas abiertas o abiertas hasta ancho de hombros. La

barra debe estar firmemente colocada por detrás, sobre los hombros, con el agarre cercano a estos a fin de ejercer mayor presión sobre la barra e impedir que la espalda se curve. El tronco se inclina en mayor o menor medida durante el movimiento con el objeto de repartir el esfuerzo entre los músculos extensores de las rodillas (cuádriceps) y las caderas (glúteos e isquioturales). El grado de intensidad de la contracción de los músculos de la espalda, cuyo papel es fijar las piezas óseas vertebrales entre sí, varía al mismo tiempo que el de los músculos de las caderas; por consiguiente, cuanto más se inclina la espalda, más solicitados están estos músculos (cadera y espalda), en tanto que disminuye el esfuerzo de los cuádriceps (Fehér's, 2006).

Cuanto más se aleja la articulación de la cadera o de la rodilla del plano vertical de la carga por desplazar, tanto más importante es el esfuerzo que deben producir los músculos extensores de la articulación correspondiente.

Una relativa debilidad (bastante frecuente) de los cuádriceps se acompaña de una fuerte inclinación del tronco. Una cierta rigidez de los tobillos produce el mismo efecto, pero puede corregirse con facilidad mediante la introducción de cuñas de espesor apropiado bajo los talones (fig. 5.1).

SENTADILLAS CON BARRA ADELANTE

En este caso, se sitúa la barra en la parte frontal del cuerpo, a través de la clavícula y el músculo deltoides, bien con las manos agarrando la barra con toma dorsal o bien con los brazos cruzados y las manos sobre la barra, sujetándola contra el cuerpo. En ambos casos, la espalda se mantiene recta y sin inclinarse durante todo el movimiento. Es importante destacar que los codos deben mantenerse lo más elevados posible para sostener la barra en su sitio. Este tipo de sentadillas implica menos riesgo para la espalda, pero puede desplazarse menos peso que con una sentadilla con barra atrás (fig. 5.2).



FIG. 5-1. Sentadilla con barra atrás. (Continúa.)

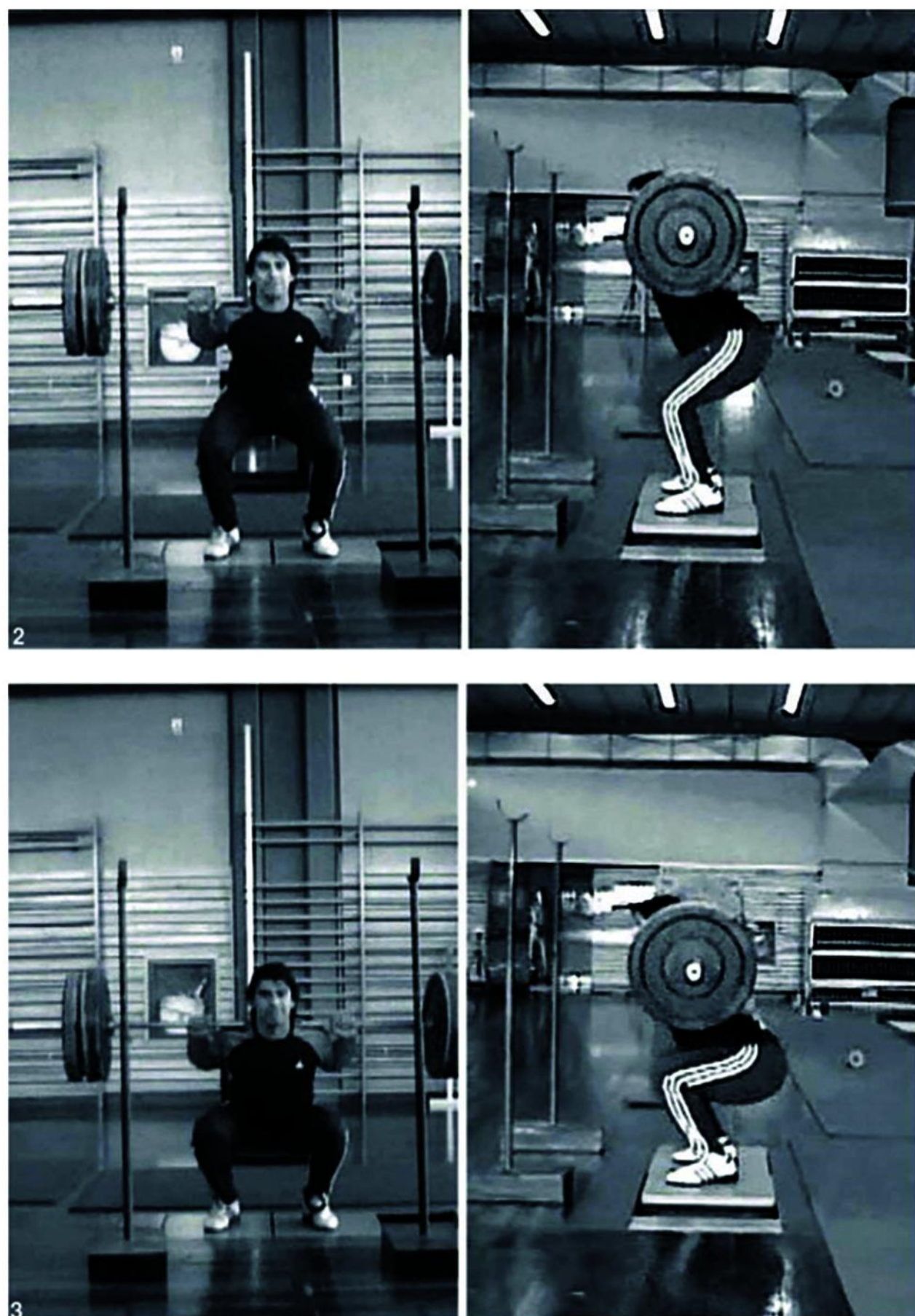


FIG. 5-1. (Continuación.) Sentadilla con barra atrás.



FIG. 5-1. (Continuación.) Sentadilla con barra atrás.

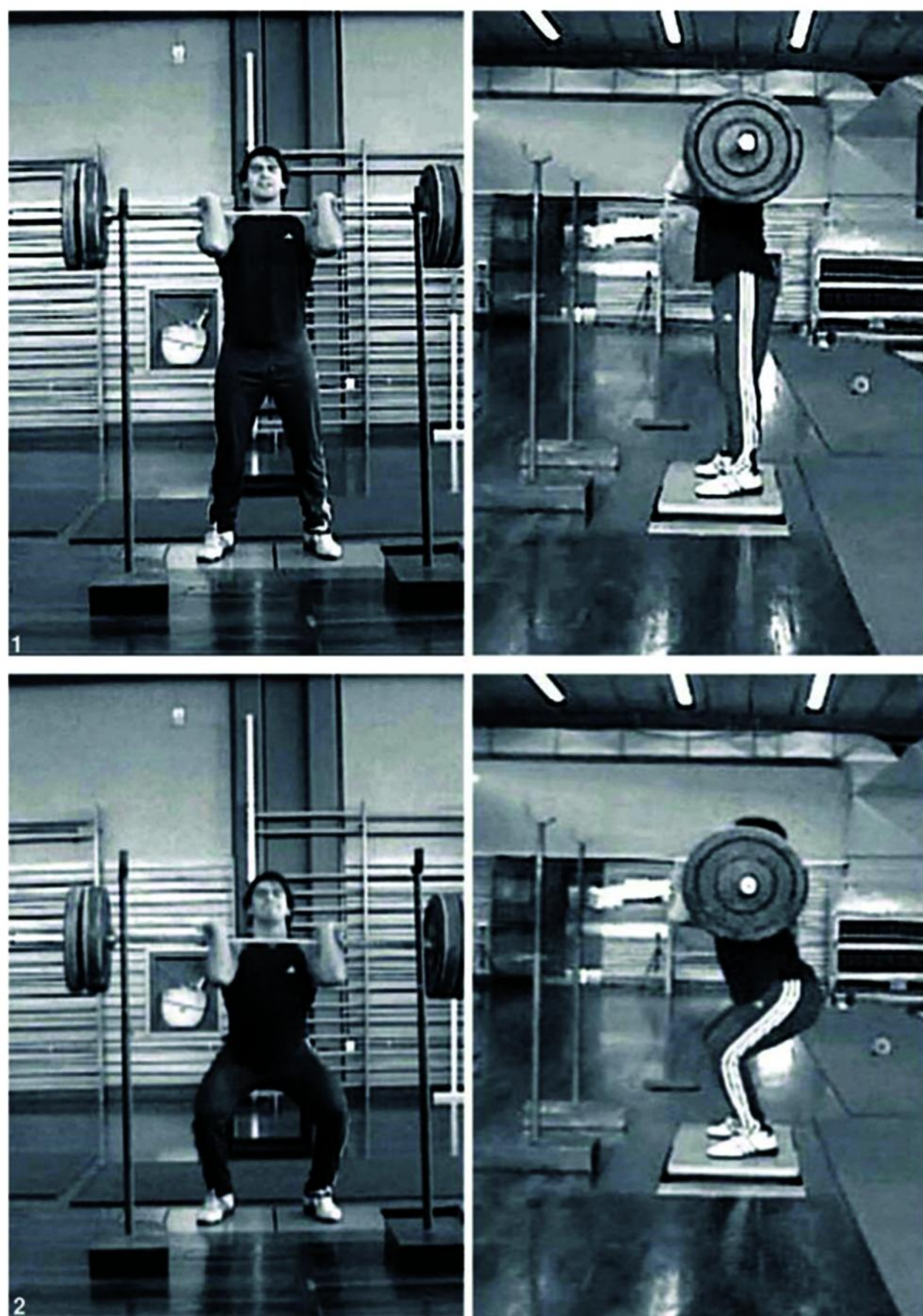


FIG. 5-2. Sentadilla con barra adelante. (Continúa)



FIG. 5-2. (Continuación.) Sentadilla con barra adelante.

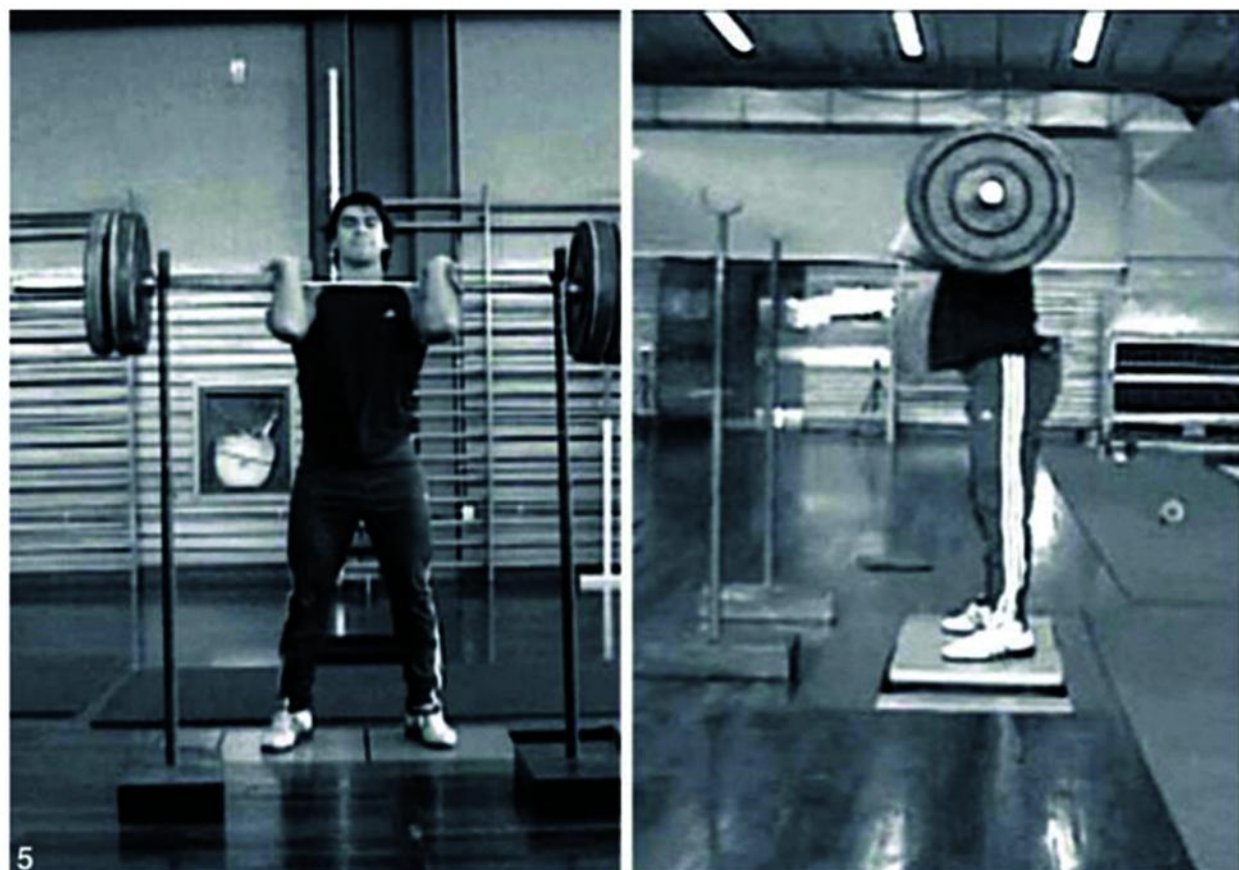


FIG. 5-2. (Continuación.) Sentadilla con barra adelante.



En cualquiera de sus variantes, la sentadilla es un ejercicio aplicable a la mayoría de las actividades deportivas, con una técnica de fácil ejecución que, al ser realizada de manera correcta, produce un gran fortalecimiento de los miembros inferiores y los dorsales.

ARRANQUE

El arranque clásico consiste en levantar la barra, desde la plataforma hasta la completa extensión de los brazos por encima de la cabeza, en un solo movimiento.

Este ejercicio comienza por la **posición inicial**, que es cuando la barra se encuentra sobre la plataforma y el atleta con los pies bajo la barra, de modo que la proyección vertical de esta caiga aproximadamente sobre la articulación metatarsofalángica.

Los pies del atleta se conservan aproximadamente al ancho de las caderas y con las piernas

flexionadas, manteniendo la espalda hiperextendida y la cabeza algo levantada. El agarre es ancho y la sujeción, de gancho.

Después viene el **primer tirón**, que comprende desde el despegue de la barra hasta los muslos.

El **segundo tirón** comienza desde los muslos hasta la extensión de las piernas y el tronco, a fin de que la barra alcance la altura necesaria para luego poder completar el movimiento.

Inmediatamente después de finalizado el segundo tirón y encontrándose la barra con recorrido ascendente (producto del tirón ejercido), comienza la **metida**, durante la cual el ejecutante deberá deslizarse bajo la barra hasta que pueda completar la extensión de los brazos desplazando los pies hacia los lados para buscar mayor área de apoyo.

Acto seguido, se realiza la correspondiente recuperación, que consiste en ponerse de pie desde la posición final de la metida con los brazos extendidos mientras la barra queda sobre o ligeramente detrás de la cabeza (fig. 5.3).

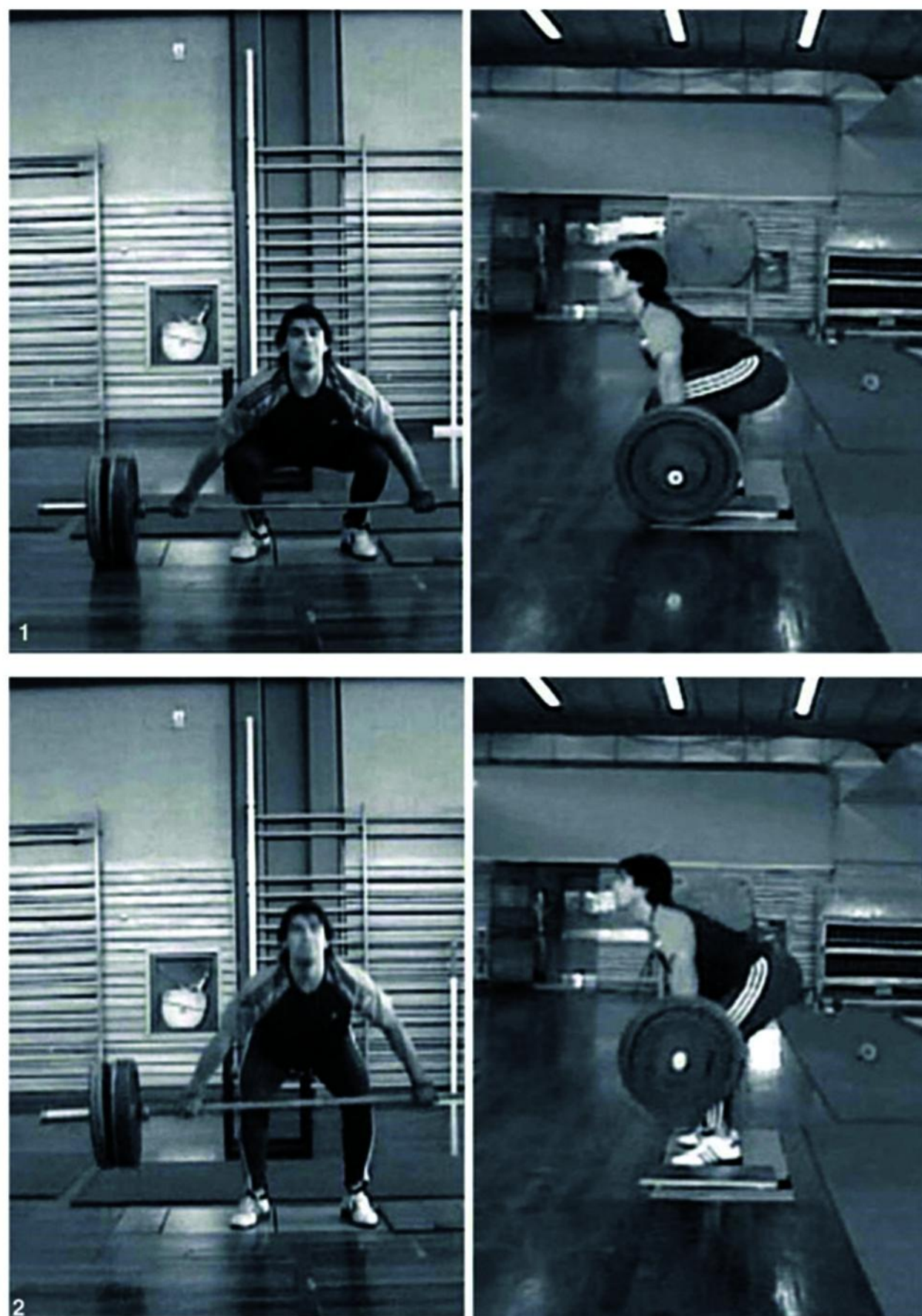


FIG. 5-3. Arranque clásico (1 posición inicial; 2 primer tirón). (Continúa.)



FIG. 5-3. Arranque clásico (continuación) (3 y 4 segundo tirón).

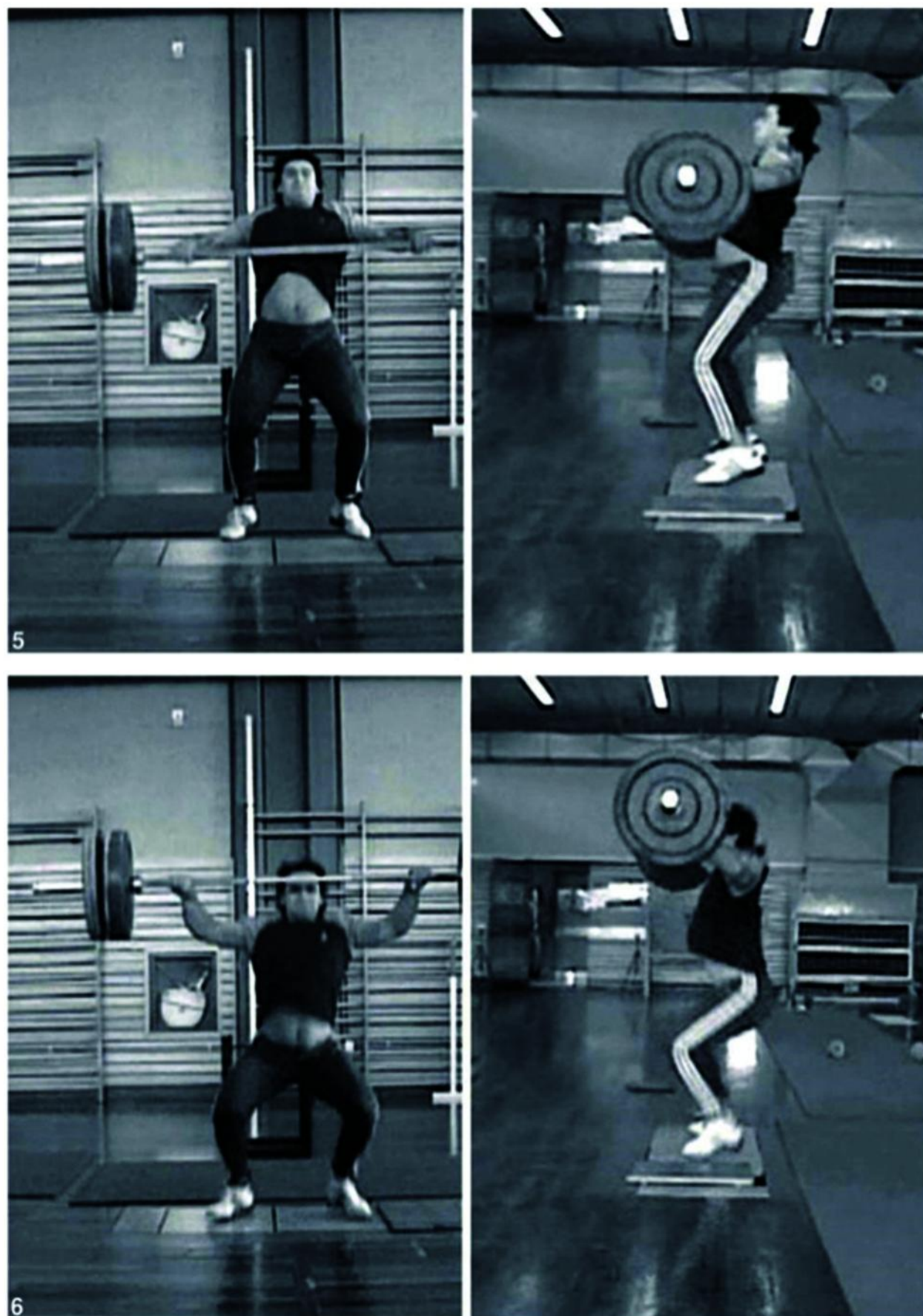


FIG. 5-3. Arranque clásico (continuación). (5, 6, 7 y 8 metida).

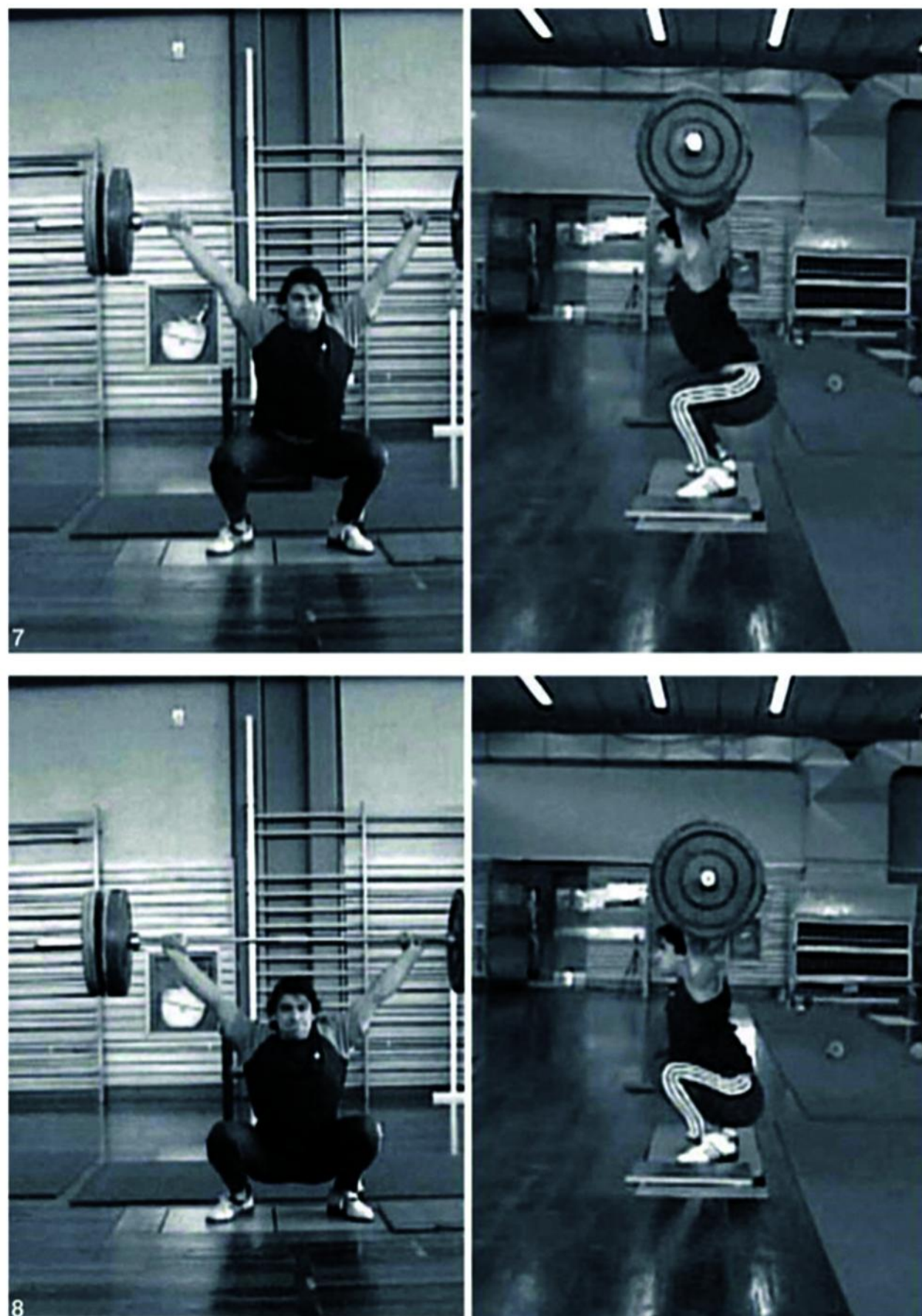


FIG. 5-3. Arranque clásico (continuación) (5, 6, 7 y 8 metida).



FIG. 5-3. Arranque clásico (*continuación*) (9 y 10 recuperación).

ARRANQUE COLGADO A MEDIA FLEXIÓN

Esta es una variante para obtener toda la potencia que el ejercicio de arranque nos puede suministrar pero de una manera simplificada y con una ejecución técnica mucho más simple que el arranque completo, por lo que es utilizada con mucha asiduidad en la preparación física deportiva (Luger, 2002; González Badillo, 2003). Además de ser un ejercicio "simplificado", la carga será menor que en el arranque convencional, por lo cual es posible aplicar una mayor velocidad a cada repetición (Fehér's, 2006).

Después de elevar la barra hasta la ingle con el mismo agarre que en el arranque clásico, comienza el ejercicio. En ese momento, con la espalda hiperextendida comienzan a flexionarse las piernas, a la vez que la espalda se inclina hacia delante y la barra baja rozando los muslos hasta la altura de las rodillas. En ese momento, los hombros ya se encontrarán delante de la barra, los brazos estarán extendidos y en este pre-

ciso instantáneo comenzará de manera brusca la elevación de la barra, que se produce por una violenta extensión conjunta de rodillas, caderas y tobillos. Los brazos se flexionan con los codos apuntando hacia arriba y las muñecas flexionadas ligeramente hacia adentro; la barra, bruscamente acelerada, asciende lo más junto al cuerpo posible hasta la altura del esternón (González Badillo, 1991).

Mientras que la inercia de la fase anterior posibilita alcanzar la barra su altura máxima, el ejecutante desciende con mucha rapidez debajo de ella, separando simétricamente los pies hasta el ancho de hombros o un poco más, con una posición de semiflexión de piernas, mientras que la barra queda sobre o ligeramente detrás de la cabeza, con los brazos bien extendidos (González Badillo, 1991).

El ejercicio finaliza con la extensión de rodillas y cadera. Al terminar la acción, el atleta queda de pie con la barra firmemente colocada sobre la cabeza y con los brazos extendidos (fig. 5.4).

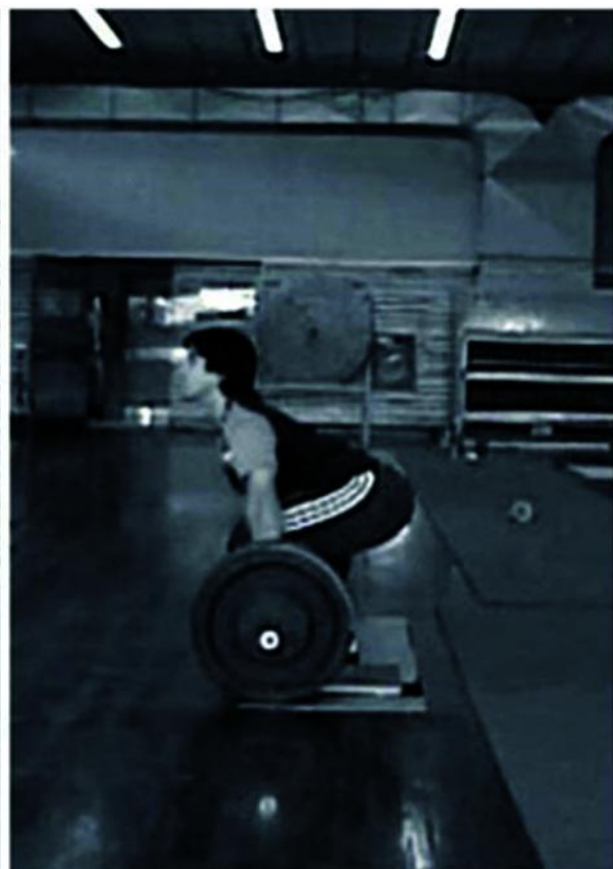


FIG. 5-4. Arranque colgado a media flexión. (Continúa)



FIG. 5-4. (continuación) Arranque colgado a media flexión.



FIG. 5-4. (continuación) Arranque colgado a media flexión.

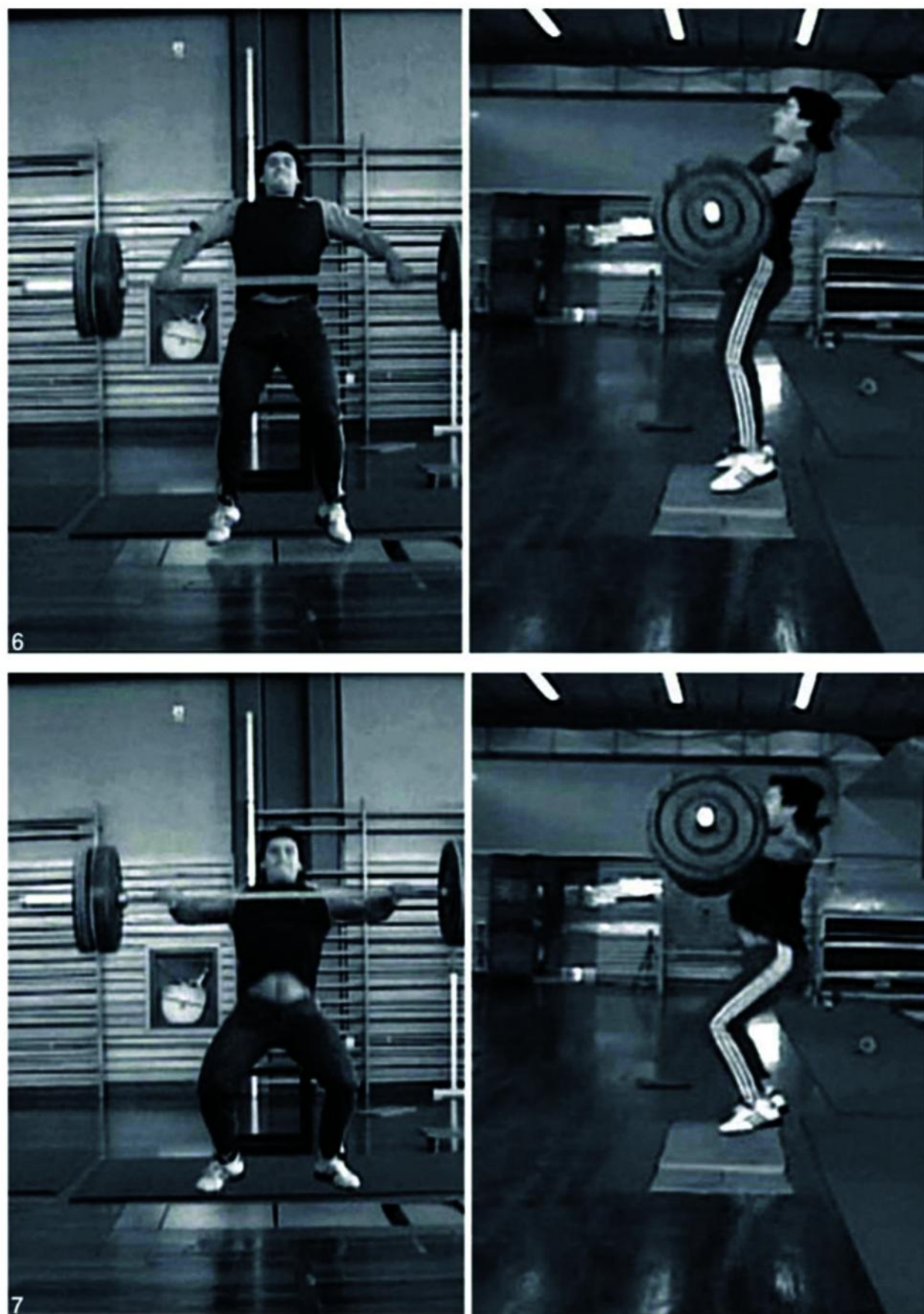


FIG. 5-4. (continuación) Arranque colgado a media flexión.



FIG. 5-4. (continuación) Arranque colgado a media flexión.



10

FIG. 5-4. (continuación) Arranque colgado a media flexión.



El arranque es el ejercicio de sobrecarga que desarrolla la más alta velocidad. Si bien ejecutado de manera completa puede en algunos casos resultar una técnica algo compleja, esto puede solucionarse con el arranque realizado de manera "simplificada", colgado a media flexión, lo cual lo transforma en un ejercicio de gran aplicación deportiva.

ENVIÓN

El ejercicio de envión se divide en dos partes: la **cargada** (que consiste en elevar la barra desde la tarima hasta apoyarla sobre los hombros) y el **segundo tiempo**, en el cual el levantador impulsa la barra desde los hombros hasta la extensión total de brazos.

La barra se coloca horizontal y en el suelo, frente a las piernas del levantador. Se toma con las palmas en pronación y, con un solo movimiento se tira de ella y se la eleva desde la plata-

forma hasta cargarla sobre los hombros. Luego, el atleta flexiona las piernas y extiende los brazos hasta llevar la barra por encima de su cabeza, con extensión plena de sus codos.

Descripción de la cargada

Esta parte se divide a su vez en 5 fases; a saber:

- Posición inicial.
- Primer tirón.
- Segundo tirón.
- Deslizamiento o metida.
- Recuperación.

Posición inicial

Tiene gran similitud con la posición inicial del arranque. La diferencia radica en el ancho del agarre, que debe ser similar al ancho de hombros.

Los pies y las piernas se colocan de forma similar al arranque, teniendo en cuenta que el menor ancho de la toma implica que la flexión de las piernas y el tronco sean menores.

Primer tirón

El primer tirón de la cargada tiene las mismas características que el del arranque, con la diferencia de que el distinto ancho de la toma hace que la posición de inicio del segundo tirón sea más baja; el tronco queda algo más erguido.

Segundo tirón

La segunda parte del tirón es también semejante a la del ejercicio del arranque, pero el peso es un 20 o 30% mayor. Por este motivo, la trayectoria de la barra debe ser mucho más cercana al cuerpo del atleta y el tronco debe estar más erguido. Las velocidades y aceleraciones son menores que para el ejercicio del arranque, pero la presión sobre el suelo es mucho mayor, en forma de salto.

Metida

Al terminar la segunda fase del tirón, el atleta desplaza lateralmente los pies y flexiona las piernas hasta colocarse debajo de la barra, que queda apoyada sobre los hombros, clavículas y manos, con la espalda recta y el tronco cerca de la vertical. Los codos, que han pasado rápidamente por debajo de la barra, se encuentran ahora elevados para fijarla lo mejor posible.

Recuperación

Una vez que se han deslizado los pies hacia los lados, el tronco ubicado bajo la barra y los codos girados firmemente hacia arriba, comienza inmediatamente la recuperación, aprovechando el rebote provocado por el deslizamiento, que hace más sencillo el trabajo de las piernas. Estas se extienden por completo, manteniendo la barra en el pecho. Durante la recuperación, el tronco se inclina ligeramente hacia adelante y los codos se giran todavía más para tratar de acercar la barra lo más posible al centro de gravedad del sistema.

Segundo tiempo

El atleta flexiona las piernas para llevar la barra hasta la plena extensión de los brazos colocados verticalmente, con la barra en la misma línea de los pies.

Este ejercicio se divide en 3 partes:

- Empuje.
- Deslizamiento.
- Recuperación.

Empuje

Esta fase del segundo tiempo consiste en una veloz flexo-extensión de las piernas. El objetivo es levantar la barra a una altura tal que permita concretar con éxito el ejercicio. La flexión parcial de las piernas se realiza para generar el impulso que permita despegar la barra del tórax. Durante la ejecución, el tronco debe mantenerse vertical y extendido y no variar la ubicación de los codos. Lo más importante de este gesto es el cambio violento de velocidad entre la flexión y el empuje. La fuerza elástica que genera la barra por esta circunstancia también ayuda a la efectividad de la maniobra. La extensión de las piernas se produce con extrema violencia y eleva al atleta sobre la punta de sus pies. El movimiento de la barra es vertical, hacia arriba, y los brazos se incorporan enérgicamente al movimiento cuando este finaliza.

Deslizamiento

La técnica de tijera es la que por lo general se utiliza para el deslizamiento del segundo tiempo. Una vez finalizado el empuje, el atleta se desliza hacia abajo ubicándose con firmeza debajo de la barra para aumentar la firmeza y la velocidad del descenso, además de proyectar la barra ligeramente hacia atrás. Al realizar la tijera, la pierna más fuerte se coloca generalmente adelante, con la rodilla por detrás de la línea media del tobillo. El pie de atrás, apoyado en la punta con el talón, rotado levemente hacia afuera y la rodilla, apenas flexionada. Durante la extensión de los brazos, los codos se ubican hacia los cos-

tados del cuerpo, lo que garantiza la verticalidad del movimiento. En la posición final del deslizamiento, los puños, la cabeza del húmero y la cabeza del fémur deben estar en una misma línea vertical imaginaria.

Recuperación

La recuperación debe comenzar inmediatamente después de completar la tijera. En primer lugar, se extiende y se recoge la pierna delantera para luego recoger la trasera. El procedimiento debe realizarse con cuidado a fin de no perder el equilibrio (fig. 5.5).

Cuando se utiliza el segundo tiempo del envío como ejercicio de preparación física, puede simplificarse sacando la barra desde los soportes, como en la sentadilla, hacia adelante y realizando el deslizamiento con una pequeña flexión de rodillas sin hacer tijera (fig. 5.6).

CARGADAS COLGADO A MEDIA FLEXIÓN

Con la diferencia centrada en el ancho de la toma, la barra se despegue del piso de manera exacta al arranque colgado, y el descenso de la barra es igual al de este ejercicio; cuando la barra llega a las rodillas, se realiza un gran tirón. Al ser la toma mucho más estrecha, la trayectoria de la barra es más cercana al cuerpo del atleta; cuando esta alcanza su máxima altura inercial, el deportista inicia inmediatamente el deslizamiento desplazando los pies hacia los lados y ejecutando una semiflexión de piernas; así, queda el implemento apoyado sobre los hombros, clavículas y manos, y se recupera al hacer una extensión total de piernas hasta llegar a la posición de pie, con lo cual finaliza el movimiento (Fehér's, 2006; González Badillo, 1991) (fig. 5.7).



FIG. 5-5. Envión. Cargada: 1 posición inicial. (Continúa)



FIG. 5-5. (continuación) Enviñ. Cargada: 2 primer tirón; 3 y 4 segundo tirón.



FIG. 5-5. (continuación) Enviñ. Cargada: 5, 6, 7, 8 y 9 metida.

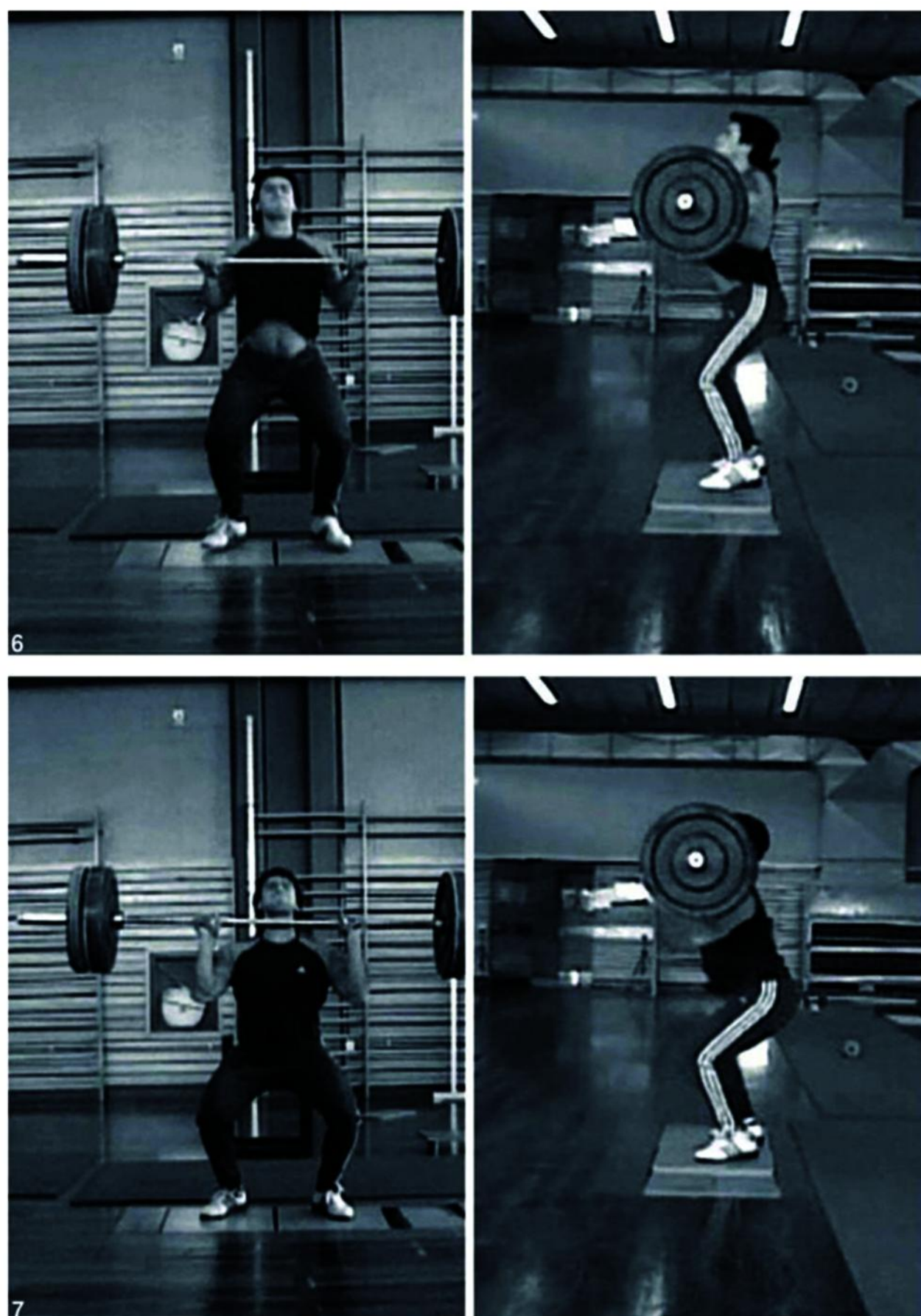


FIG. 5-5. (continuación) Envién. Cargada.

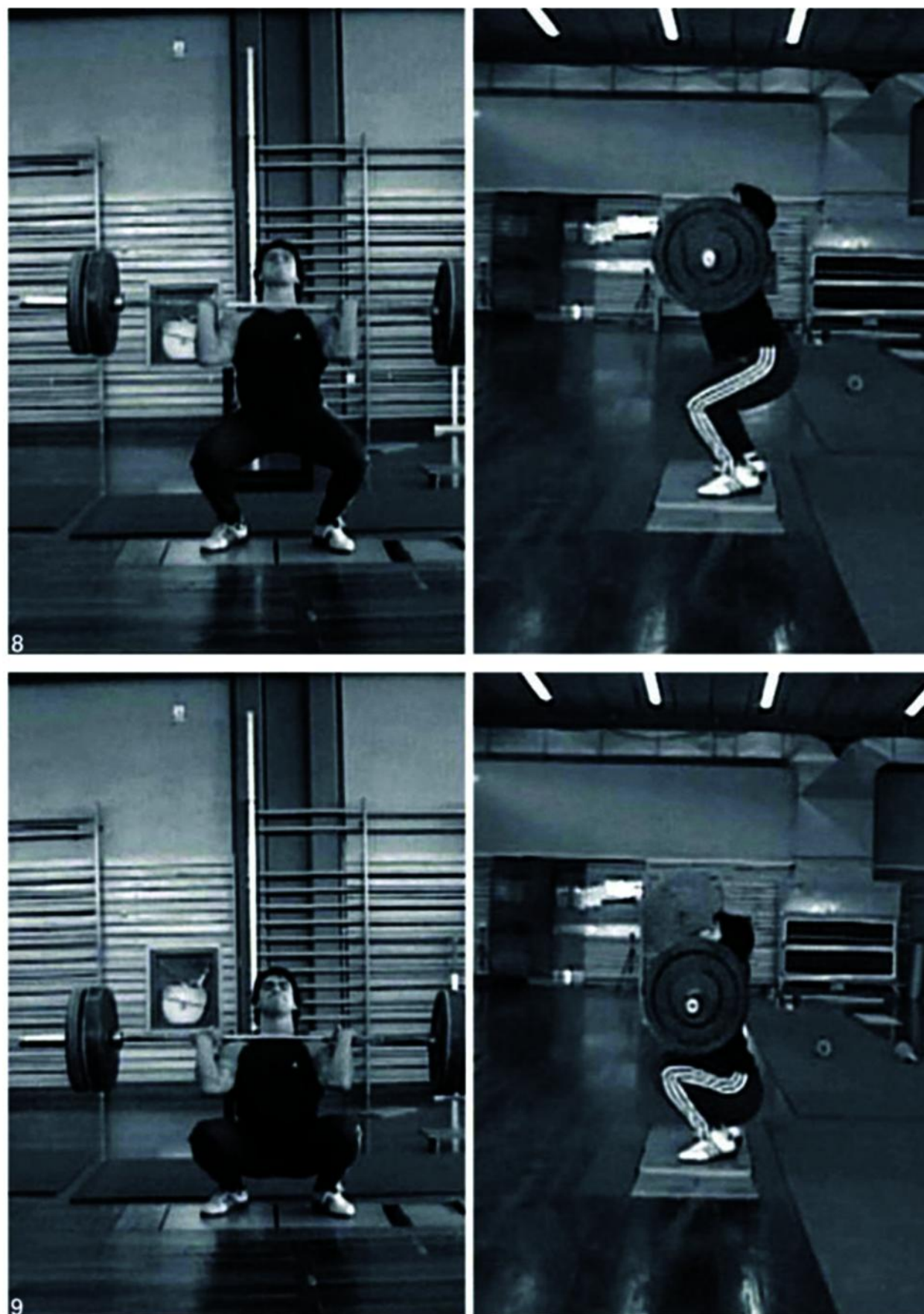


FIG. 5-5. (continuación) Envión. Cargada.



FIG. 5-5. (continuación) 10 y 11 recuperación.



FIG. 5-5. (continuación) Segundo tiempo: 12 y 13 empuje.

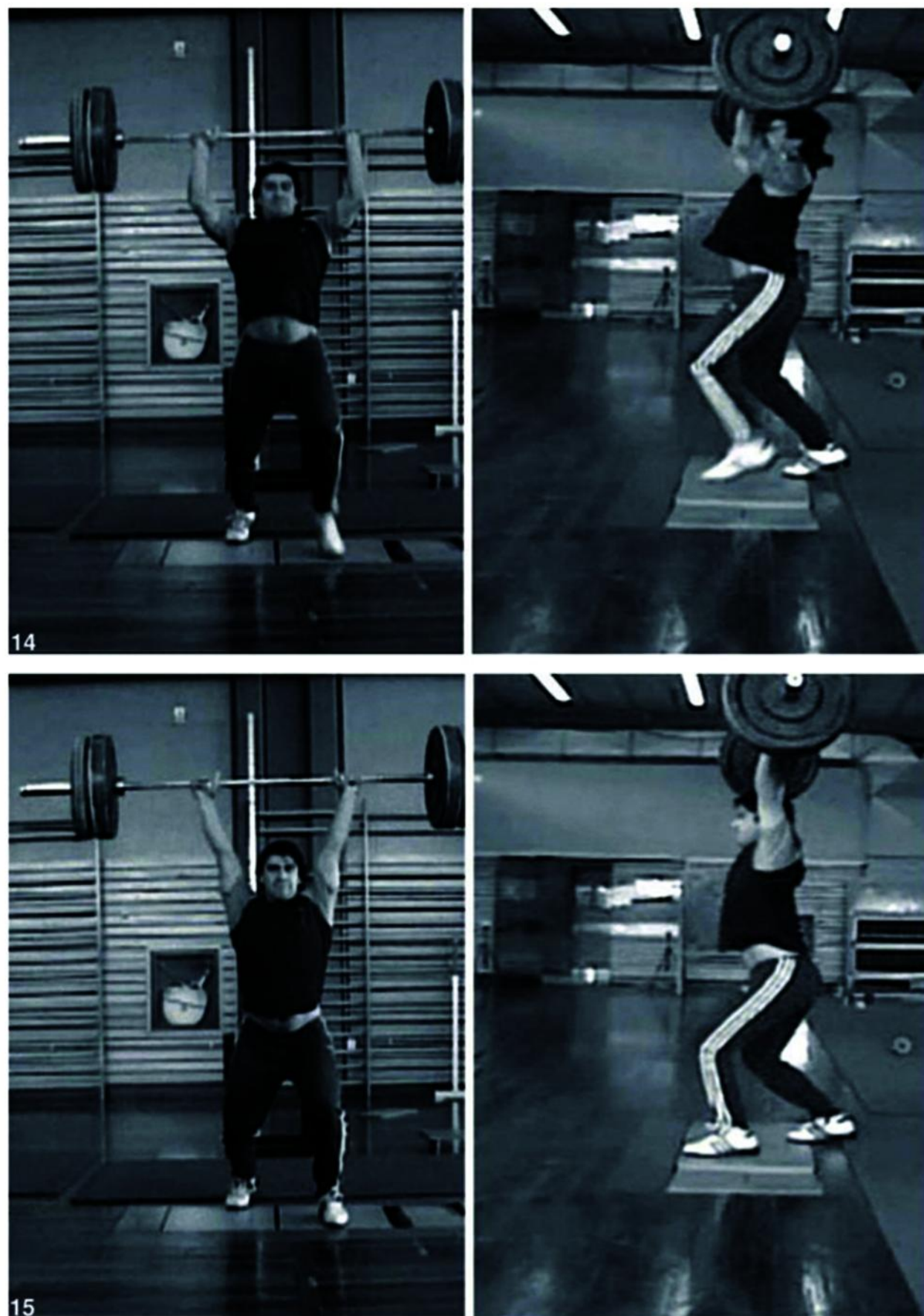


FIG. 5-5. (continuación) Segundo tiempo: 14 y 15 deslizamiento.



FIG. 5-5. (continuación) Segundo tiempo: 16 y 17 recuperación.



FIG. 5-6. Segundo tiempo sin tijera.



El arranque y el envión son los dos ejercicios competitivos en el levantamiento olímpico de pesas. Por lo general, cuando se aplica a la preparación física con el objeto de mejorar la explosividad de movimientos, las dos partes del envión (cargadas y segundo tiempo) son realizadas en forma separada y simplificada (cargadas colgado a media flexión).

DESPEGUE

El ejecutante se coloca frente a la barra. Los pies deben encontrarse a una separación de ancho de hombros, ambos paralelos o con las puntas ligeramente hacia fuera, y deben formar una perpendicular con la línea paralela que cae de la barra. La toma de brazos debe ser un poco más ancha que el ancho de hombros. Esta toma puede ser simétrica, es decir, con ambas manos



FIG. 5-7. Cargada colgado a media flexión. (Continúa.)



FIG. 5-7. (continuación) Cargada colgado a media flexión.



FIG. 5-7. (continuación) Cargada colgado a media flexión.

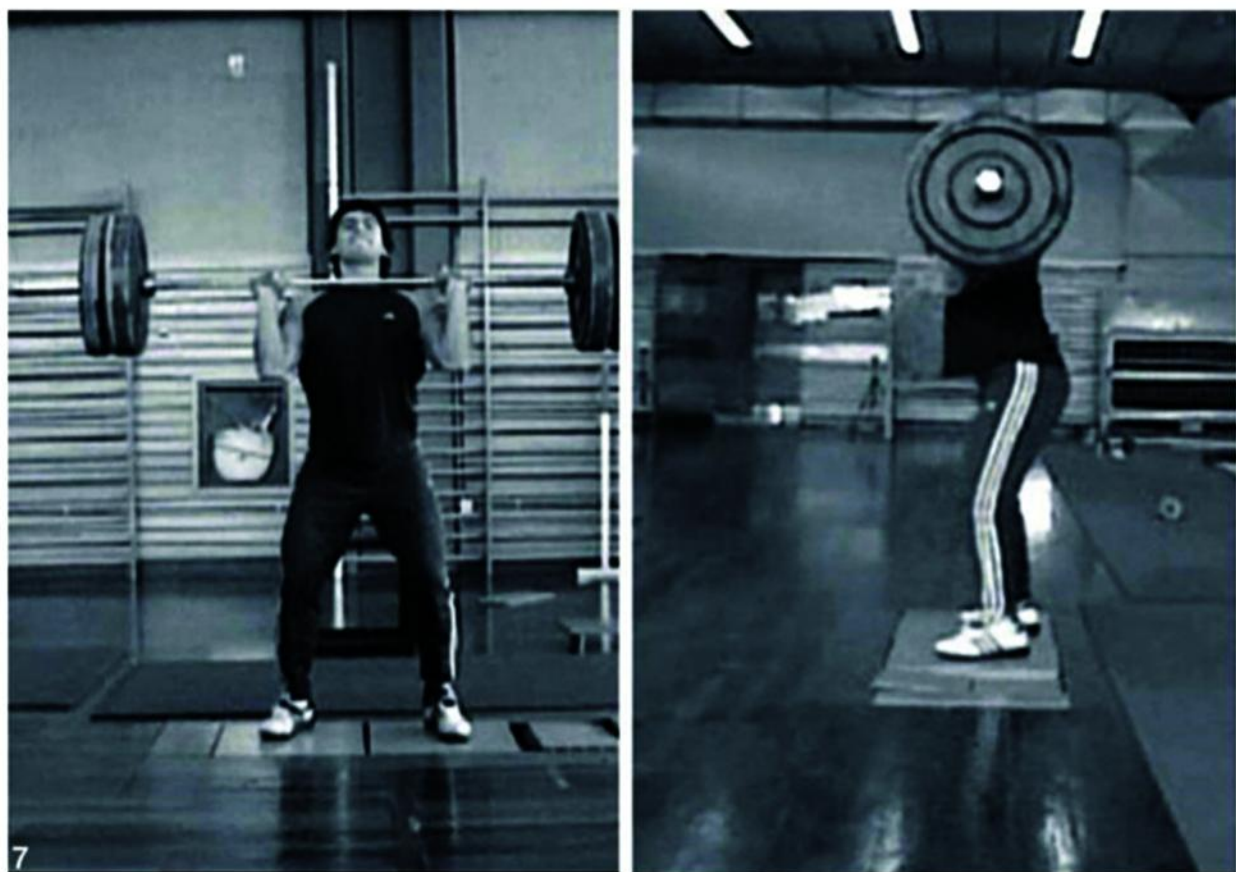


FIG. 5-7. (continuación) Cargada colgado a media flexión.

se realiza una toma palmar o, en su defecto, alternada, donde una mano realiza una toma palmar supina y la otra realiza una toma palmar. En la salida, los muslos están casi paralelos al piso. Con la espalda hiperextendida, los hombros caen sobre la perpendicular de la barra o se encuentran algo adelantados. La cabeza se sitúa de tal forma que se convierta en una continuación de la espalda; la vista estará algo levantada.

Una vez adoptada una buena posición de salida, comienza a realizarse el despegue de la barra, la cual con las piernas. Las rodillas se extienden paulatinamente hasta quedar perpendiculares al piso. Cuando la barra sobrepasa las rodillas, estas vuelven a flexionarse, se adelantan y se colocan debajo de la barra. A partir de este momento, los hombros se elevan y las rodillas se extienden de manera simultánea. La barra sigue su camino, pero a partir de ahora lo hará rozando los muslos.

Es importante destacar que los brazos permanecen extendidos durante todo el recorrido. El movimiento finaliza cuando el tronco, los

brazos y las rodillas se encuentran totalmente extendidos y la barra detenida a una altura, un poco por debajo de la ingle.

Para descender, el cuerpo se afloja realizando el recorrido contrario, pero de ninguna manera el descenso del implemento se realiza de manera descontrolada, es decir, siempre debe existir un control del ejecutante sobre la barra (Fehér's, 2006) (fig. 5.8).

REMO ACOSTADO CON BARRA

En este ejercicio, el ejecutante está acostado sobre un banco, boca abajo, con las piernas extendidas o flexionadas sin estar agarradas. La barra se encuentra atravesada por debajo del banco en su tercio superior, de manera tal que sea posible alcanzarla con los brazos extendidos a la altura de los hombros. La barra se agarra con toma palmar y se tira verticalmente hasta que toque la superficie inferior del banco; luego vuelve a la posición de salida (fig. 5.9).



FIG. 5-8. Despegue. (Continúa)



FIG. 5-8. (continuación) Despegue.



FIG. 5-8. (continuación) Despegue.



FIG. 5-9. Remo acostado con barra. (Continúa)



FIG. 5-9. (continuación) Remo acostado con barra.



FIG. 5-9. (continuación) Remo acostado con barra.

FUERZA EN BANCO PLANO

El *press* de banco plano es, sin lugar a dudas, el ejercicio más popular de los gimnasios de todo el mundo, ya que no existe ningún otro movimiento que trabaje tantos músculos e inserciones de la mitad superior del cuerpo. Con este ejercicio, se ven comprometidos una gran cantidad de músculos, entre los que se destacan pectorales mayores y menores, deltoides y tríceps. Su ejecución técnica consiste en que el deportista se acueste de espaldas sobre el banco con los pies bien apoyados en el piso; la barra

se encuentra apoyada en los soportes. El ejecutante toma la barra, por lo general con un ancho mayor a la distancia de los hombros, y esta desciende de manera controlada sobre el pecho para luego elevar la barra y volver a la posición inicial (fig. 5.10).



Tanto el *despegue* como el *remo* acostado y el ejercicio de fuerza en banco plano son ejercicios *poliarticulares*, de fácil ejecución, que desarrollan altos niveles de fuerza con una técnica de ejecución muy simple.



FIG. 5-10. Fuerza en banco plano. (Continúa.)



FIG. 5-10. (continuación) Fuerza en banco plano.

SÍNTESIS CONCEPTUAL

La sentadilla, en cualquiera de sus variantes, es un ejercicio aplicable a la mayoría de las actividades deportivas.

El arranque es el ejercicio de sobrecarga que se ejecuta a velocidad más alta.

El envión está dividido en dos partes fundamentales: la cargada y el segundo tiempo.

Tanto el arranque como la cargada colgando a media flexión son muy utilizados en la preparación física deportiva.

Cuando se utiliza el envión dentro de la preparación deportiva, por lo general se ejecuta la cargada y el segundo tiempo de manera separada.

El despegue, el remo acostado y la fuerza en banco son ejercicios que desarrollan altos niveles de fuerza con una técnica de ejecución simple.

BIBLIOGRAFÍA

Fehér's T. Olympic Weightlifting. Budapest: Strength Sport Libri Publishing House; 2006.

González Badillo J. Halterofilia. Madrid: Comité Olímpico Español; 1991.

Luger D & Pook P. Complete conditioning for rugby. Champaign IL. Human Kinetics; 2002.

Anexo

Anexo

EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES DE FUERZA, VELOCIDAD Y EXPLOSIVIDAD

ÍNDICE DE CONTENIDOS

EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES CON PREDOMINIO DE FUERZA Y ALTERNANCIA DE TREN INFERIOR, MEDIO Y SUPERIOR UTILIZANDO EJERCICIOS BÁSICOS

Consideraciones para tener en cuenta

EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES COMBINANDO EJERCICIOS BÁSICOS DE FUERZA Y CAPACIDAD REACTIVA

Consideraciones para tener en cuenta

EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES COMBINANDO EJERCICIOS BÁSICOS DE FUERZA, EXPLOSIVOS Y DE CAPACIDAD REACTIVA

Consideraciones para tener en cuenta

EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES COMBINANDO

EJERCICIOS BÁSICOS EXPLOSIVOS Y DE CAPACIDAD REACTIVA

Consideraciones para tener en cuenta

EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES COMBINANDO EJERCICIOS EXPLOSIVOS Y DE COORDINACIÓN

Consideraciones para tener en cuenta

EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES DE FUERZA Y EXPLOSIVIDAD CON ESTRUCTURAS PARTICULARES ADAPTADAS A DIFERENTES DEPORTES Y PERÍODOS DE TRABAJO

Consideraciones para tener en cuenta

EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES DE CAMPO CON PREDOMINIO NEUROMUSCULAR Y METABÓLICO

Consideraciones para tener en cuenta

EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES CON PREDOMINIO DE FUERZA Y ALTERNANCIA DE TREN INFERIOR, MEDIO Y SUPERIOR UTILIZANDO EJERCICIOS BÁSICOS

En este tipo de circuitos, al alternar tren inferior, medio y superior, una persona con un en-

trenamiento acorde podrá desarrollar elevados niveles de fuerza en cada uno de los ejercicios planificados, ya que el compromiso de diferentes zonas, músculos y formas de trabajo producirá a nivel neuromuscular el reclutamiento de diferentes fibras; por lo tanto, estas tendrán la posibilidad de ejecutarse sin llegar al agotamiento.

En cuanto a la resistencia, se verá comprometida fundamentalmente a nivel central (aumento de la frecuencia respiratoria y cardíaca) y se llegarán a acumular elevados valores de lactato también a nivel muscular.

Respecto de las pausas, se realizarán mientras el ejecutante se traslada de un ejercicio a otro y durarán el tiempo que este traslado demande. En cuanto a las diferentes series, tendrán una duración de 2-3 minutos entre serie y serie.

Si esta misma estructura de trabajo se realiza con la misma cantidad de repeticiones pero con cargas menores, es decir, se ejecutan 8 repeticiones con una carga con la que podemos hacer 14, tendremos la posibilidad de imprimirle mayor velocidad, y el objetivo de trabajo pasará de ser primordialmente de fuerza a un mayor componente de velocidad, aunque debemos considerar que en su mayoría los ejercicios planificados en estos trabajos son ejercicios que no desarrollan altos niveles de esta última capacidad condicional.

Consideraciones para tener en cuenta

Todos los trabajos presentados en los ejemplos I a IV (cuadro A-1) están constituidos por ejercicios de sobrecarga que tienen la posibilidad de desarrollar altos niveles de fuerza aunque

la velocidad de movimiento pueda verse limitada. Es de suma importancia considerar que nunca la carga que se coloca en los diferentes ejercicios debe ser tal que la cantidad de repeticiones resulte máxima para las repeticiones estipuladas, por ejemplo: si planificamos en el ejercicio de sentadillas con la barra atrás la cantidad de 6 u 8 repeticiones, nunca se debe colocar un peso por el cual el ejecutante llegue a la última repetición sin la posibilidad de poder realizar algunas repeticiones más, es decir, que la carga colocada para la serie respectiva sea máxima para la realización de las repeticiones planificadas (carácter de esfuerzo máximo). Por lo tanto, para este tipo de trabajo deberemos colocar una carga que nos permita realizar 2 o 3 repeticiones más de las estipuladas previamente. Siguiendo con nuestro ejemplo, al tener planificadas 8 repeticiones, la carga debe permitirnos hacer por lo menos 10 u 11 repeticiones; de esta forma, queda un carácter de esfuerzo alto pero nunca máximo 8(10).

EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES COMBINANDO EJERCICIOS BÁSICOS DE FUERZA Y CAPACIDAD REACTIVA

En este tipo de trabajos, se alternan tren inferior con tren superior, sin pasar por la zona

CUADRO A-1. EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES CON PREDOMINIO DE FUERZA Y ALTERNANCIA DE TREN INFERIOR, MEDIO Y SUPERIOR, UTILIZANDO EJERCICIOS BÁSICOS

Ejemplo I

Orden	Ejercicio	Repeticiones	Series
1	Sentadillas con barra atrás (fig. 5-1)	6	3-6
2	Abdominales con peso (fig. A-1)	10	
3	Fuerza en banco plano (fig. 5-10)	6	
4	Sentadillas a una pierna (partiendo de la posición sentado sobre un banco) (fig. A-2)	8-8	
5	Abdominales colgado (fig. A-3)	20	
6	Aberturas sobre banco plano (fig. A-4)	8	

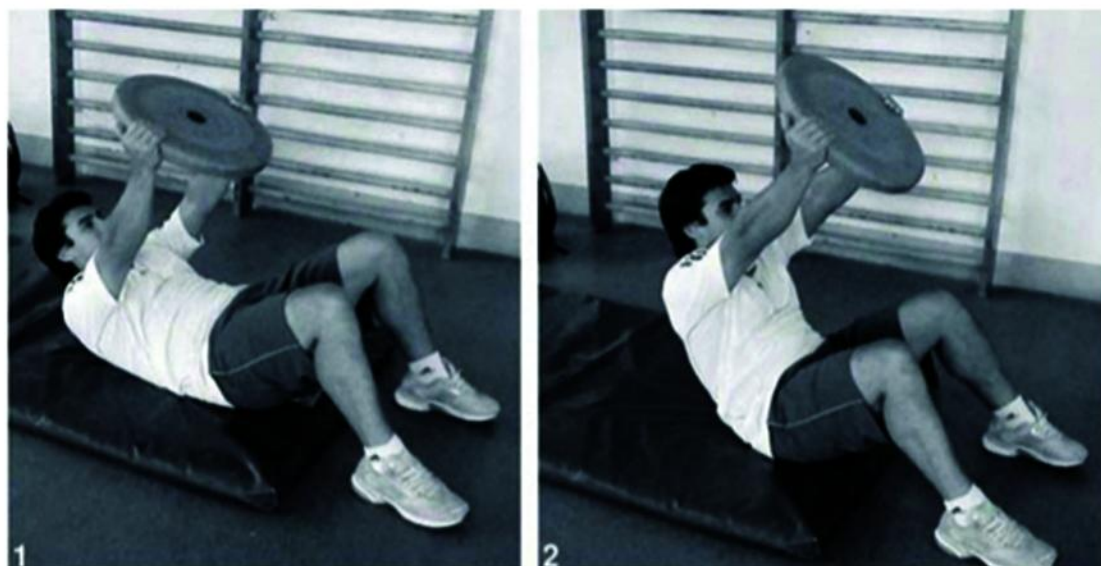


FIG. A-1. Abdominales con peso.



FIG. A-2. Sentadillas a una pierna (partiendo de la posición sentado sobre un banco).



FIG. A-3. Abdominales colgado.



FIG. A-4. Aberturas sobre banco plano.

CUADRO A-1. (CONTINUACIÓN) EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES CON PREDOMINIO DE FUERZA Y ALTERNANCIA DE TREN INFERIOR, MEDIO Y SUPERIOR, UTILIZANDO EJERCICIOS BÁSICOS

Ejemplo II

Orden	Ejercicio	Repeticiones	Series
1	Sentadillas con brazos extendidos (fig. A-5)	8	3-6
2	Abdominales con giros (con balón medicinal) (fig. A-6)	20	
3	Fuerza de hombros parado (fig. A-7)	8	
4	Despegue (fig. A-8)	8	
5	Elevación de cadera con una pierna extendida (fig. A-9)	20-20	
6	Vuelos laterales sentado (fig. A-10)	8	

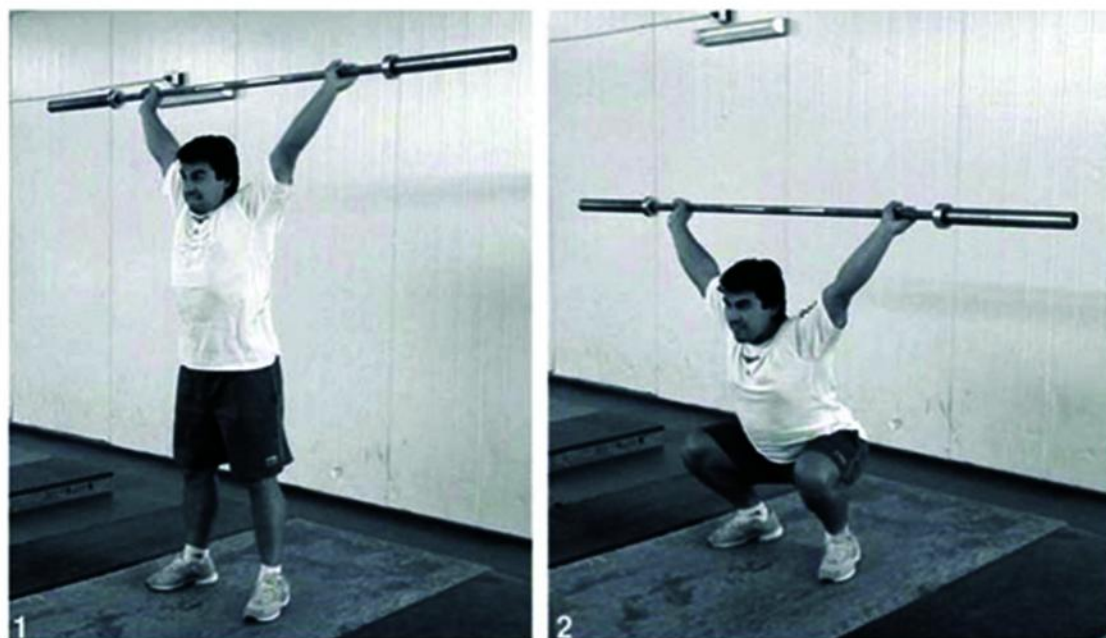


FIG. A-5. Sentadillas con brazos extendidos.

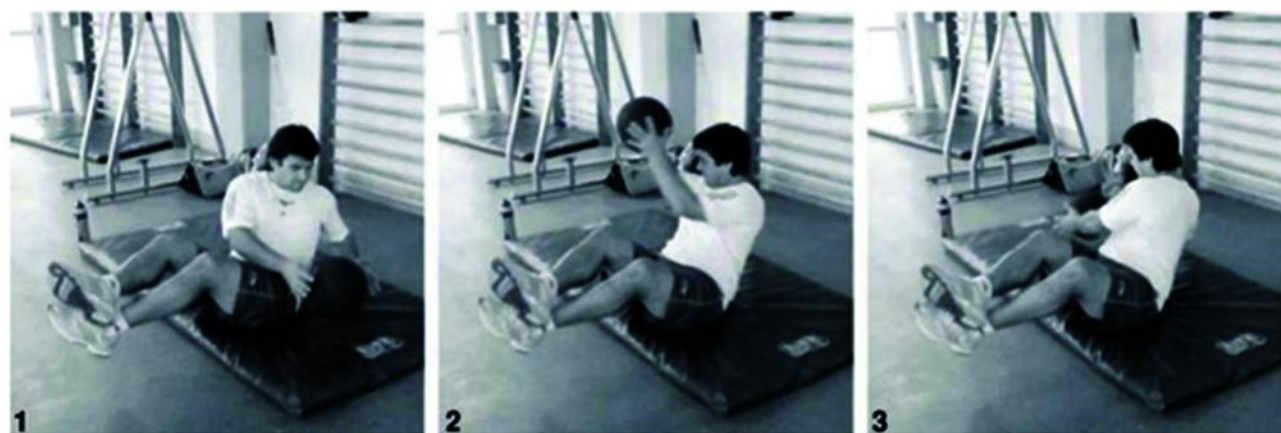


FIG. A-6. Abdominales con giros (con balón medicinal).

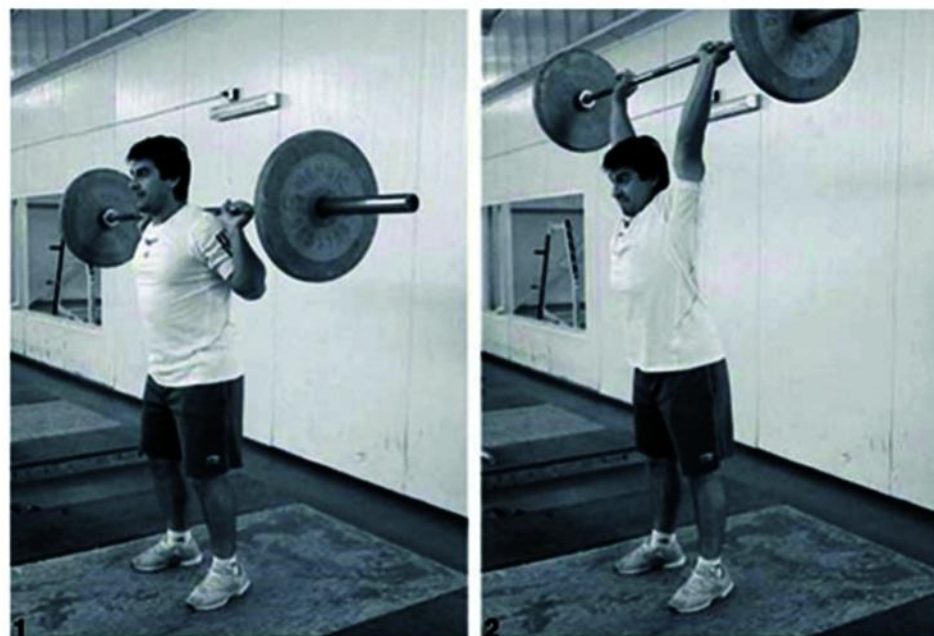


FIG. A-7. Fuerza de hombros parado.

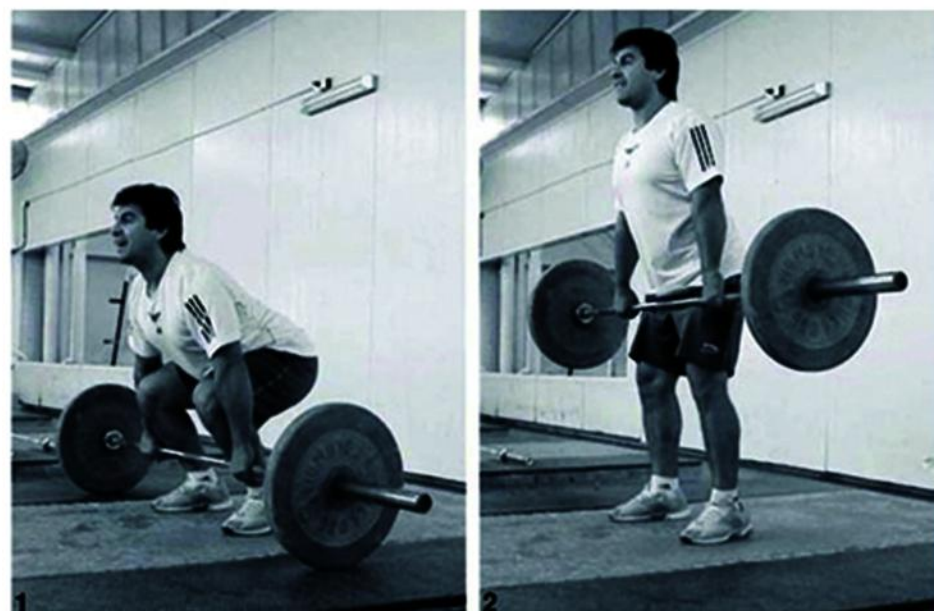


FIG. A-8. Despegue.



FIG. A-9. Elevación de cadera con una pierna extendida.



FIG. A-10. Vuelos laterales sentado.

CUADRO A-1. (CONTINUACIÓN) EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES CON PREDOMINIO DE FUERZA Y ALTERNANCIA DE TREN INFERIOR, MEDIO Y SUPERIOR, UTILIZANDO EJERCICIOS BÁSICOS

Ejemplo III

Orden	Ejercicio	Repeticiones	Series
1	Subir al banco con barra (fig. A-11)	8-8	3-6
2	Abdominales en banco (fig. A-12)	20	
3	Remo acostado (fig. 5-9)	8	
4	Sentadillas con barra adelante (fig. 5-2)	8	
5	Espinales sobre banco (fig. A-13)	12	
6	Dominadas (fig. A-14)	8	

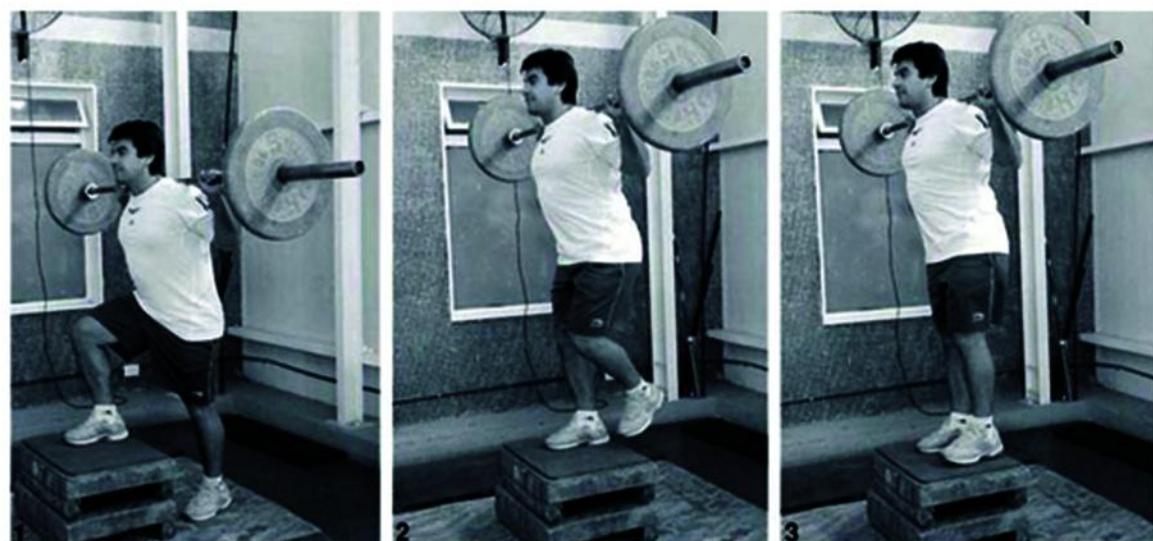


FIG. A-11. Subir al banco con barra.

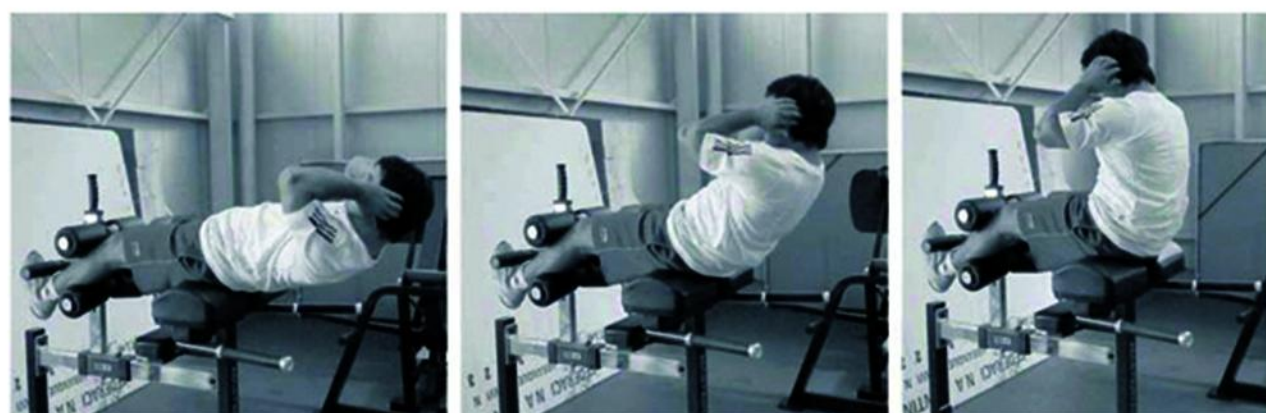


FIG. A-12. Abdominales en banco.



FIG. A-13. Espinales sobre banco.

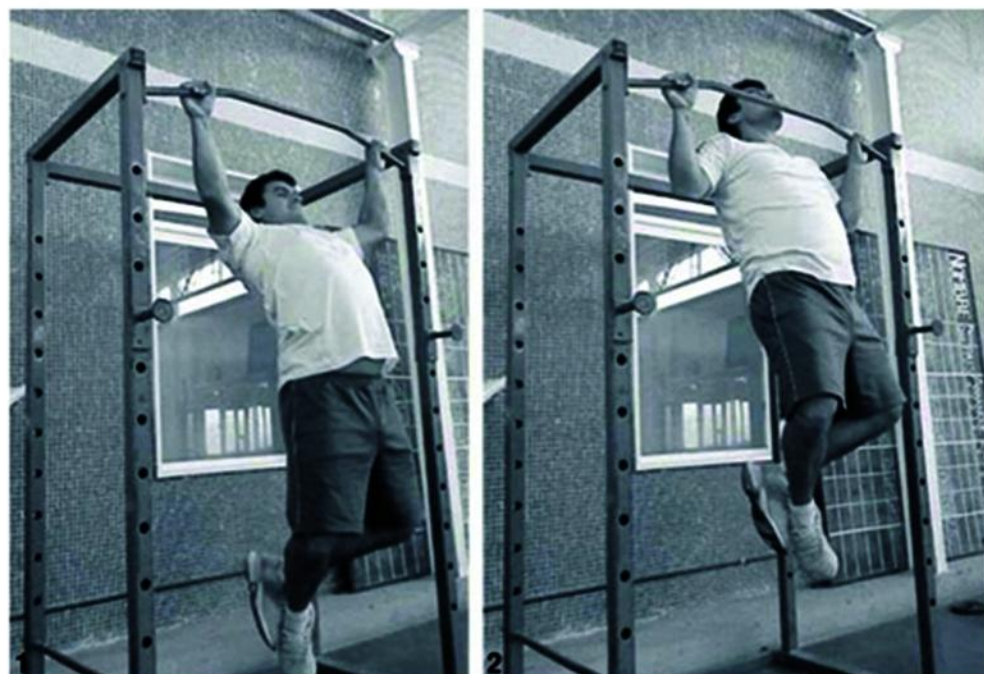


FIG. A-14. Dominadas.

CUADRO A-1. (CONTINUACIÓN) EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES CON PREDOMINIO DE FUERZA Y ALTERNANCIA DE TREN INFERIOR, MEDIO Y SUPERIOR, UTILIZANDO EJERCICIOS BÁSICOS

Ejemplo IV

Orden	Ejercicio	Repeticiones	Series
1	Estocadas (fig. A-15)	8-8	3-6
2	Abdominales tocando talones (fig. A-16)	20	
3	Fuerza en banco inclinado (fig. A-17)	8	
4	Sentadillas con mancuernas (fig. A-18)	8	
5	Estabilización de la zona media sobre banco (fig. A-19)	20	
6	Fuerza sentado con barra adelante (fig. A-20)	8	

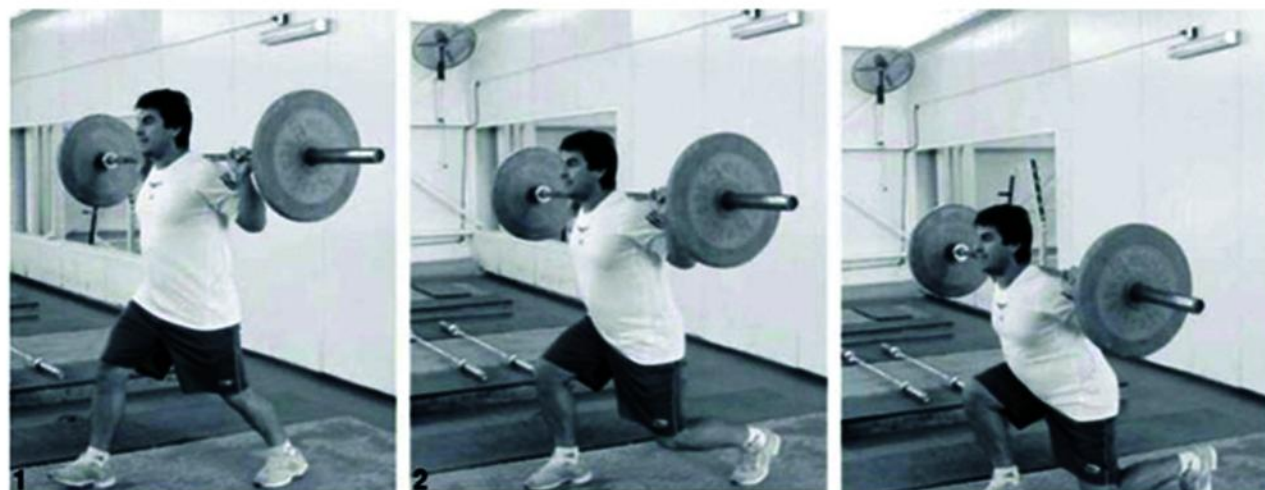


FIG. A-15. Estocadas.



FIG. A-16. Abdominales tocando talones.

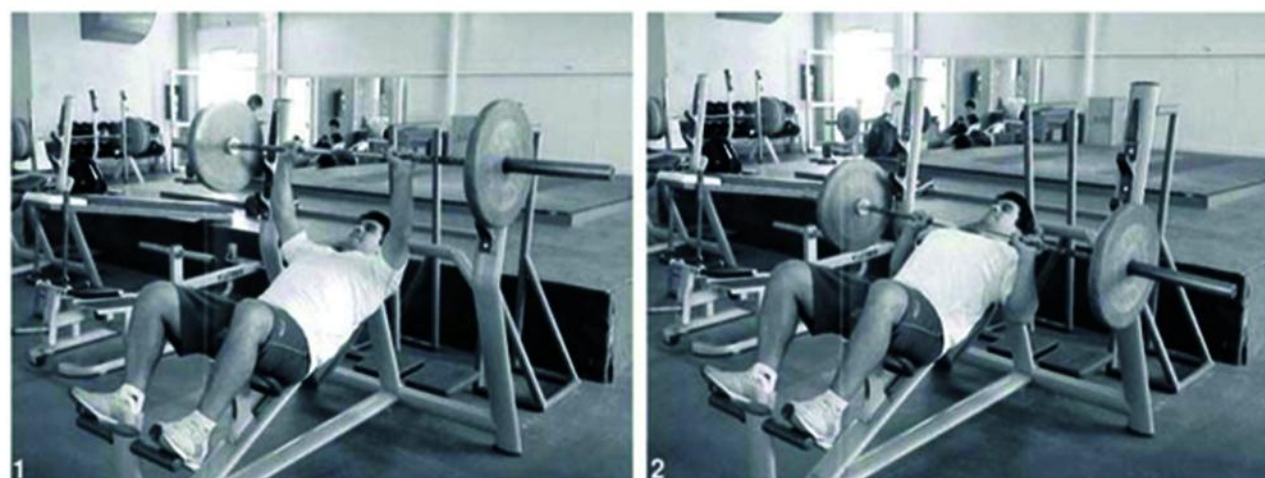


FIG. A-17. Fuerza en banco inclinado.

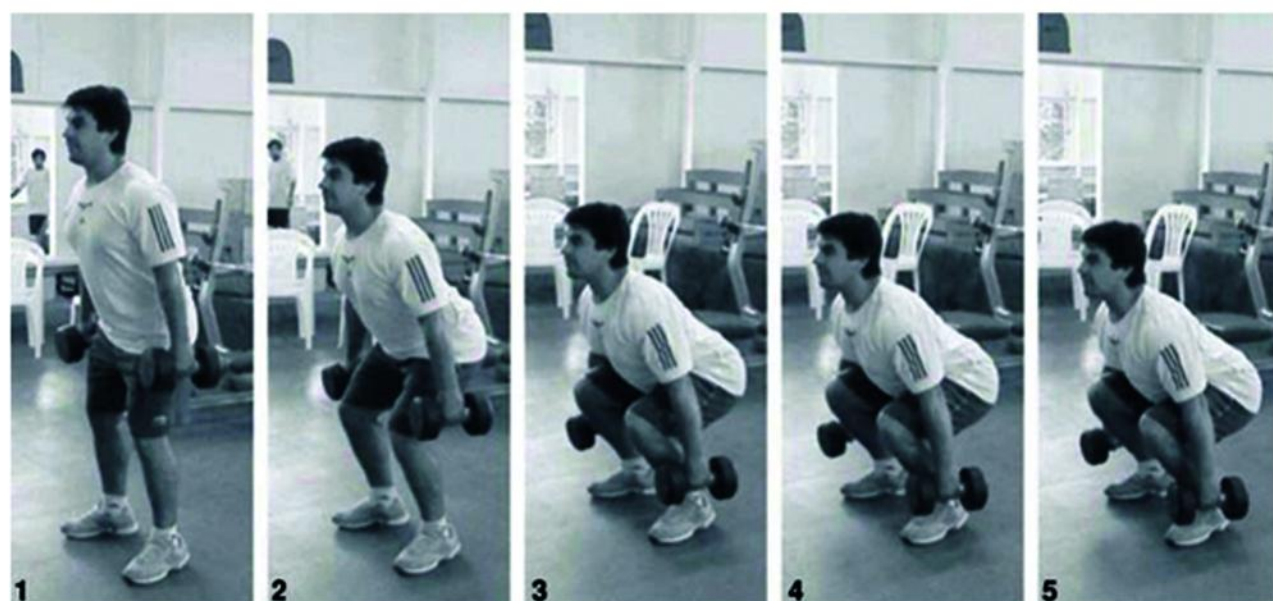


FIG. A-18. Sentadillas con mancuernas.



FIG. A-19. Estabilización de la zona media sobre banco.

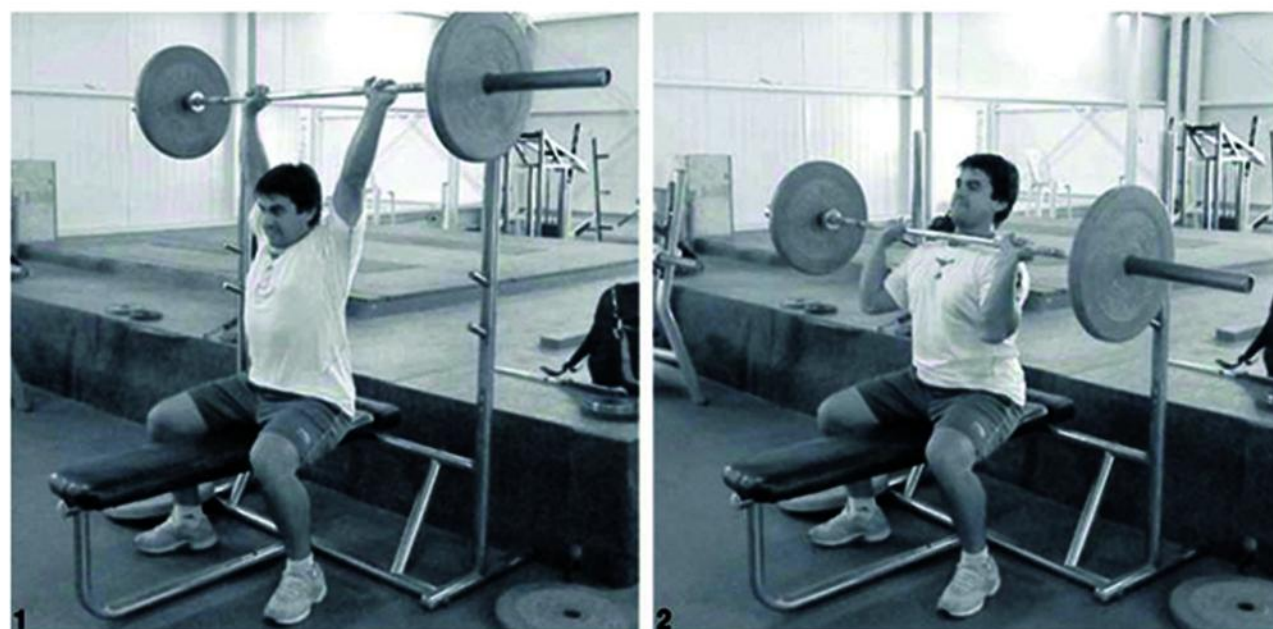


FIG. A-20. Fuerza sentado con barra adelante.

media. Aquí se produce un trabajo de contraste donde se realizan repeticiones con altas cargas, lo que produce una importante activación neuromuscular, para luego pasar a los ejercicios de capacidad reactiva (con alta velocidad de contracción y conducción nerviosa), los cuales se verán favorecidos con la ejecución preliminar de los ejercicios de fuerza (cuadro A-2).

Es notorio el aumento de intensidad entre el trabajo V y VI. En el primero de estos, los saltos (saltos al banco) no se ven sometidos a ningún tipo de caída, mientras que en el trabajo VI el *drop jump*, al momento de la caída, produce una gran activación neuromuscular antes del salto. También las extensiones de brazos con aplauso poseen una mayor intensidad que las extensiones con cambio de dirección.

En cuanto a la resistencia, se verá comprometida fundamentalmente a nivel central (aumento de la frecuencia respiratoria y cardíaca) y muscular, con un alto contraste producto del cambio inmediato de los ejercicios de fuerza a los de reactividad. Además, la sumatoria de esfuerzos en este tipo de trabajos permitirá acumular elevados valores de lactato sin llegar a notorias disminuciones de velocidad de ejecución.

Respecto las pausas, podrán tener una duración aproximada de 15 segundos entre ejercicio y ejercicio y 2-3 minutos entre serie y serie.

Consideraciones para tener en cuenta

Los trabajos presentados en los ejemplos V y VI están constituidos por ejercicios de sobrecarga que tienen la posibilidad de desarrollar altos niveles de fuerza, seguidos de ejercicios de saltos con el objetivo de trabajar la capacidad reactiva en miembros inferiores y extensiones de brazos con cambio de dirección y con aplauso orientadas a estimular la capacidad reactiva en miembros superiores.

Al igual que en los trabajos de fuerza anteriormente presentados, nunca la carga que se coloca en los diferentes ejercicios debe ser tal que la cantidad de repeticiones resulte máxima para las repeticiones estipuladas (carácter de esfuerzo máximo); siempre debe quedar margen para realizar algunas repeticiones más.

Con respecto a los saltos y las extensiones de brazos con cambio de dirección o con aplauso, las repeticiones deben ser aquellas que puedan realizarse sin pérdida notoria de velocidad (por lo general, 4-6 repeticiones).

EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES COMBINANDO EJERCICIOS BÁSICOS DE FUERZA, EXPLOSIVOS Y DE CAPACIDAD REACTIVA

La secuencia aquí presentada (ejercicios VII y VIII) corresponde a 2 ejercicios de tren inferior,

CUADRO A-2. EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES COMBINANDO EJERCICIOS BÁSICOS DE FUERZA Y CAPACIDAD REACTIVA

Ejemplo V

Orden	Ejercicio	Repeticiones	Series
1	Sentadillas con barra atrás (fig. 5-1)	8	3-6
2	Saltos al banco (fig. A.21)	6	
3	Fuerza en banco plano (fig. 5.10)	8	
4	Extensiones de brazos con cambio de dirección (fig. A.22)	6	
5	Remo acostado con barra (fig. 5.9)	8	
6	Dominadas (fig. A.14)	8	



FIG. A-21. Saltos al banco.

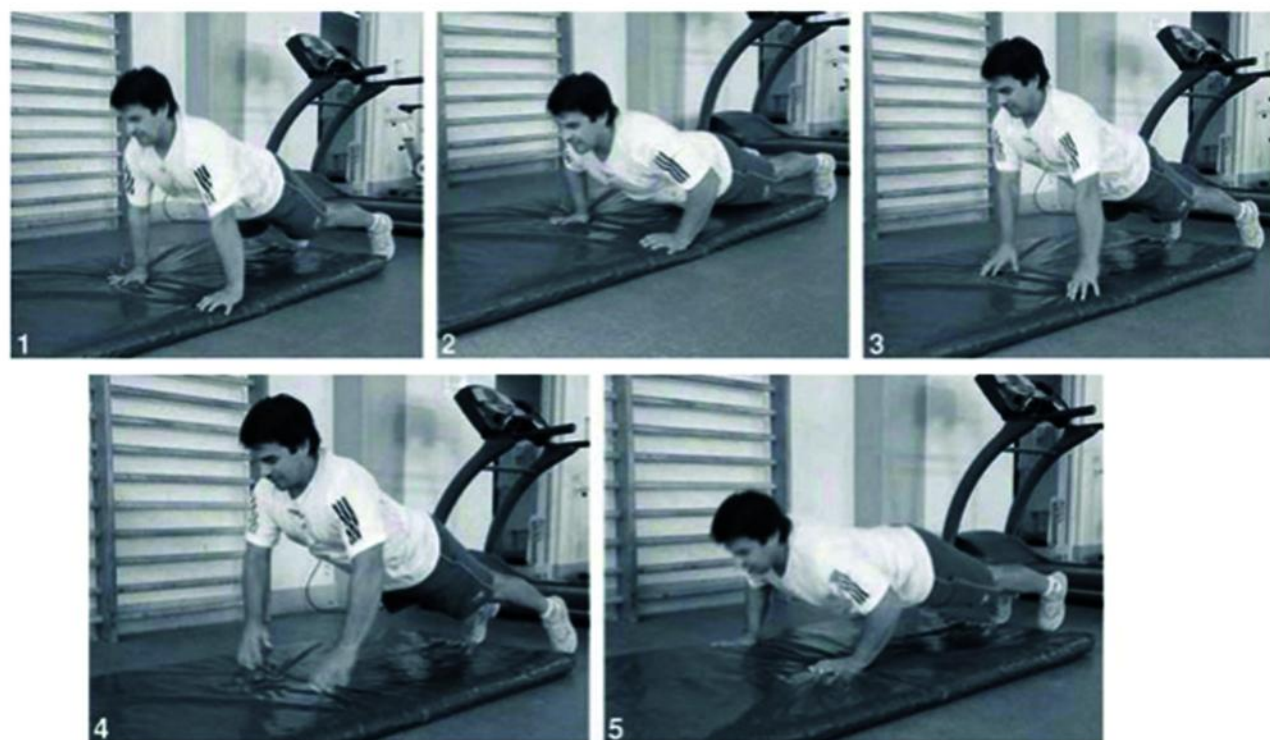


FIG. A-22. Extensiones de brazos con cambio de dirección.

CUADRO A-2. (CONTINUACIÓN) EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES COMBINANDO EJERCICIOS BÁSICOS DE FUERZA Y CAPACIDAD REACTIVA

Ejemplo VI

Orden	Ejercicio	Repeticiones	Series
1	Sentadillas con barra adelante (fig. 5-2)	8	3-6
2	Drop jump (fig. A-23)	6	
3	Fuerza en banco inclinado (fig. A-17)	8	
4	Flexoextensión de brazos con aplauso sobre superficies inestables (fig. A-24)	6	
5	Remo acostado con barra (fig. 5-9)	8	
6	Tracción con barra fija acostado (fig. A-25)	8	

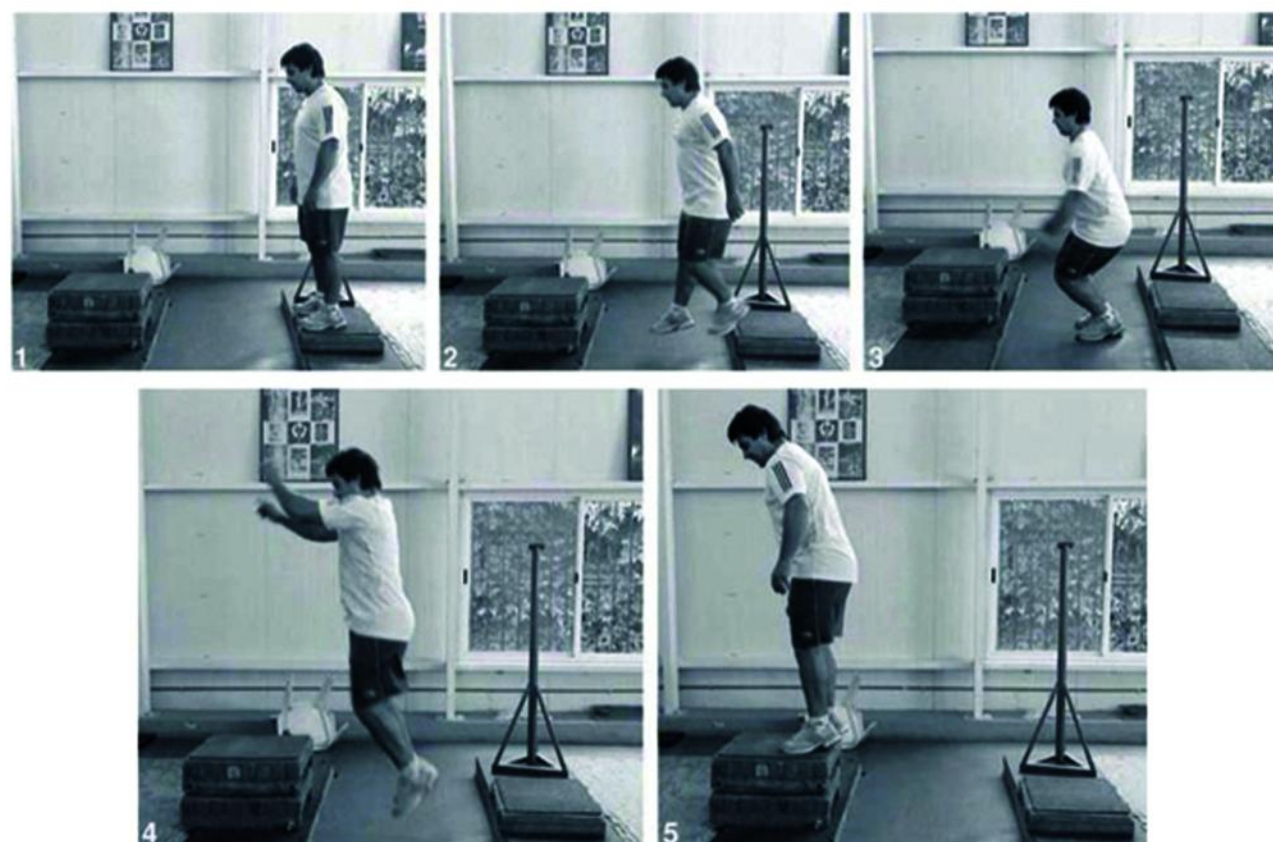


FIG. A-23. Drop jump.



FIG. A-24. Flexoextensión de brazos con aplauso sobre superficies inestables.



FIG. A-25. Tracción con barra fija acostado.

seguidos por 2 de tren superior, con el agregado de ejercicios provenientes del levantamiento olímpico de pesas (cuadro A-3).

Por la forma y el tipo de ejercicios ejecutados, va tomando preponderancia la velocidad de movimientos sobre la fuerza. También, al trabajar 2

ejercicios seguidos de tren inferior o superior, la resistencia muscular localizada se encuentra estimulada, y su efecto recae primordialmente sobre fibras rápidas, con aumento de lactato, pero manteniendo una gran velocidad de movimientos y altos niveles de conducción nerviosa.

CUADRO A-3. EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES COMBINANDO EJERCICIOS BÁSICOS DE FUERZA, EXPLOSIVOS Y DE CAPACIDAD REACTIVA

Ejemplo VII

Orden	Ejercicio	Repeticiones	Series
1	Sentadillas con impulso (fig. A-26)	8-8	3-6
2	Salto laterales sobre tarima a una pierna (fig. A-27)	10-10	
3	Fuerza en banco plano (fig. 5-10)	8	
4	Lanzamiento de pelota medicinal con dos brazos contra la pared (fig. A-28)	6	
5	Cargadas colgado a media flexión (fig. 5-7)	6	
6	Salto al banco (fig. A-21)	8	



FIG. A-26. Sentadillas con impulso.



FIG. A-27. Saltos laterales sobre tarima a una pierna.

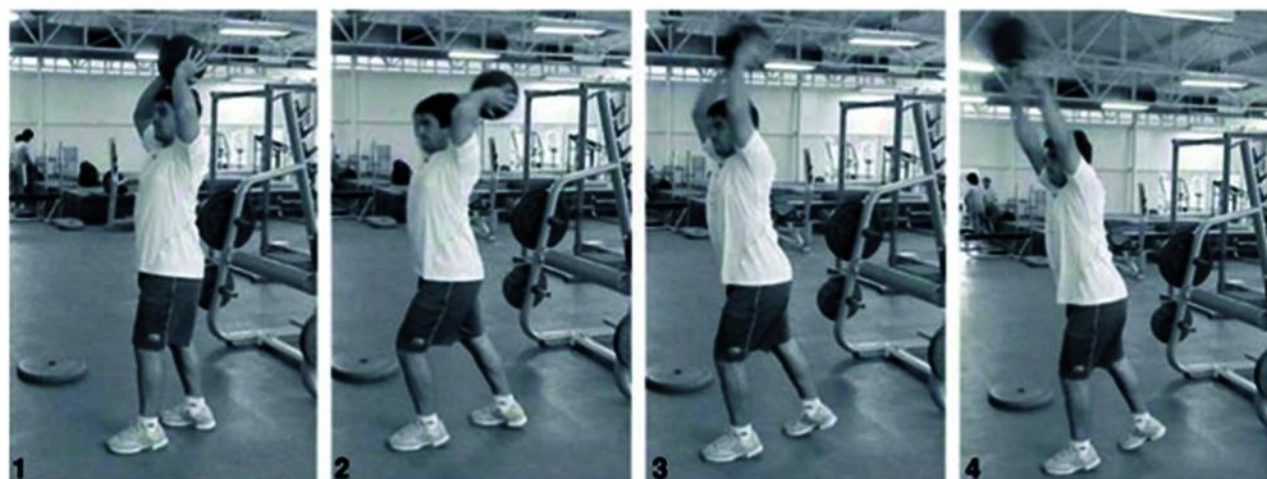


FIG. A-28. Lanzamiento de balón medicinal con dos brazos contra la pared.

CUADRO A-3. (CONTINUACIÓN) EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES COMBINANDO EJERCICIOS BÁSICOS DE FUERZA, EXPLOSIVOS Y DE CAPACIDAD REACTIVA

Ejemplo VIII

Orden	Ejercicio	Repeticiones	Series
1	Sentadillas con barra adelante (fig. 5-2)	8	3-6
2	Lanzamiento de balón medicinal hacia atrás (fig. A-29)	8	
3	Fuerza en banco plano (fig. 5-10)	8	
4	Extensiones de brazos sobre pelotas (en brazos) (fig. A-30)	6	
5	Remo acostado con mancuernas (fig. A-31)	8	
6	Arranque colgado a media flexión (fig. 5-4)	6	



FIG. A-29. Lanzamiento de balón medicinal hacia atrás.

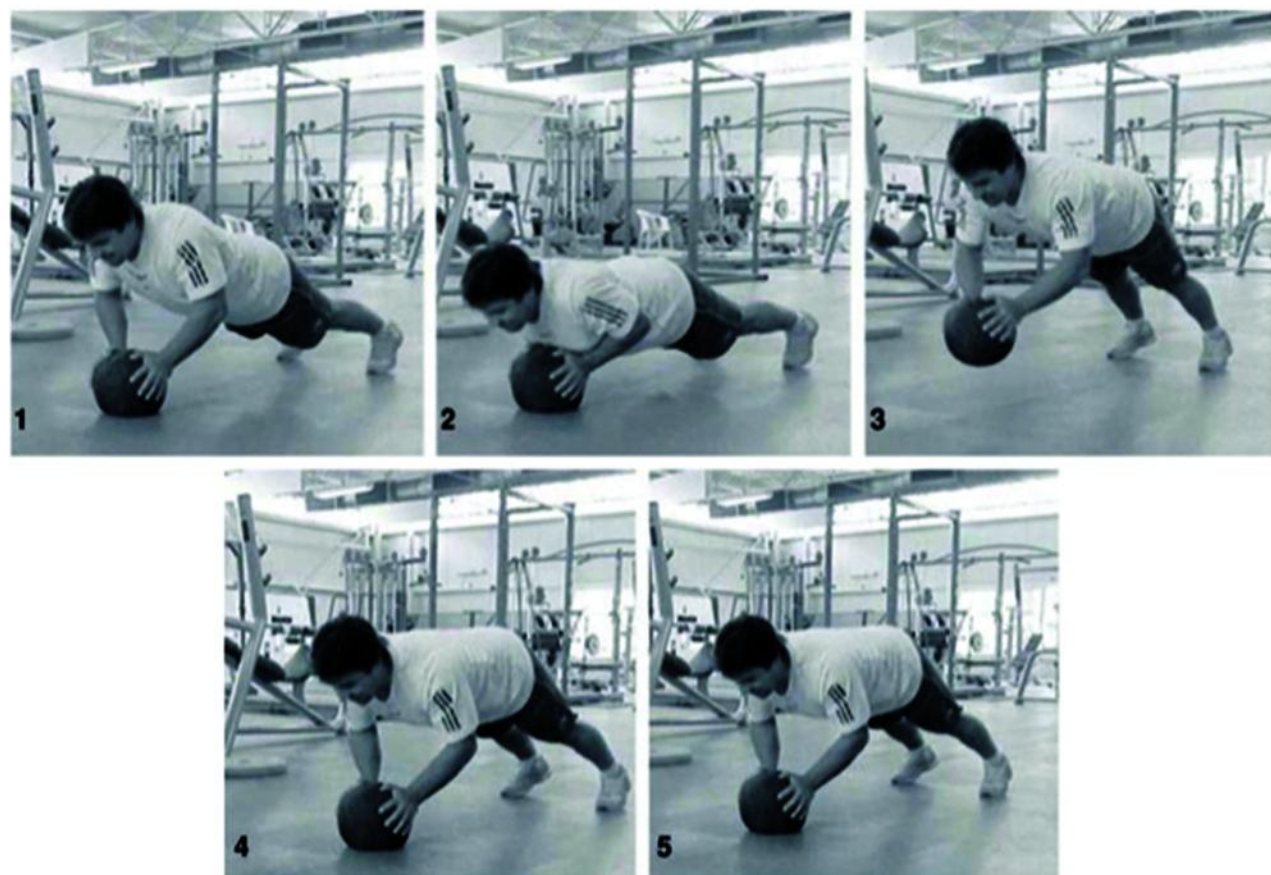


FIG. A-30. Extensiones de brazos sobre pelotas (en brazos).



FIG. A-31. Remo acostado con mancuernas.

Consideraciones para tener en cuenta

En estos ejemplos, si bien se mantienen algunos ejercicios de fuerza, (sentadillas, fuerza en banco, remo acostado) paulatinamente se agregan, además de los tendientes a trabajar la capacidad reactiva del sistema neuromuscular, ejercicios explosivos como las cargadas y el arranque colgado, lanzamientos y una variante de la sentadilla (sentadilla con impulso), ejercicio este que, al terminar con impulso, permite desarrollar una mayor velocidad. También se agregan ejercicios en superficie inestables, como extensiones de brazos sobre pelotas.

Respecto de las repeticiones, se mantienen en los ejercicios de fuerza, aunque con cargas donde el carácter de esfuerzo sea medio. En los ejercicios explosivos, las repeticiones son levemente menores, y así se evita una notoria pérdida de velocidad.

EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES COMBINANDO EJERCICIOS BÁSICOS EXPLOSIVOS Y DE CAPACIDAD REACTIVA

Este tipo de secuencias (cuadro A-4) requiere de un alto nivel de reclutamiento simultáneo

CUADRO A-4. EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES COMBINANDO EJERCICIOS BÁSICOS EXPLOSIVOS Y DE CAPACIDAD REACTIVA

Ejemplo IX

Orden	Ejercicio	Repeticiones	Series
1	Arranque colgado a media flexión (fig. 5-4)	6	3-6
2	Salto en el lugar (fig. A-32)	10	
3	Segundo tiempo con tijera con barra atrás (fig. A-33)	6	
4	Salto lateral sobre tarima a una pierna (fig. A-27)	10-10	
5	Cargadas colgado a media flexión (fig. 5-7)	6	
6	Salto a pies juntos en escalera (fig. A-34)	6	

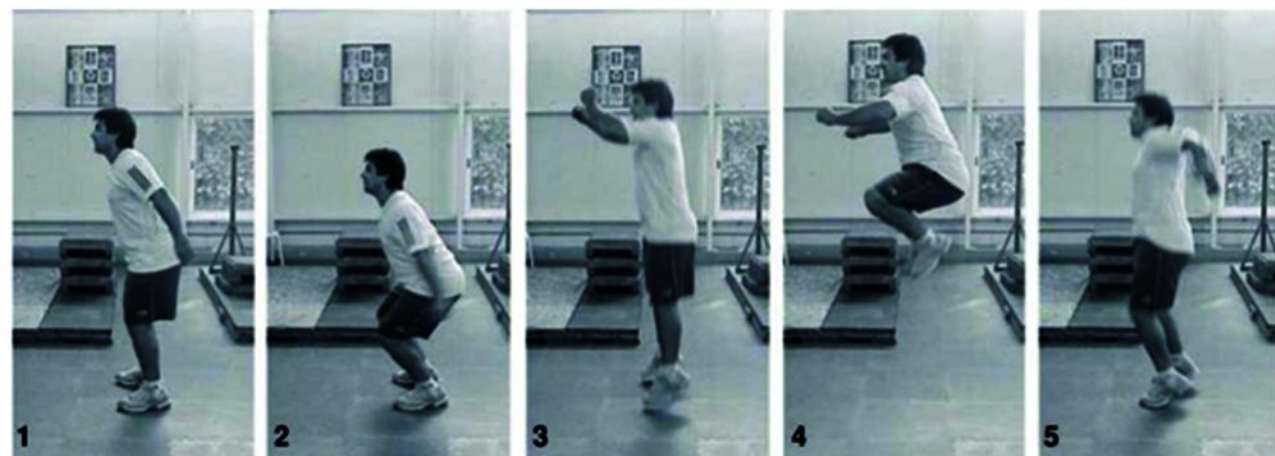


FIG. A-32. Saltos en el lugar.

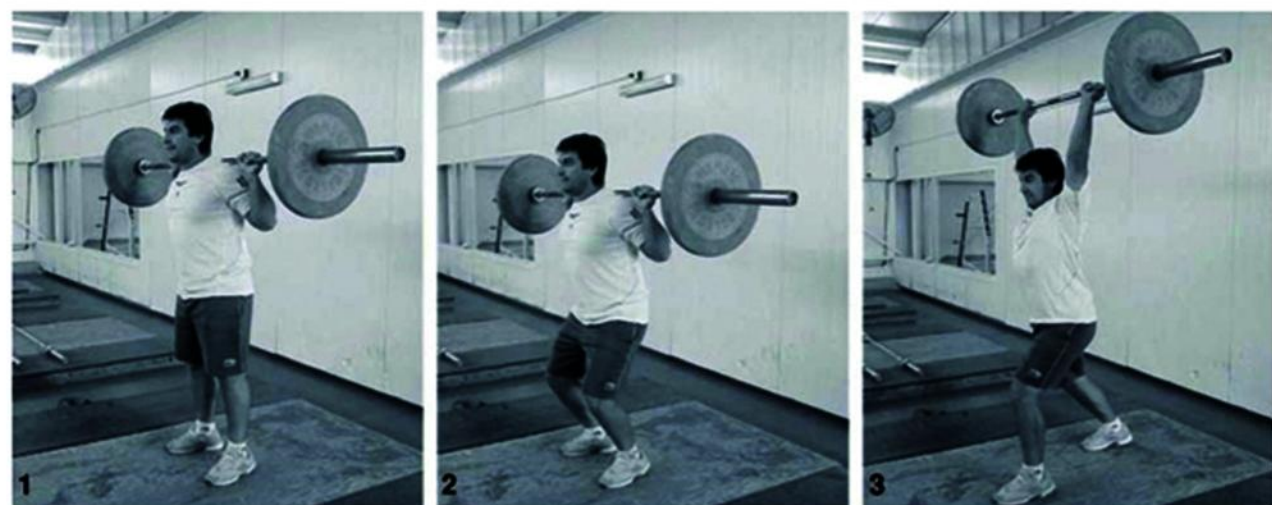


FIG. A-33. Segundo tiempo con tijera con barra atrás.



FIG. A-34. Saltos a pies juntos en escalera.

CUADRO A-4. (CONTINUACIÓN) EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES COMBINANDO EJERCICIOS BÁSICOS EXPLOSIVOS Y DE CAPACIDAD REACTIVA

Ejemplo X

Orden	Ejercicio	Repeticiones	Series
1	Segundo tiempo con tijera con barra atrás (fig. A-33)	6	3-6
2	Salto desde sentado (fig. A-35)	6	
3	Tirón de arranque (fig. A-36)	6	
4	Drop jump (fig. A-23)	6	
5	Lanzamiento de balón medicinal desde el pecho contra la pared (fig. A-37)	6	
6	Flexo extensión de brazos con mancuernas + saltos (fig. A-38)	6	



FIG. A-35. Saltos desde sentado.



FIG. A-36. Tirones de arranque.

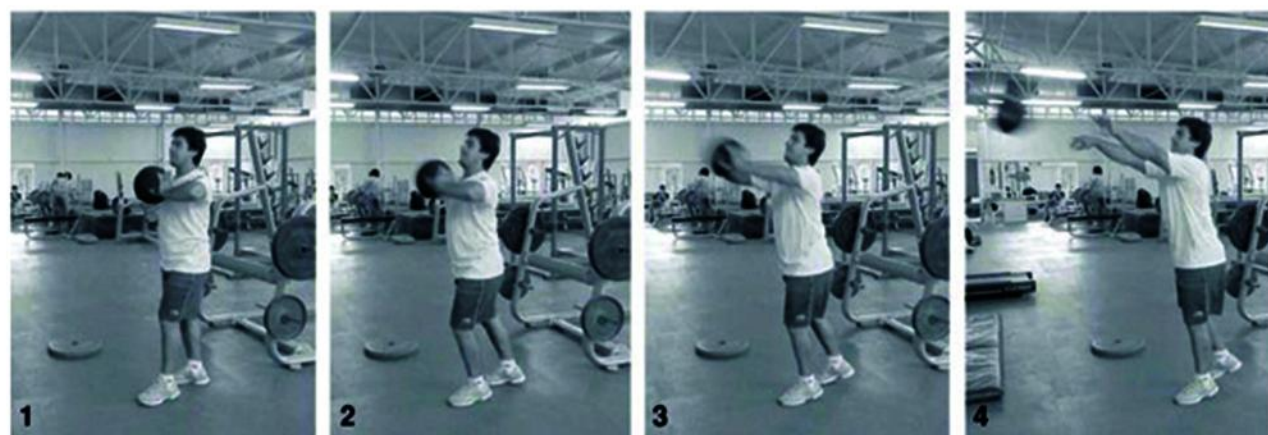


FIG. A-37. Lanzamiento de balón medicinal desde el pecho contra la pared.

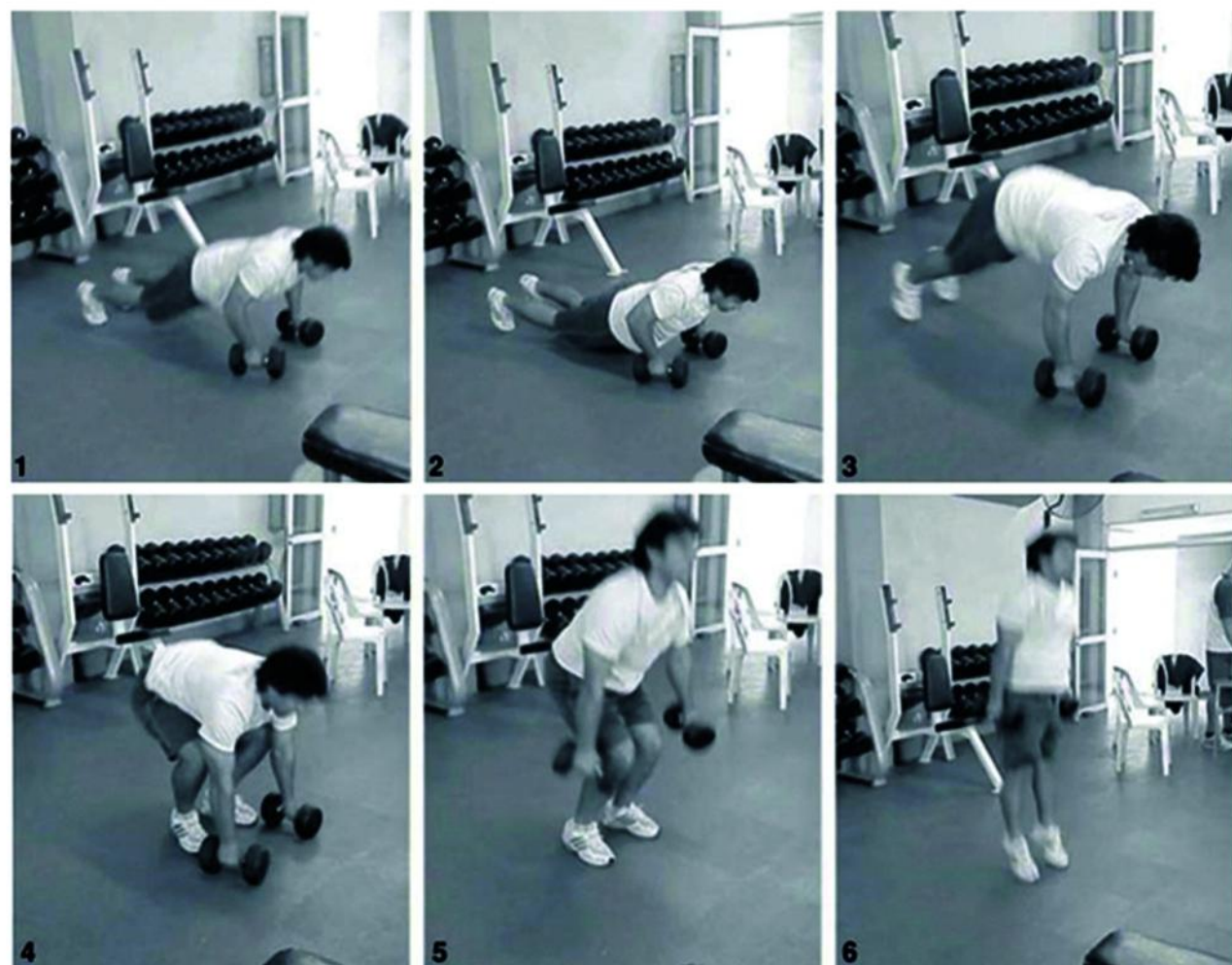


FIG. A-38. Flexoextensión de brazos con mancuernas + saltos.

y coordinado de fibras musculares, producto de los altos niveles de velocidad necesarios para la ejecución de cada uno de los ejercicios presentados. De manera simultánea, también se entrena la resistencia central y la periférica. Los tiempos de recuperación entre ejercicios, dependiendo del nivel de cada ejecutante, rondan los 10 a 15 segundos con el objeto de permitir en cada serie la aplicación de los mayores niveles de velocidad posible, que se transforman en circuitos de resistencia a la explosividad.

Es importante destacar que al realizar este tipo de estructuras de trabajo también los niveles lácticos se observan sensiblemente elevados.

Consideraciones para tener en cuenta

En los ejemplos IX y X se puede observar que los ejercicios de fuerza ceden su lugar a ejerci-

cios explosivos y de capacidad reactiva; también queda de lado la estructura de tren inferior y tren superior para ser reemplazada por ejercicios multiarticulares, donde se ven involucrados de manera simultánea el tren inferior y el superior.

En este tipo de estructura, se alternan ejercicios de explosividad y de capacidad reactiva y disminuye la cantidad de repeticiones en cada serie de trabajo con cargas que permitan desarrollar una alta velocidad de movimientos.

EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES COMBINANDO EJERCICIOS EXPLOSIVOS Y DE COORDINACIÓN

Los ejemplos que se presentan a continuación (cuadro A-5) tienen la característica de contar con ejercicios de coordinación que si bien no re-

quieren de una gran demanda energética, si necesitan una adecuada sincronización de fibras, tanto a nivel intramuscular como intermuscular. Además, podemos observar que, al considerar el

ejemplo XI, se alternan ejercicios de empuje y de tracción de manera secuencial (ejercicios 1-2 y 4-5) y se introduce entre ambas estructuras un ejercicio de coordinación (ejercicio 3).

CUADRO A-5. EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES COMBINANDO EJERCICIOS EXPLOSIVOS Y DE COORDINACIÓN

Ejemplo XI

Orden	Ejercicio	Repeticiones	Series
1	Empuje con tijeras (fig. A-39)	10-10	3-6
2	Dominadas (fig. A-14)	6	
3	Coordinación en escalera, forma 1 (fig. A-40)	4-6	
4	Lanzamiento de balón medicinal a un brazo contra la pared. (fig. A-41)	6-6	
5	Tracción con barra fija acostado (fig. A-25)	6	

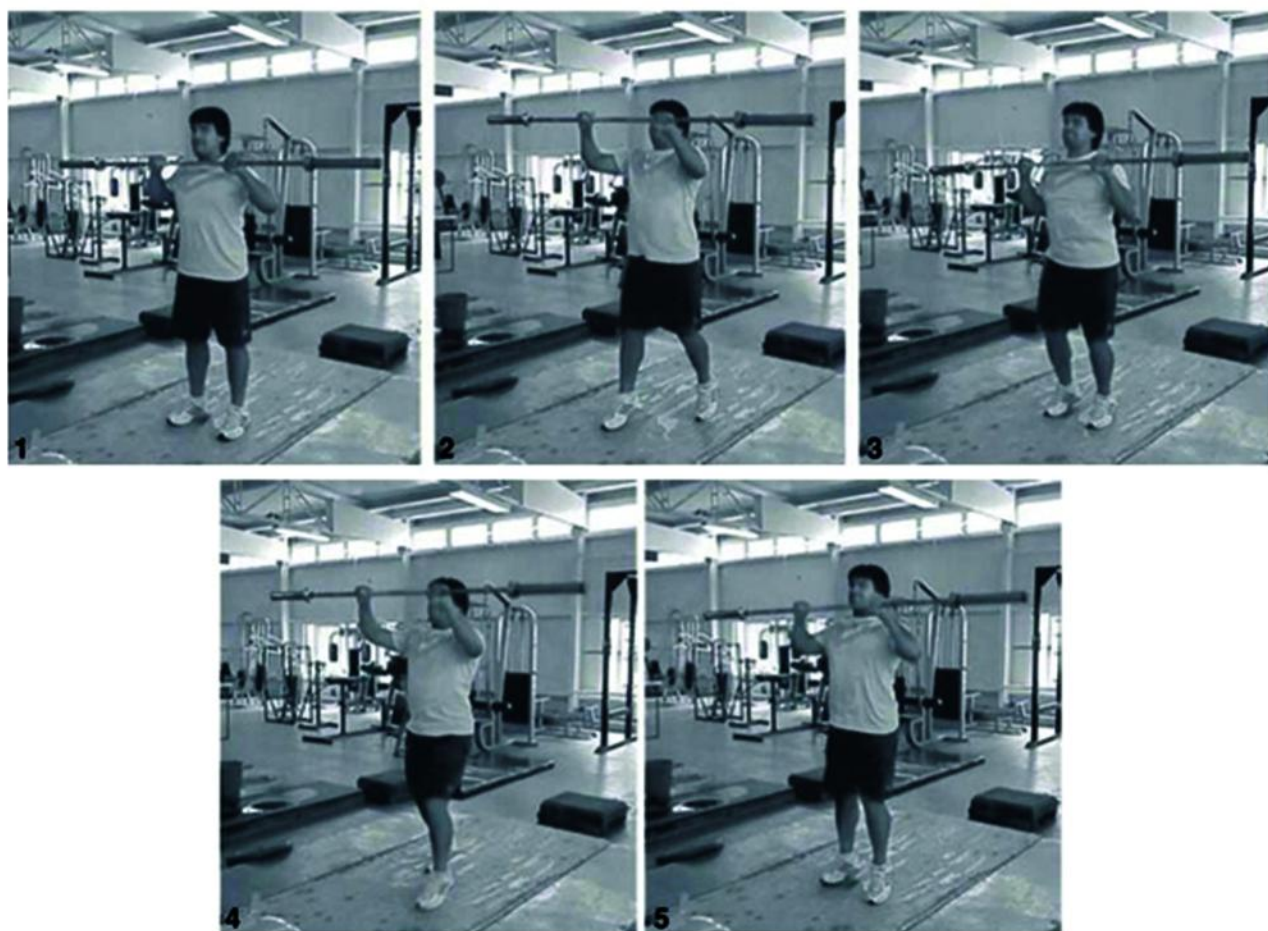


FIG. A-39. Empuje con tijeras.



FIG. A-40. Coordinación en escalera (forma 1).

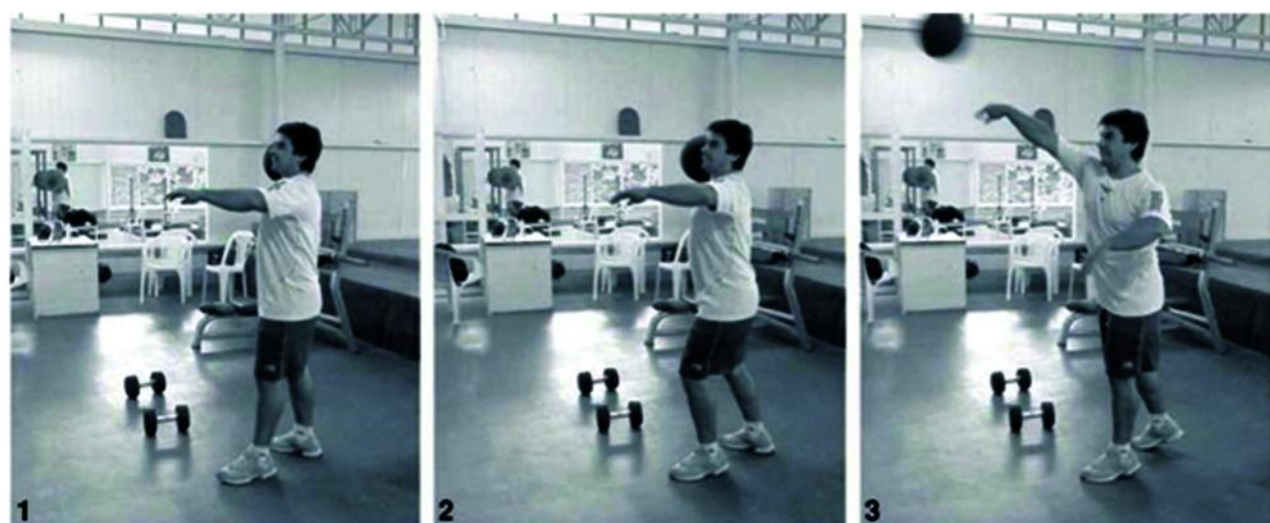


FIG. A-41. Lanzamiento de balón medicinal a un brazo contra la pared.

CUADRO A-5. (CONTINUACIÓN) EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES COMBINANDO EJERCICIOS EXPLOSIVOS Y DE COORDINACIÓN

Ejemplo XII

Orden	Ejercicio	Repeticiones	Series
1	Empuje con tijeras (fig. A-39)	10-10	3-6
2	Lanzamientos laterales de balón medicinal contra la pared (fig. A-42)	6	
3	Coordinación en escalera, forma 2 (fig. A-43)	4-6	
4	Dominadas (con impulso) (fig. A-14)	6	
5	Tracción con barra fija acostado (fig. A-25)	6	



FIG. A-42. Lanzamientos laterales de balón medicinal contra la pared.



FIG. A-43. Coordinación en escalera (forma 2).

CUADRO A-5. (CONTINUACIÓN) EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES COMBINANDO EJERCICIOS EXPLOSIVOS Y DE COORDINACIÓN

Ejemplo XIII

Orden	Ejercicio	Repeticiones	Series
1	Arranque colgado a media flexión (fig. 5-4)	6	3-6
2	Dominadas (fig. A-14)	6-8	
3	Cargadas colgado a media flexión (fig. 5-7)	6	
4	Fuerza en banco plano (fig. 5-10)	6	
5	Lanzamiento de balón medicinal a un brazo contra la pared (fig. A-41)	6-6	
6	Flexoextensión de brazos con aplauso sobre superficies inestables (fig. A-24)	6	

El ejemplo XII está conformado por los mismos ejercicios que en el ejemplo XI, con la particularidad de que se concatenan ejercicios de empuje (1 y 2), un ejercicio de coordinación (ejercicio 3) y, por último, se ejecutan ejercicios de tracción (ejercicios 4 y 5), lo que produce así mayores exigencias en cuanto a resistencia muscular localizada que, producto de las diferentes estructuras internas y externas que los ejercicios

presentan, no se producen en personas entrenadas, grandes cambios de velocidad con un entrecimiento notorio de movimientos; además de lo expuesto, también se ejerce efectos sobre la resistencia a nivel central.

Por último, en el ejemplo XIII observamos una secuencia de 3 ejercicios de tracción seguidos inmediatamente de 3 de empuje, lo que produce una mayor resistencia a nivel local que en

el ejemplo XII. Además, es posible observar que el ejercicio produce un gran efecto coordinativo, en este caso sobre el tren superior (ejercicio 6), y se encuentra como última estación, con el objeto de estimular en personas entrenadas la capacidad de ejercer elevados niveles coordinativos en situación de fatiga.

Consideraciones para tener en cuenta

En estos ejemplos se puede observar que los circuitos están conformados casi en su totalidad por ejercicios que desarrollan un muy alto nivel de fuerza explosiva con sobrecarga, como el arranque y las cargadas colgadas, además de

otros que, al realizarse con la carga del propio peso o cargas ligeras, permiten la aplicación de altos niveles de velocidad, por lo que se requiere controlar los pesos en los ejercicios de sobrecarga para que no sean máximos respecto de las repeticiones que se realicen.

EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES DE FUERZA Y EXPLOSIVIDAD CON ESTRUCTURAS PARTICULARES ADAPTADAS A DIFERENTES DEPORTES Y PERÍODOS DE TRABAJO

Los siguientes ejemplos (cuadro A-6) poseen estructuras particulares, adaptadas en este caso

CUADRO A-6. EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES DE FUERZA Y EXPLOSIVIDAD CON ESTRUCTURAS PARTICULARES ADAPTADAS A DIFERENTES DEPORTES Y PERÍODOS DE TRABAJO

Ejemplo XIV

Orden	Ejercicio	Repeticiones	Series
Día 1			
1	Sentadillas (fig. 5-1)	4	3-4
	Fuerza en banco plano (fig. 5-10)	4	
2	Fuerza en banco inclinado (fig. A-17)	6-8	4
	Remo acostado con barra (fig. 5-9)	6-8	
3	Fuerza sentado con mancuernas (fig. A-44)	10	4
	Polea alta adelante (fig. A-45)	10	
	Polea alta (toma invertida) (fig. A-46)	10	
Día 2			
1	Buenos días + fuerza (fig. A-47)	8	3-4
	Dominadas (fig. A-14)	8-10	
2	Fuerza en banco sin apoyo de glúteos (fig. A-48)	8-10	4
	Remo inclinado (con toma invertida) (fig. A-49)	10	
3	Bíceps + hombros con mancuernas. Sentado (fig. A-50)	10	4
	Vuelos laterales (fig. A-10)	10	
Día 3			
1	Subidas al banco con barra (fig. A-11)	6-6	4
	Fuerza en banco plano (fig. 5-10)	8	
2	Estocadas (fig. A-15)	10-10	4
	Sentadillas a una pierna (fig. A-2)	10	
3	Polea alta adelante (fig. A-45)	8-10	4
	Remo bajo (fig. A-52)	8-10	
	Vuelos frontales (fig. A-53)	8-10	

al rugby (deporte que requiere elevados niveles de fuerza, explosividad e hipertrofia), tanto para un período preparatorio como competitivo.

El ejemplo XIV corresponde a una estructura del período preparatorio, con 3 días de trabajo semanal, que tiene la característica de estar conformado por ejercicios de fuerza que no pueden desarrollar altos niveles de velocidad y explosividad. En este caso, las secuencias están conformadas por 2 o 3 ejercicios; por ejemplo, en el día 1 la primera secuencia está compuesta

por un ejercicio poliarticular que ejerce su efecto primordial sobre el tren inferior (sentadillas) y otro correspondiente al tren superior (fuerza en banco plano). Como se podrá observar, el número de repeticiones es bajo, por lo que el componente de fuerza es importante, lo que produce un gran efecto sobre la sincronización en el reclutamiento de fibras musculares (parte alta de la curva fuerza tiempo). Aquí, al ser un ejercicio de tren inferior seguido por uno de tren superior, la carga por utilizar puede ser mayor que en



FIG. A-44. Fuerza sentado con mancuernas.

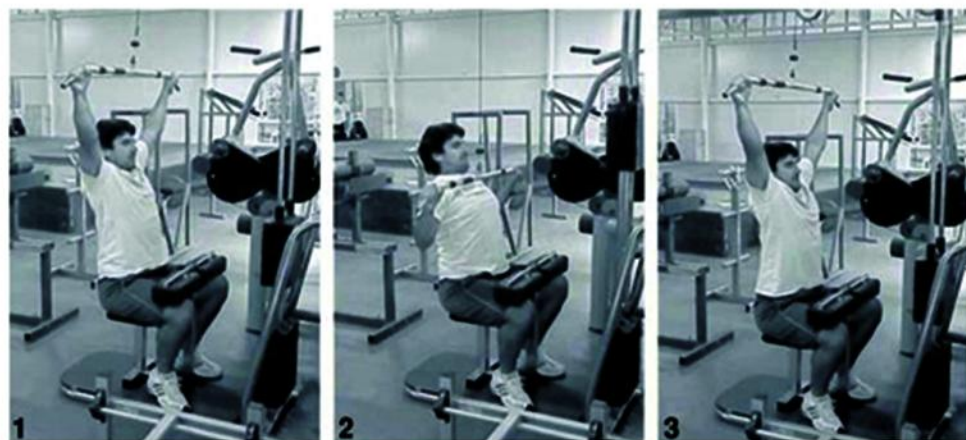


FIG. A-45. Polea alta adelante.



FIG. A-46. Polea alta (toma invertida).

situaciones en las que se trabajan 2 ejercicios del tren inferior o superior en forma simultánea. En cuanto a la resistencia central, se ve involucrada (aunque en menor medida).

La secuencia 2 se encuentra conformada por 2 ejercicios correspondientes a la musculatura del tren superior pero antagónicos (pectorales y dorsales), y tiene la particularidad de involucrar

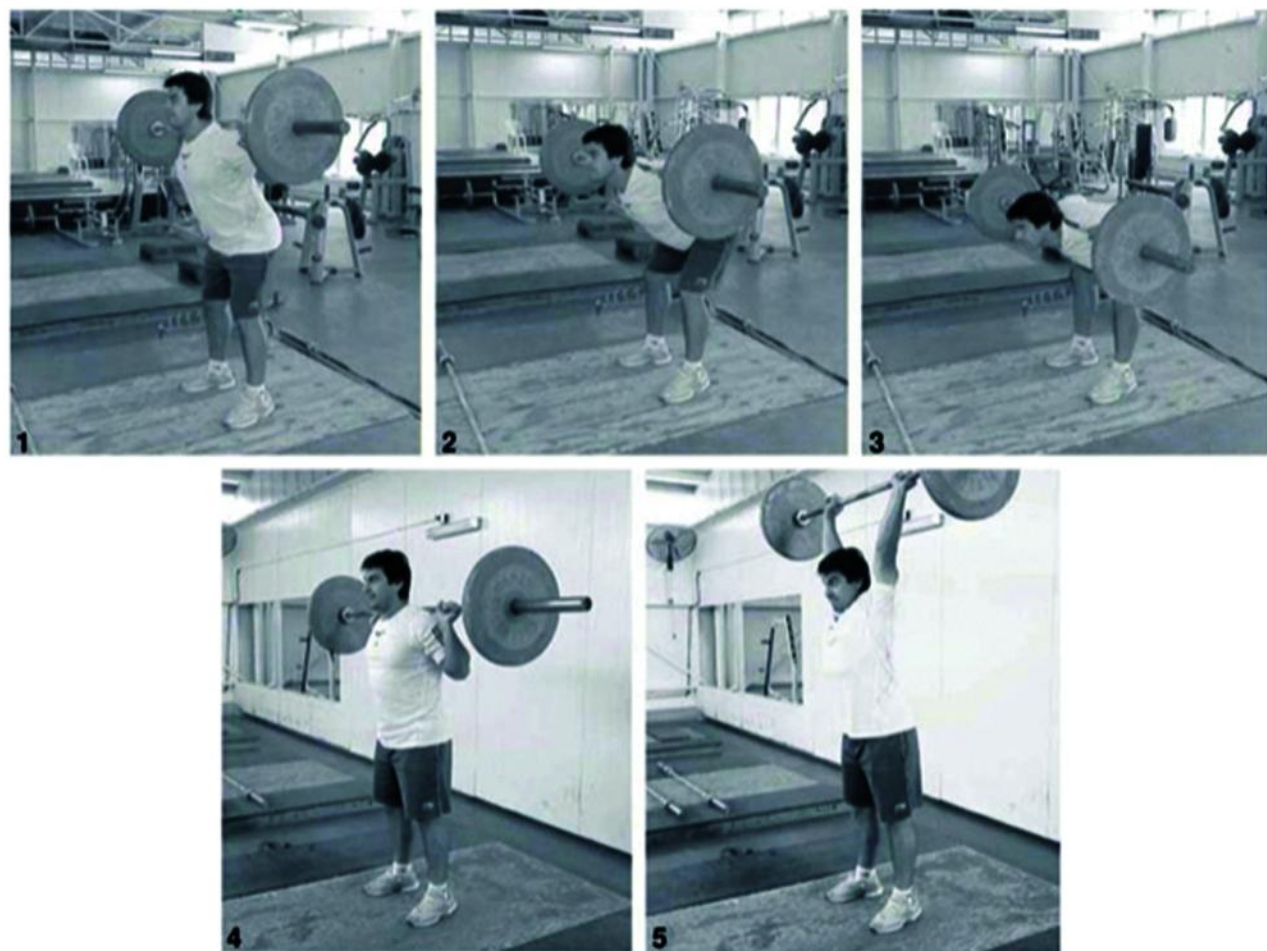


FIG. A-47. Buenos días + fuerza.



FIG. A-48. Fuerza en banco sin apoyo de glúteos.



FIG. A-49. Remo inclinado (con toma invertida).



FIG. A-50. Bíceps + hombros con mancuernas. Sentado.

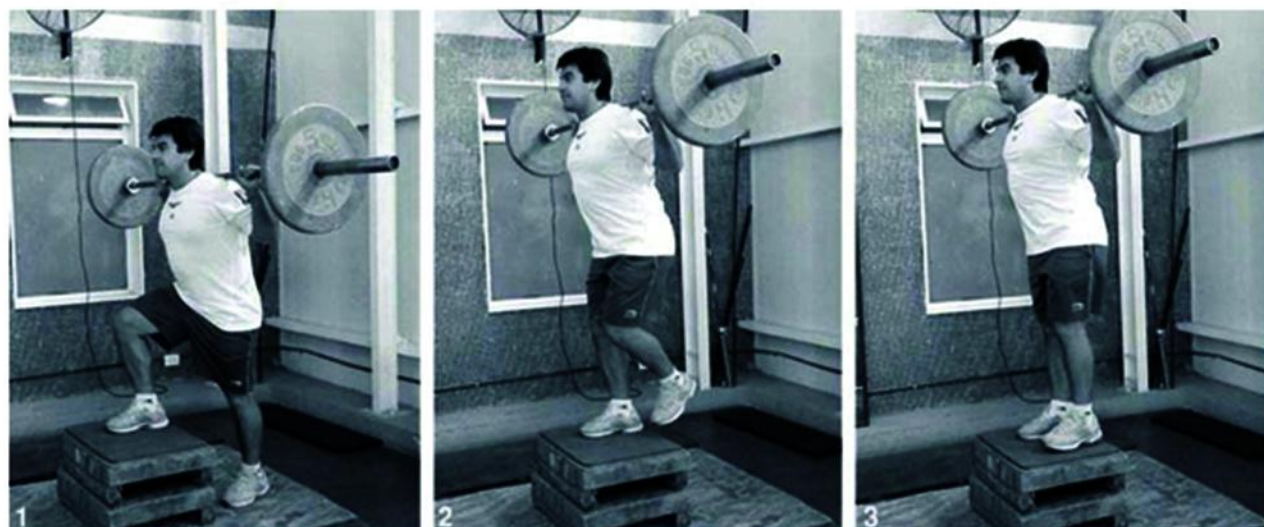


FIG. A-51. Subidas al banco con barra.

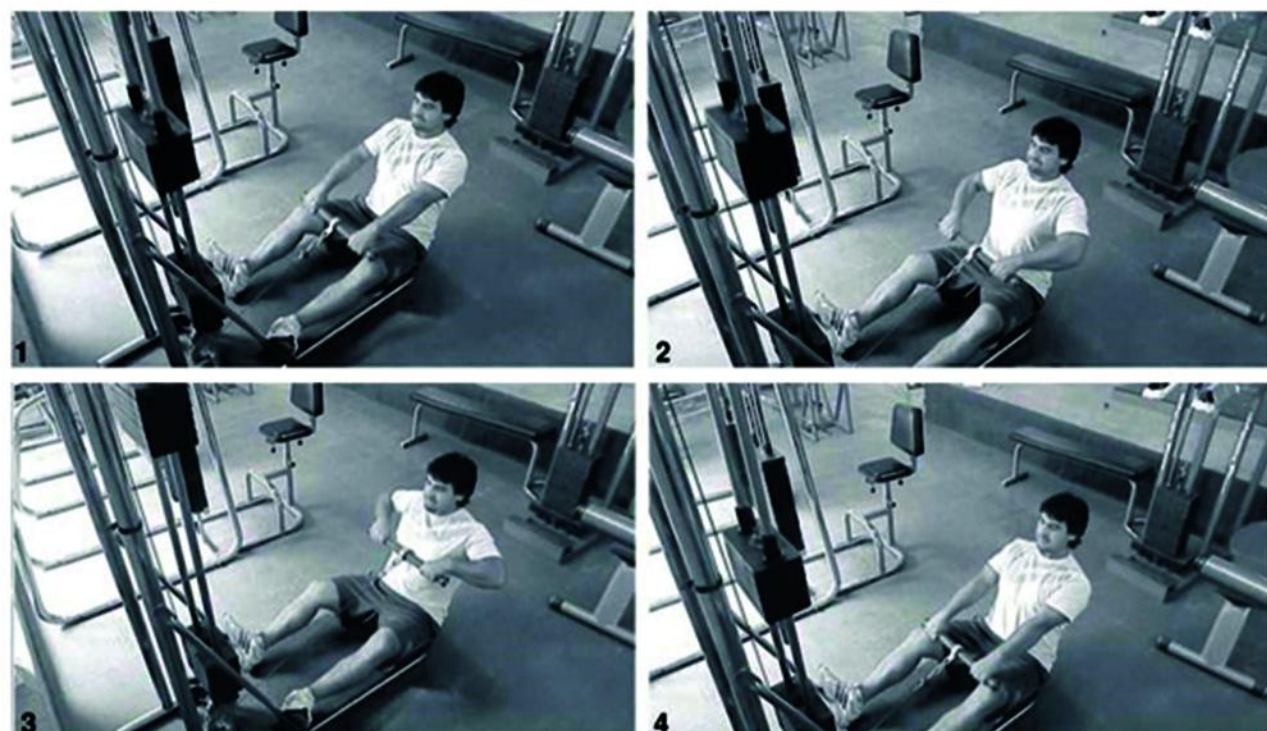


FIG. A-52. Remo bajo.

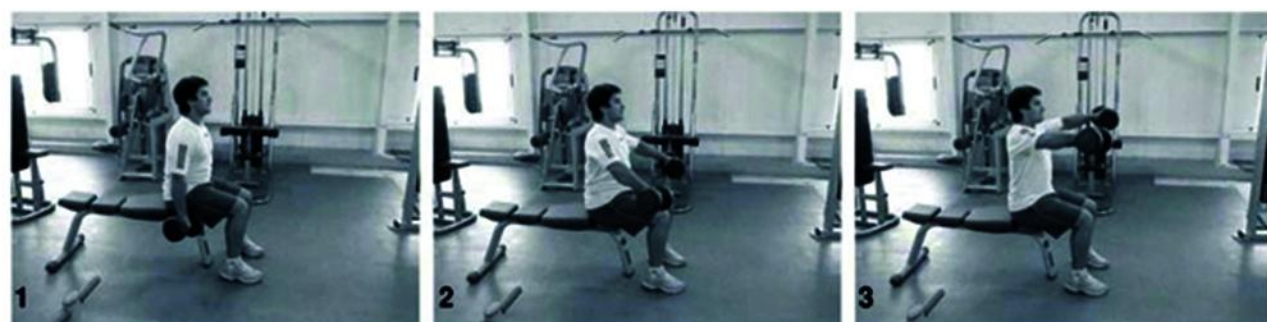


FIG. A-53. Vuelos frontales.

grandes estructuras musculares. Aquí, el número de repeticiones aumenta considerablemente (8) y el componente de fuerza empleado es menor, lo que permite un reclutamiento asincrónico de fibras musculares, aunque el efecto primordial sigue recayendo sobre la parte alta de la curva fuerza-tiempo, además de verse aumentado el componente de resistencia muscular local y central.

En cuanto a la secuencia 3, está conformada por 3 ejercicios de tren superior, uno de hombros y 2 de dorsales, con un pequeño aumento del número de repeticiones por serie (10), lo que permite un mayor reclutamiento asincrónico de

fibras musculares y un efecto sobre la parte alta de la curva fuerza tiempo, por lo cual se constituye en un trabajo de hipertrofia general, con un alto componente de resistencia con acumulación de niveles importantes de lactato. A su vez, es importante destacar que el componente velocidad se posterga.

Efectos y estructuras parecidas pueden observarse el día 2 (fig. A-15), con la particularidad de que en la secuencia 2 se realiza fuerza en banco sin apoyo, lo que obliga a elevar los niveles coordinativos entre pectorales, la zona media y el tren inferior, estos dos últimos contraídos isométricamente.

Por último, en el día 3 se observan 2 secuencias de 2 ejercicios cada una, donde la secuencia 1 posee uno correspondiente al tren inferior y otro al superior. La secuencia 2, en cambio, es la única del microciclo que está compuesta por dos ejercicios del tren inferior, conformados por una cantidad de repeticiones destinadas a la mejora de la fuerza y la hipertrofia, y la tercera, conformada por 3 ejercicios pero correspondientes al tren superior.

Todas tienen la características de ejercer no solo efecto sobre la parte alta de la curva fuerza

tiempo, sino también sobre la resistencia muscular localizada, con acumulación de altos niveles lácticos, y sobre la resistencia central.

En los ejemplos presentados, la pausa entre ejercicios corresponde al tiempo que el deportista tarda en desplazarse entre uno y otro, con una pausa entre series de aproximadamente 3 minutos.

En el ejemplo XV, es posible observar ejercicios explosivos, como el arranque colgado, cargadas colgado y ejercicios, que estimulan la capacidad reactiva del sistema neuromuscular, como saltos, *skipping*, etc.

CUADRO A-6. (CONTINUACIÓN) EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES DE FUERZA Y EXPLOSIVIDAD CON ESTRUCTURAS PARTICULARES ADAPTADAS A DIFERENTES DEPORTES Y PERÍODOS DE TRABAJO

Ejemplo XV

Orden	Ejercicio	Repeticiones	Series
1	Día 1		
	Arranque colgado (fig. 5-4) Skipping (fig. A-54) Saltos de costado (fig. A-55)	6 10" x2s/d 10-10	3
2	Fuerza en banco plano (fig. 5-10)	4	
	Tirones de arranque (fig. A-36) Escaleras a pies juntos (fig. A-56)	6 x2 s/d 1	3
3	Sentadillas (fig. 5-1) Dominadas (fig. A-14)	6 8	3
1	Día 2		
	Cargadas colgado (fig. 5-7) Empuje en máquina Smith (fig. A-57) Remo parado (fig. A-58) Escalera, corriendo (fig. A-59)	6 6 8 2	4
2	Fuerza con impulso (fig. A-60) Polea alta (toma invertida) (fig. A-46) Vuelos laterales (fig. A-10) Remo con polea (toma invertida) (fig. A-61)	8 10 10 10	4
1	Día 3		
	Espinales sobre banco (fig. A-13) Sentadillas (fig. 5-1)	10 10 8	3
2	Fuerza en banco plano (fig. 5-10) Dominadas (fig. A-14)	8 10	3
3	Remo acostado (fig. 5-9) Extensiones con aplauso con pies sobre banco (fig. A-62)	8 6	3



FIG. A-54. *Skipping.*

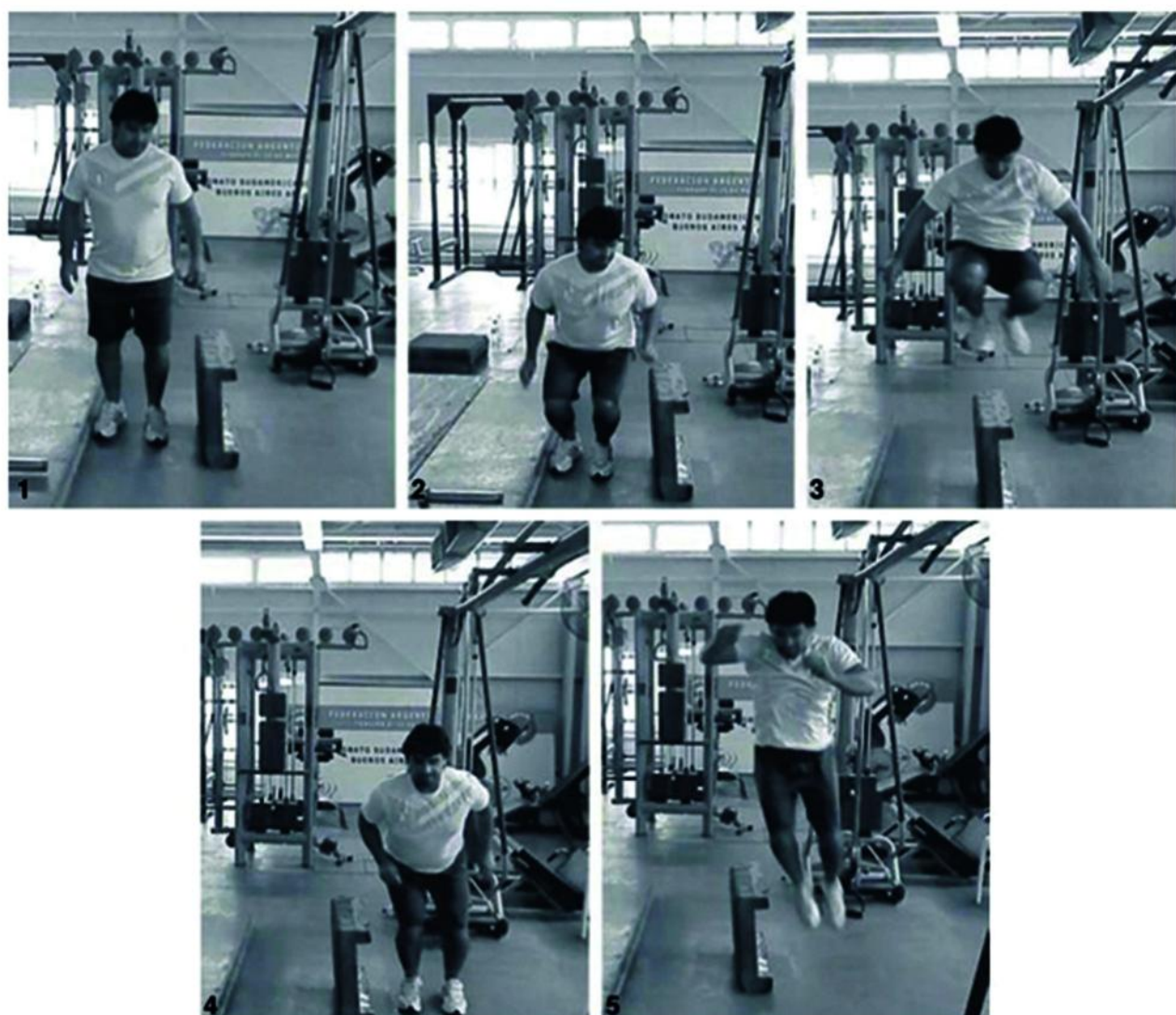


FIG. A-55. *Salto de costado.*



FIG. A-56. Escaleras a pies juntos.



FIG. A-57. Empuje en máquina Smith.



FIG. A-58. Remo parado.



FIG. A-59. Escalera corriendo.

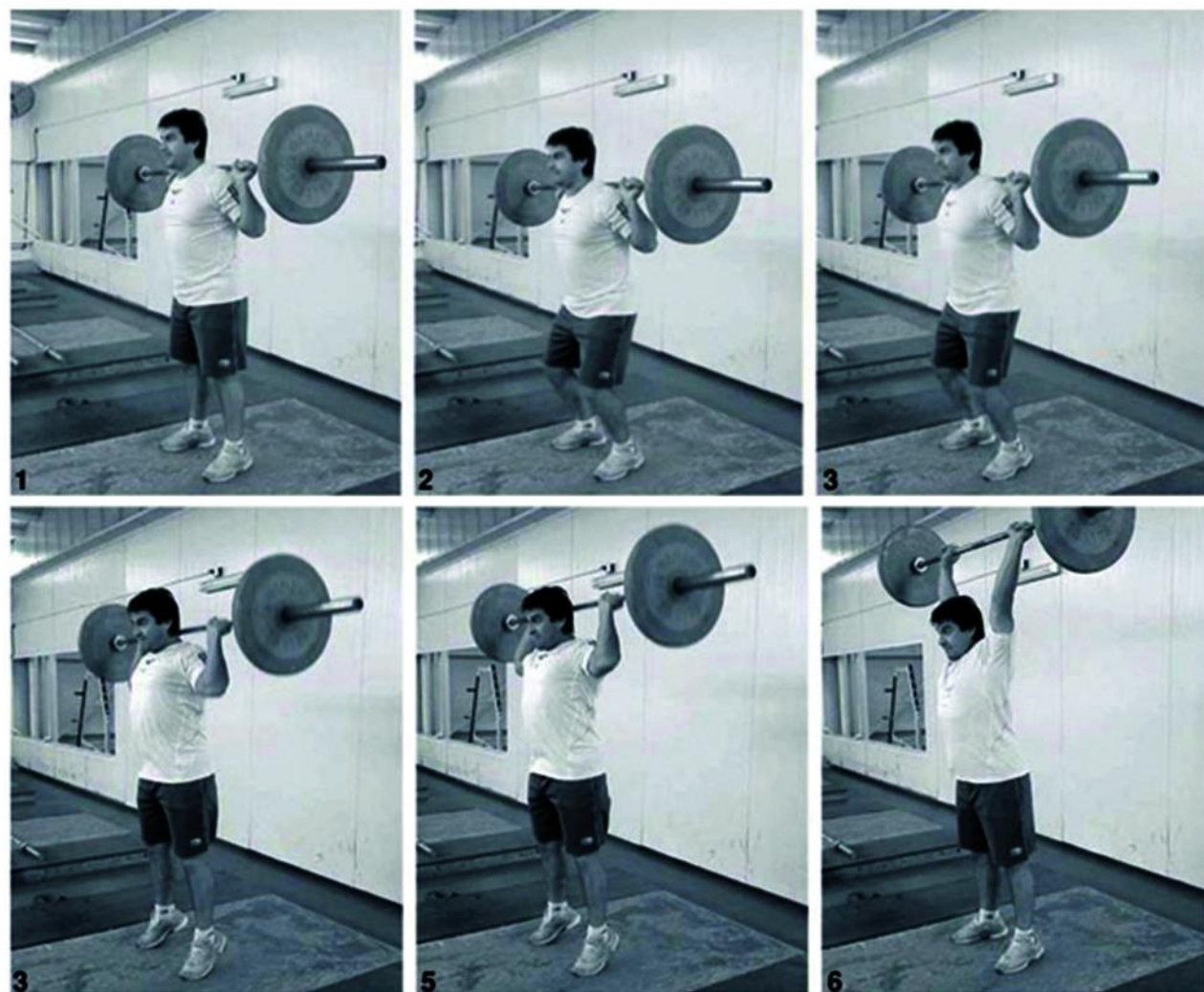


FIG. A-60. Fuerza con impulso.

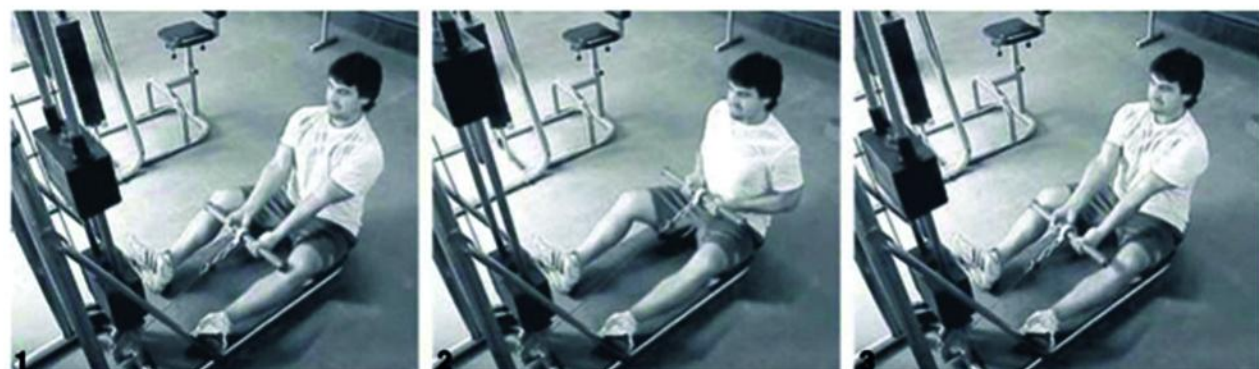


FIG. A-61. Remo con polea (toma invertida).

Este tipo de estructura, orientada sobre todo a estimular la resistencia a la explosividad, es ejecutada primordialmente durante períodos competitivos; en el día 1 y secuencia 1, se ob-

serva la estructura conformada por un ejercicio de sobrecarga que desarrolla altos niveles de explosividad y dos orientados a ejercer efecto sobre la capacidad reactiva que, al ser ejecutados

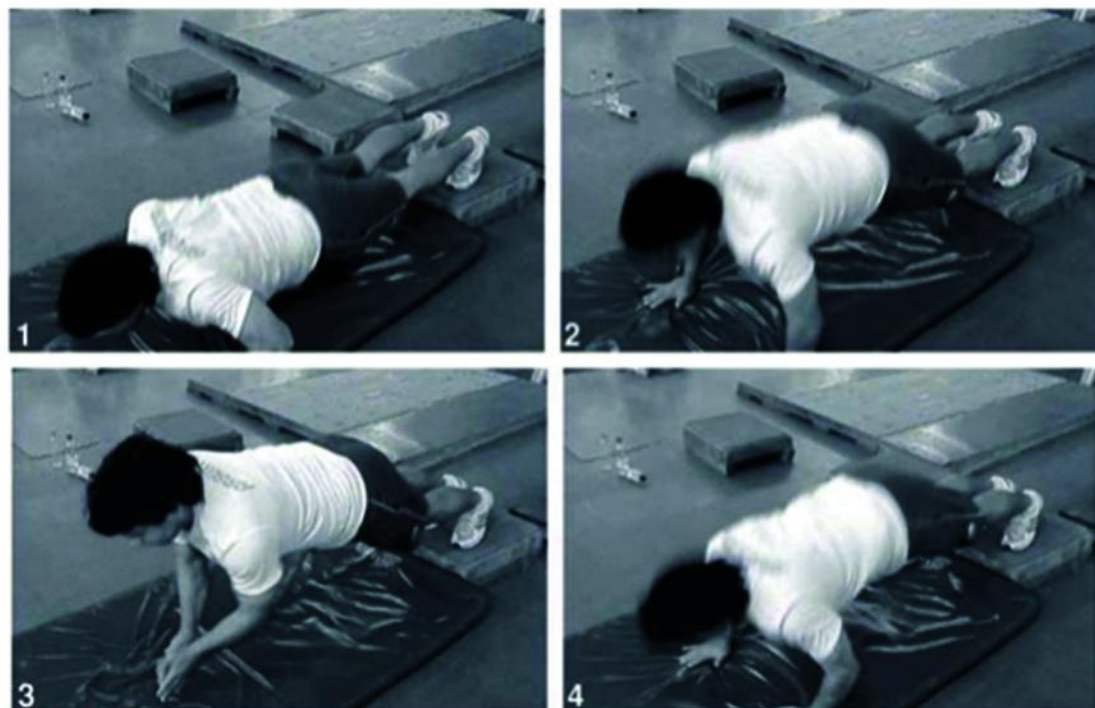


FIG. A-62. Extensiones con aplauso con pies sobre banco.

uno detrás del otro, estimulan la resistencia ante esfuerzos explosivos. Además, esta secuencia 1 tiene la particularidad de ser repetida 2 veces, es decir, estos 3 ejercicios se transforman en un circuito de 6, para luego realizar una macropausa de 2-3 minutos, y también tienen una micro-pausa de aproximadamente 15 segundos entre ejercicios.

La secuencia 2, también conformada por 3 ejercicios, uno de fuerza y dos explosivos, posee la característica de que en cada serie el ejercicio de fuerza (fuerza en banco plano) es realizado una sola vez, mientras los tirones al mentón y las escaleras conforman un minicircuito dentro de la secuencia, los cuales son repetidos dos veces cada uno, lo cual estimula la fuerza y la explosividad y ejerce efecto sobre la parte alta de la curva fuerza tiempo y la zona de máxima potencia con un elevado componente de resistencia; queda para el final la secuencia 3, donde es estimulada principalmente la fuerza mediante cargas medias.

El día 2, está compuesto por dos secuencias de 4 ejercicios cada una. La primera está conformada por ejercicios que desarrollan altos niveles de explosividad, mientras que la segunda

secuencia está integrada mayoritariamente por ejercicios de fuerza. Como es lógico suponer, la cantidad de repeticiones por serie en los ejercicios explosivos es menor de las que conforman las series de los ejercicios de fuerza.

Estas 2 secuencias de trabajo que componen el entrenamiento correspondiente al día 2 conforman un gran estímulo sobre el componente de resistencia, tanto a nivel local como general.

Por último, en el día 3 se observan 3 secuencias de trabajo con circuitos de 3 ejercicios destinados a la zona media y al tren inferior en la primera, 2 ejercicios que involucran músculos antagonistas en la segunda y tercera secuencia de trabajo, realizados con poco volumen e intensidades no exigentes como método de activación muscular del día previo a un partido.

Para concluir, en el ejemplo XVI podemos observar tanto en el día 1 como en el 2 secuencias de trabajo con predominio de ejercicios que tienen como objetivo principal desarrollar altos niveles de explosividad y capacidad reactiva, reduciéndose el volumen con respecto a ejemplos anteriores, incluso en ejercicios como la sentadilla. Al incorporarse el trabajo de fuerza de hombros, se puede deducir que la carga debe ser más baja

que al ejecutar solamente la sentadilla. Lo mismo ocurre con los tirones que, al ser ejecutados con el mismo peso que los arranques colgado, pueden desarrollarse con gran velocidad.

También es importante tener en cuenta que en este ejemplo, además de reducirse las cargas y las repeticiones, se ha reducido un día de trabajo, con lo cual han quedado 2 en lugar de 3, y esto coincide con estructuras pertenecientes a un período competitivo.

Consideraciones para tener en cuenta

Los trabajos aquí presentados son tan solo algunos ejemplos de las múltiples variantes que pueden ser utilizadas y creadas al momento de planificar un entrenamiento.

Con respecto a las repeticiones por series, como podrá observarse, varían desde las 4 a las 10. Es importante considerar que, en el caso de emplear 4 repeticiones, las cargas estarán cerca de ser las máximas que permitan realizar las repeticiones programadas (carácter de esfuerzo cercano al máximo). Por lo tanto, en este caso las pausas deben ser ajustadas a las necesidades

del deportista, y también es posible utilizar cargas más bajas para este número de repeticiones. En este caso, quedarían en la serie varias repeticiones sin hacer, ya que el peso nos permitiría realizar 6 o 7 repeticiones mientras hacemos 4. Aquí, el componente velocidad tendría una importancia mayor.

En cuanto a los diferentes períodos de entrenamiento, es posible observar que el volumen de trabajo orientado a la mejora de la fuerza es superior al orientado a la mejora de la explosividad durante el período preparatorio, para luego invertir el volumen de trabajo, siendo mayor el orientado a la mejora de la fuerza explosiva con respecto al de fuerza máxima en el período de preparación específico y competitivo, aunque tanto la fuerza máxima como la explosiva son estimuladas en ambos ciclos de trabajo.

Es importante destacar que, aunque no se encuentren en la lista de ejercicios los correspondientes a la zona media (abdominales y espinales), no significa por ningún concepto que estos no se realicen, y es de suma importancia ejecutarlos al principio del trabajo como entrada en calor y/o al final de la rutina.

CUADRO A-6. (CONTINUACIÓN) EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES DE FUERZA Y EXPLOSIVIDAD CON ESTRUCTURAS PARTICULARES ADAPTADAS A DIFERENTES DEPORTES Y PERÍODOS DE TRABAJO

Ejemplo XVI

Orden	Ejercicio	Repeticiones	Series
Día 1			
1	Sentadillas con barra atrás + fuerza (fig. A-63)	8	3
	Dominadas (fig. A-14)	10	
	Arranque colgado a media flexión (fig. 5-4)	6	
	Tirones al mentón (fig. A-64)	8	
2	Cargadas colgado a media flexión (fig. 5-7)	8	3
	Empuje en máquina Smith (fig. A-57)	8	
Día 2			
1	Fuerza con impulso (fig. A-60)	8	4
	Tracción con barra fija acostado (fig. A-25)	10	
	Dominadas (fig. A-14)	8	
2	Extensión de brazos desde el piso al banco (fig. A-65)	8	4
	Salto desde sentado (fig. A-35)	6	
	Bíceps + fuerza de hombros con mancuernas (fig. A-66)	8	
	Salto de laterales sobre tarima a una pierna (fig. A-27)	10-10	

Algo similar ocurre con los trabajos orientados a la mejora y la mantención de la flexibilidad, capacidad condicional que también debe ser entrenada antes y después del entrenamiento. Pero muchas veces es postergada, aunque

resulta fundamental para poseer una adecuada amplitud de movimientos y un deslizamiento fibrilar que permita una contracción y relajación a nivel muscular durante la actividad deportiva, lo que aumenta la economía de esfuerzo.



FIG. A-63. Sentadillas con barra atrás + fuerza.



FIG. A-64. Tirones al mentón.



FIG. A-65. Extensión de brazos desde el piso al banco.



FIG. A-66. Biceps + fuerza de hombros con mancuernas.

EJEMPLOS DE TRABAJOS INTERMITENTES DE CAMPO CON PREDOMINIO NEUROMUSCULAR Y METABÓLICO

A continuación, se presentan ejemplos de actividades desarrollados en campo en las cuales la estructura de trabajo acíclico (partidas, frenados, cambios de dirección, saltos y ejercicios coordinativos), al estimular la explosividad de movimientos, la capacidad reactiva del sistema neuromuscular, la velocidad de reacción y frenado, tiene un componente mucho más importante que el trabajo cíclico (esprín). Esto resulta en un predominio neuromuscular a la estructura de la ejercitación, aunque la sumatoria de esfuerzos, seguida de pausas incompletas, influirá indefectiblemente a nivel metabólico y aumentará de manera inexorable los niveles lácticos.

Ejemplo XVII

Se puede observar (fig. A-67) cómo el circuito comienza con una estructura predominantemente coordinativa realizada en la escalera, donde si bien el trabajo pliométrico no es de gran intensidad, existe una gran exigencia en cuanto a coordinación para luego, de manera inmediata, realizar saltos sobre tres vallas con pies juntos y de manera consecutiva, trabajo que ejerce efecto sobre la capacidad reactiva del sistema neuromuscular. Por último, se efectúa un esprín a máxima velocidad hasta un cono colocado próximo a la última valla; luego se frena bruscamente y se realiza un cambio de dirección, donde nuevamente es estimulada la capacidad reactiva con énfasis en el frenado y la inmediata aceleración. Se termina con un nuevo esprín hasta el punto de partida.

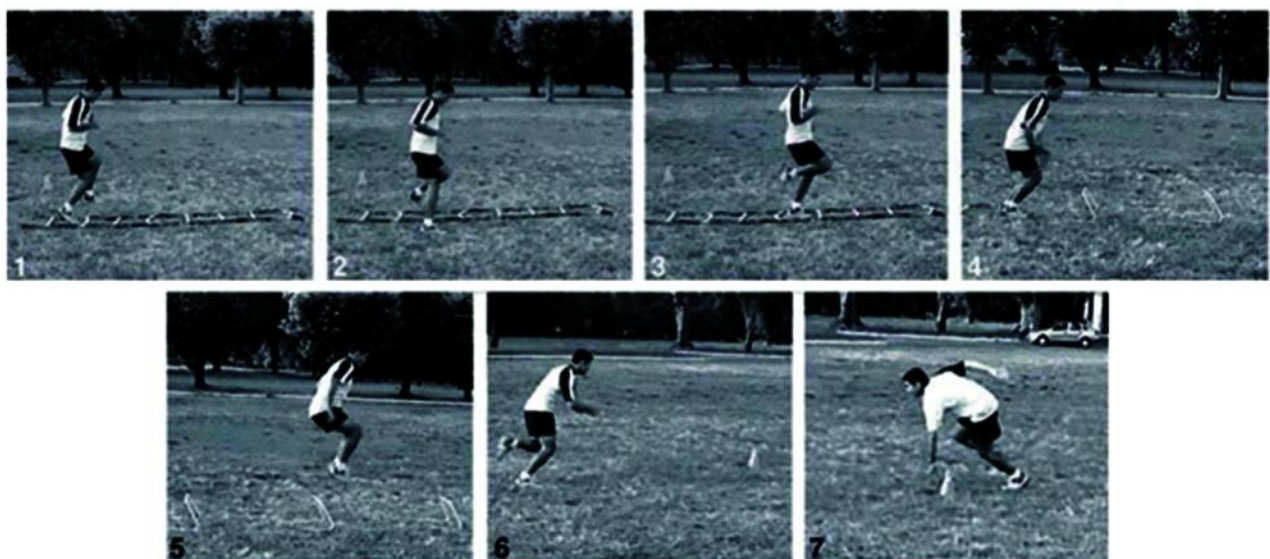


FIG. A-67. Ejemplo XVII.

Ejemplo XVIII

La primera parte del ejercicio corresponde a un esprín máximo de pocos metros con el objetivo de estimular la capacidad de reacción para posteriormente concatenarse con saltos a pies juntos sobre 4 vallas y estimular así la capacidad reactiva. Por último, se ejecuta otro esprín hasta un cono, se frena bruscamente para luego desplazarse hacia atrás hasta otro cono colocado aproximadamente a 4 metros y volver a fre-

nar. Se termina con otro cambio de dirección, se hace el último esprín y se retorna al punto de partida (fig. A-68).

En este tipo de trabajo, la capacidad de aceleración y frenado es estimulada considerablemente, lo que ejerce un gran efecto sobre la capacidad reactiva del sistema muscular. A causa de la sumatoria de esprín, este circuito de trabajo tiene un mayor componente metabólico que en el ejemplo XVII.



FIG. A-68. Ejemplo XVIII.

Ejemplo XIX

Muestra un trabajo (fig. A-69) que consta de un esprín corto, para luego realizar inmediatamente 3 saltos laterales sobre una valla. Posteriormente, el ejecutante se desplaza a máxima velocidad hasta la siguiente valla, repite la misma actividad (3 saltos laterales sobre 4 vallas colocadas en zigzag) y termina el circuito con otro esprín corto. Este tipo de trabajo está basado fundamentalmente en saltos realizados de manera lateral, con un gran predominio neuromuscular sobre lo metabólico.

Ejemplo XX

Se basa exclusivamente en el esprín con cambios de dirección, actividad que se realiza sobre 4 conos colocados en zigzag, donde se producen bruscos cambios de dirección y el componente metabólico adquiere una importante supremacía, mientras el componente neuromuscular es estimulado en cada cambio de dirección (fig. A-70).

Ejemplo XXI

Como última variante, presentamos el ejemplo XXI (fig. A-71), que consiste en un esprín corto que estimula la velocidad de reacción, 4 saltos a un pie (izquierdo) ejecutados sobre 4 conos, concatenados inmediatamente con otros 4 saltos a un pie (derecho) también sobre 4 conos; se finaliza con otro esprín corto. En este tipo de circuitos, la intensidad del salto, al ser sobre un pie, se ve considerablemente aumentada, ejerce un alto impacto y tiene efectos fundamentalmente neuromusculares.

Consideraciones para tener en cuenta

Es importante destacar que en todos y cada uno de estos trabajos, a causa de la sumatoria de esfuerzos, la implicancia metabólica estará presente.

En este tipo de estructuras, como la de los trabajos aquí presentados, resulta fundamental considerar que son llevados a cabo a la máxi-



FIG. A-69. Ejemplo XIX.



FIG. A-70. Ejemplo XX.



FIG. A-71. Ejemplo XXI.

ma intensidad posible; en consecuencia, la relación entre trabajo y pausa debe ser un factor decisivo al momento de planificar. Por esta razón, se sugiere que en actividades intermitentes de aproximadamente 8 segundos de duración como las que aquí se presentan la relación trabajo-pausa oscile entre 3 o 4 tiempos de pausa por 1 de trabajo, considerando no solo la duración total de la serie, que puede estar entre 3 a 5 minutos, dependiendo no solo del componente metabólico que se quiera involucrar, sino también del deporte y el grado de resistencia intermitente que los ejecutantes posean.

Otro factor de suma importancia a tener en cuenta en este tipo de estructuras se centra en no realizar solo trabajos en línea recta, donde la fatiga se ve considerablemente elevada, el impacto neuromuscular reducido y la pérdida de velocidad es notoria.

Por último, deberemos considerar que las diferentes estructuras que se puedan planificar tienen que estar compuestas por trabajos con estructuras internas (a nivel neuromuscular) y estructuras externas (actividad que se puede observar) variadas, lo cual tiene como objetivo principal el no agotamiento de las mismas fibras musculares.

Índice analítico

Los números de página seguidos por "c" indican un cuadro y los seguidos por "f" una figura.

A

Abdominales

- en banco, 157c, 158f
- colgado, 153f
- con giros (con balón medicinal), 155f
- con peso, 153f
- tocando talones, 160f

Acetilcoenzima A, 15

Ácido láctico, 12

- acumulación, 25

Actina, 6, 7f

Activación fibrilar, 9

Activación muscular, 55

Acumulación láctica, 25

Adenosina trifosfato (ATP), 11

Adolescencia, 103

- entrenamiento de la fuerza, 103
- adaptación, 104
- especificidad, 104
- individualización, 104
- progresión, 104

Aplicación de diferentes ejercicios al deporte, 57

Arranque, 58, 103, 117

- clásico, 118f
 - colgado, 181c
 - colgado a media flexión, 123, 123f, 167c, 169c, 175c, 186c
 - procedimiento, 123
 - curva fuerza-tiempo, 63f
 - desde discos, 105f
 - metida, 117, 120f
 - posición inicial, 117, 118f
 - primer tirón, 117, 118f
 - recuperación, 122f
 - segundo tirón, 117, 119f
- ### Atletas de alto rendimiento, 44
- ### ATP (adenosina trifosfato), 11
- reservas energéticas musculares, 13f
- ### ATPasa, 4
- fuerza muscular, 37
- ### Automovilismo, 45

B

Bangsbo, test de esprín, 83f

Betaoxidación, 17f

Bíceps + fuerza de hombros con mancuernas, 186c, 188f

Bíceps + hombros con mancuernas (sentado), 176c, 179f

C

Cadena respiratoria mitocondrial, 17f

Calidad de vida, 87

- entrenamiento intermitente, 87

Canotaje, 85, 88

Capacidad aeróbica (resistencia mixta extensiva), 31

Capacidad ATP-PC (resistencia anaeróbica aláctica extensiva), 32

Capacidad láctica (resistencia anaeróbica láctica extensiva), 32

Capacidad reactiva, 19

Capacidad de resistencia, 44

Capilarización muscular, 21

- entrenamiento de resistencia, 23

- fuerza muscular, 37

Cargadas, 58

- colgado, 181c

- a media flexión, 130, 140f, 165c, 169c, 175c, 186c

Carrera a través del campo, 56

Carreras de larga duración, 85

Ciclismo de ruta, 49, 56

Ciclo de Krebs, 15

Ciclo menstrual, 22

- fase folicular, 22
- fase luteica, 22
- fase ovulatoria, 22
- fuerza muscular, 22
- menstruación, 22
- rendimiento en resistencia, 28
- período intermenstrual, 22
- período posmenstrual, 22
- período premenstrual, 22

Contracción, 2, 5f

- anisométrica, 39, 39c
- concéntrica o positiva, 39, 39c, 40f
- - fásica, 39, 39c
- - tónica, 39, 39c
- excéntrica o negativa, 39, 39c, 40, 40f
- asincrónica, 2
- combinada, 39c, 41
- isométrica-explosiva, 39c, 41
- - salto sin contramovimiento, 41, 41f

Contracción (Cont.)

- - pliométrica, 39c, 41
- - elástico-explosiva, 39c, 41
- - elástico-explosiva-reactiva, 39c, 41
- - salto con contramovimiento, 41, 42f
- - salto pliométrico, 42f
- deslizamiento de los filamentos de actina y miosina, 7f
- isocinética, 40
- isométrica, 39c, 41
- período de latencia, 4
- pliométrica, 69
- curva fuerza-tiempo, 70
- de elevada intensidad, 70
- tipos, 39c
- velocidad, 4

Cooper, test, 29, 29c

Coordinación

- en escalera, 173c, 174f
- intermuscular, 18, 62, 105
- en niños, 97f
- intramuscular, 18, 62, 105
- en niños, 97f

CPK, Véase *Creatina fosfoquinasa (CPK)*

Creatina fosfoquinasa (CPK), 12

Curva fuerza-tiempo, 37, 38f, 60, 60f, 62, 181

- arranque, 63f
- sentadillas, 63f, 64f

D

Deportes

- acíclicos, 74, 90
- objetivos, 90
- explosivos, 72
- de fuerza y resistencia, 88

Despegue, 139, 144f, 156f

Dominadas, 157c, 159f, 162c, 173c, 175c, 176c, 181c,

186c

- con impulso, 174c

Drop jump, 71, 164c, 164f, 170c

E

Economía de carrera, 27

Economía de movimientos, 56, 80, 106, 108

Ejercicio(s)

- de fuerza en banco, 58
- Ejercicio intermitente, 51
- multiarticulares, 103
- arranque, 103
- envión, 103
- sentadillas, 103
- de *press* de hombros adelante con muy bajo peso, 104f
- de sobrecarga, 85

Elevación de cadera con una pierna extendida, 156f

Empuje en máquina Smith, 181c, 183f, 186c

Enlace P (fosfato), 12

Entrenamiento aeróbico glucolítico (resistencia aeróbica intensiva), 31

Entrenamiento aeróbico lipolítico (resistencia aeróbica extensiva), 31

Entrenamiento aeróbico regenerativo, 31

Entrenamiento de alto rendimiento, 90

Entrenamiento con sobrecarga, 61

Entrenamiento de los diferentes tipos de resistencia, 71

- duración, 71

- resistencia de base, 72

Entrenamiento de fuerza, 15, 57

- adaptaciones, 15

- adaptaciones musculares, 55c

- circuitos organizados, 57

- consideraciones al planificar, 88

- iniciación, 100

- niños, 95

- niveles de testosterona, 99

- pausas de recuperación, 57

- relación con la resistencia, 57

Entrenamiento intermitente, 78, 151

- alternancia de tren inferior, medio y superior con ejercicios básicos, 151, 157c, 159c

- para la calidad de vida, 87

- de campo con predominio neuromuscular y metabólico, 188, 188f

- esprín, 188

- combinación con ejercicios básicos de fuerza, explosivos y capacidad reactiva, 165c

- combinación con ejercicios básicos explosivos y de capacidad reactiva, 169, 169c, 170c

- combinación de ejercicios básicos de fuerza y capacidad reactiva, 152, 152c, 162c, 164c

- combinación de ejercicios básicos de fuerza, explosivos y capacidad reactiva, 162, 167c

- combinación de ejercicios explosivos y de coordinación, 172, 173c

- combinación de fuerza y explosividad con estructuras adaptadas, 176, 176c, 181c, 186c

- comparado con el trabajo continuo, 84

- compromiso metabólico y neuromuscular, 79

- de fuerza y velocidad, 87

- lactato, 79

- máximo, 79

- relación con el $\dot{V}O_2$ máx, 81

- predominio de la fuerza, 86, 151, 157c, 159c

- predominio de la velocidad, 86

- submáximo, 82

Entrenamiento en el niño, 97

Entrenamiento de resistencia, 23

- adaptaciones, 23

- adaptaciones frente a trabajos de alta intensidad, 24

- célula muscular, 26

- corazón, 26

- fosfofructocinasa (PFK), 25
- fosforilasa, 25
- lactico-deshidrogenasa (LDH), 25
- sangre, 26
- vasos sanguíneos, 26
- musculares, 55c
- almacenamiento de fuentes de energía, 24
- capilarización, 23
- consideraciones al planificar, 88
- características individuales, 89
- factores hormonales, 89
- factores neuromusculares, 89
- testosterona, 89
- corta duración, 88
- economía de movimiento, 27
- enzimas oxidativas, 24
- fatiga, 29
- larga duración, 88
- mediana duración, 88
- metodologías, 84
- mioglobina, 24
- mitocondrias, 24
- niños, 95
- niveles, 31
- aeróbico glucolítico (resistencia aeróbica intensiva), 31
- aeróbico lipolítico (resistencia aeróbica extensiva), 31
- aeróbico regenerativo, 31
- capacidad aeróbica (resistencia mixta extensiva), 31
- capacidad ATP-PC (resistencia anaeróbica aláctica extensiva), 32
- capacidad láctica (resistencia anaeróbica láctica extensiva), 32
- potencia aeróbica (resistencia mixta intensiva), 31
- potencia ATP-PC, 32
- potencia láctica (resistencia anaeróbica láctica intensiva), 32
- primer umbral de lactato, 26, 27f
- segundo umbral de lactato, 26, 27f
- VO_{2max} , 25, 27
- Entrenamiento de tolerancia láctica, 30
- Entrenamiento del VO_{2max} , 30
- Entrenamiento, intensidad, 30
- Envión, 103, 128
- cargada, 128, 133f
- descripción, 128
- medida, 129, 132f
- posición inicial, 128, 130f
- primer tirón, 129, 131f
- recuperación, 129, 135f
- segundo tirón, 129, 131f
- segundo tiempo, 128
- con tijera con barra atrás, 169c, 170c, 170f
- deslizamiento, 129, 137f
- empuje, 129, 136f
- con tijeras, 173c, 173f

- recuperación, 130, 138f
- sin tijera, 139f
- Enzimas oxidativas, 24
- entrenamiento de resistencia, 24
- Escalera corriendo, 181c, 183f
- Escaleras a pies juntos, 181c, 183f
- Especialidad deportiva, 43
- Espinales sobre banco, 157c, 158f, 181c
- Esprín, 54, 80, 188
- con cambio de dirección, 190, 191f
- corto, 190
- test de esprín de Bangsbo, 83f
- VO_{2max} , 82
- Estabilización de la zona media sobre banco, 161f
- Estocadas, 160f, 176c
- Estocadas con brazos extendidos, 98f
- Extensión de brazos desde el piso al banco, 186c, 187f
- Extensiones de brazos con cambio de dirección, 162c, 163f
- Extensiones de brazos sobre pelotas, 167c, 168f
- Extensiones con aplauso con pies sobre banco, 181c, 185f

F

- Fatiga, 29, 44, 85
- causas, 29, 85
- central, 29
- periférica, 29
- test de Cooper, 29, 29c
- Fibras musculares, 2, 3f, 6f
- agotamiento, 191
- clasificación de acuerdo con la cadena de miosina, 6
- contracción rápida, 54
- distribución, 10
- estructura, 8
- híbridas, 6
- lentas, 54
- puras, 6
- reclutamiento, 8, 109, 169
- tipos, 4
- I, 5
- IIa, 5
- IIb, 5
- IIc, 6
- utilización, 57, 77
- Flexoextensión de brazos con aplauso sobre superficies inestables, 164c, 165f, 175c
- Flexoextensión de brazos con mancuernas + saltos, 170c, 172f
- Fosfágeno, 31, 46
- Fosfofocinasa, 25
- entrenamiento de resistencia, 25
- Fosfocreatina (PC), 12
- reservas energéticas musculares, 13f
- Fosfofructocinasa (PFK), 25

Fosfofructocinasa (PFK) (*Cont.*)

- entrenamiento de resistencia, 25
- niños, 108

Fuerza en banco inclinado, 160f, 164c, 176c

Fuerza en banco plano, 59, 149, 149f, 162c, 165c, 167c, 175c, 176c, 181c, 185

Fuerza en banco sin apoyo de glúteos, 176c, 178f

Fuerza con impulso, 181c, 184f, 186c

Fuerza estática, 42

Fuerza explosiva, 10, 42, 60

Fuerza de hombros parado, 156f

Fuerza inicial, 43

Fuerza máxima, 43

Fuerza máxima dinámica, 42, 43c

Fuerza máxima estática, 43c

Fuerza muscular, 2, 20, 36, 55

- adaptaciones, 37
- ATPasa, 37
- enzimas glucolíticas, 37
- adaptaciones musculares en el entrenamiento, 55c
- de alta intensidad, 56
- aplicación, 43
- cambios transitorios, 23
- ciclo menstrual, 22, Véase también *Ciclo menstrual*
- diferentes manifestaciones, 41, 43c
- factores determinantes, 2
- factores sensibles para el desarrollo, 99
- relación con la resistencia, 36
- rendimiento deportivo, 36
- resistencia muscular intermitente, 50

Fuerza rápida, 43

Fuerza resistencia, 43

Fuerza sentado con barra adelante, 161f

Fuerza sentado con mancuernas, 176c, 177f

Fuerza/velocidad, 42, 43c

Fútbol, 51, 85

G

—

Glucógeno, 13f

- reservas energéticas musculares, 13f

Glucólisis aeróbica, 15, 16f

Glucólisis anaeróbica, 16f

H

—

Hándbol, 90

Hipertrofia muscular, 19, 64

- capilarización, 21
- factores estructurales, 19
- fuerza, 20
- sexo, 21
- tipos, 20
- general, 20
- selectiva, 20

Hockey, 90

Husos musculares, 19

I

—

Impulso eléctrico, 4

Impulso nervioso, 5

- efecto de la frecuencia sobre la tensión muscular, 10f

- frecuencia, 9

- velocidad, 5

- velocidad de conducción, 18

Intensidad del entrenamiento, 30

- niveles, 30

- primer umbral del lactato, 31

- segundo umbral de lactato, 30

- sistema del fosfágeno, 31

- tolerancia láctica, 30

- VO₂max, 30

- relación con las capacidades condicionales, 32

L

—

Lactato, 12

- acumulación, 14, 25

- destino, 14f

- entrenamiento intermitente, 79

- primer umbral, 26

- producción y remoción, 106

- segundo umbral, 26

- test de Cooper, 29, 29c

- umbral, 56

Láctico-deshidrogenasa (LDH), 13

- entrenamiento de resistencia, 25

- isoenzimas, 13

Lanzamiento de bala, 45

Lanzamiento de balón medicinal hacia atrás, 167c, 167f

Lanzamiento de balón medicinal con dos brazos contra la pared, 166f

Lanzamiento de balón medicinal desde el pecho contra la pared, 170c, 171f

Lanzamiento de balón medicinal a un brazo contra la pared, 173c, 174f

Lanzamiento de balón medicinal con dos brazos contra la pared, 165c

Lanzamientos hacia atrás con balón medicinal desde la posición de cuclillas, 101f

Lanzamientos con balón medicinal con apoyo a una pierna, 100f

Lanzamientos con balón medicinal desde la posición de *press* de banco sin apoyo de caderas, 101f

Lanzamientos laterales de balón medicinal contra la pared, 174c

LDH, Véase *Láctico-deshidrogenasa (LDH)*

Levantamiento de pesas, 45

Ley de Henneman, 8

Lipólisis, 17f

M

- Maratón, 49, 54
- Media maratón, 48
- Método continuo extensivo, velocidad de carrera, 70f
- Método de contraste, 68
 - fundamentos neurofisiológicos, 68
- Mielina, 4
- Mioglobina, 24
- Miosina, 6, 7f
- Mitocondrias, 5, 13
 - entrenamiento de resistencia, 24
 - enzimas, 24
 - resistencia muscular intermitente, 50
- Motociclismo, 45

N

- Neurona
 - excitadora, 3
 - inhibidora, 3
 - motora, 2, 3f
- Neurotransmisores, 3
- Niño(s), 96
 - aumento en la capacidad coordinativa, 107
 - aumento de los niveles de fuerza, 98
 - testosterona, 99
 - características del entrenamiento, 102, 108
 - desarrollo de la fuerza, 98
 - desarrollo de la masa muscular, 96
 - desarrollo de la resistencia, 106
 - economía de movimiento, 108
 - entrenamiento, 97
 - estocadas con brazos extendidos, 98f
 - fases sensibles en el entrenamiento de la fuerza explosiva, 103f
 - fases sensibles en el entrenamiento de la fuerza máxima, 102f
 - fosfofructocinasa, 108
 - maduración del sistema neuromuscular, 107
 - máxima entrenabilidad de la fuerza, 102
 - mielinización de los nervios motores, 98
 - pubertad, 96
 - relación masa muscular-masa magra, 96
 - sistema glucolítico, 108
 - sistema nervioso, 96
 - $\text{VO}_2\text{máx}$, 107

O

- Órganos tendinosos de Golgi, 19

P

- Pausas de recuperación, 57

- Período competitivo, 44
- Período de latencia, 4
- Pique explosivo, 54
- Placa motora, 3f
- Polea alta (toma invertida), 176c, 177f, 181c
- Polea alta adelante, 176c, 177f
- Potencia aeróbica (resistencia mixta intensiva), 31
- Potencia ATP-PC, 32
- Potencia específica, 61
- Potencia láctica (resistencia anaeróbica aláctica intensiva), 32
- Potencia máxima, 61
- Press de banco plano, 149
- Primer umbral del lactato, 26, 27f, 75f
 - entrenamiento, 31
- Principio de talla, 8, 8f, 18

R

- Reclutamiento, 9f
 - de las fibras musculares, 8
 - orden, 18
 - fibrilar, 59
 - relación con la resistencia, 59
 - relación con la velocidad, 59
- Regulación nerviosa, 3
- Relación masa muscular-masa magra, 96
- Relación pausa-descanso, 51
- Relación trabajo-pausa, 191
- Remo, 85
 - acostado, 58, 157c, 167c, 181c
 - con barra, 143, 147f, 162c, 164c, 176c
 - con mancuernas, 168f
 - bajo, 176c, 180f
 - con polea (toma invertida), 181c, 184f
 - inclinado, 176c
 - con toma invertida, 179f
 - parado, 181c, 183f
- Rendimiento deportivo, 36, 44
 - máximo, 45
- Rendimiento en resistencia, 28
 - diferencias entre sexos, 28
 - menstruación, 28
- Reserva de fuerza, 38, 39f, 80
- Reservas energéticas musculares, 13f
- Resistencia al espión, 81
- Resistencia muscular, 36, 55
 - de alta intensidad, 56
 - de baja intensidad, 56
 - de base, 72
 - cíclica, 46
 - clasificación general, 71c
 - deporte, 45
 - dinámica, 45
 - de duración corta, 47
 - de duración larga, 48
 - I, 48

Resistencia muscular (*Cont.*)

- II, 48
 - - media maratón, 48
 - III, 49
 - - ciclismo en ruta, 49
 - - maratón, 49
 - - triatlón, 49
 - IV, 49
 - de duración media, 47
 - - subzonas, 47
 - de duración muy corta, 46
 - efectos de la fuerza, 55
 - estática, 45
 - intermitente, 50
 - fútbol, 51
 - métodos de entrenamiento, 73
 - - continuos, 73
 - - - extensivos, 70f, 73
 - - - intensivos, 73, 74f
 - - - variables, 74, 75f
 - - fraccionados, 76
 - relación con la fuerza, 36
 - rendimiento deportivo, 44
- Rugby, 90, 177

S

- Salto con contramovimiento, 41
- Salto pliométrico, 42f
- Salto sin contramovimiento, 41, 41f
- Salto(s), 85
- al banco, 162c, 163f, 165c
- de costado, 181c, 182f
- laterales
- - sobre 4 vallas colocadas en zigzag, 190
- - sobre tarima con impulso, 165c
- - sobre tarima a una pierna, 166f, 169c
- sobre tarima, 186c
- en el lugar, 169c, 169f
- a pies juntos en escalera, 169c, 170f
- desde sentado, 170c, 171f, 186c
- desde una tarima, 70
- Sarcoplasma, 12
- Segundo umbral del lactato, 26, 27f, 75f, 106
- entrenamiento, 30
- Sentadillas, 103, 176c, 181c, 185
- con barra adelante, 112, 115f, 157c, 164c, 167c
- con barra atrás, 111, 112f, 113f, 162c
- - posibilidades de ejecución, 111
- con barra atrás + fuerza, 186c, 187f
- con brazos extendidos, 155f
- con impulso, 165c, 166f
- con mancuernas, 161f
- a una pierna, 153f, 176c
- Sentido cinestésico, 4

- Sesiones de entrenamiento con cargas altas, 65
- con casi máximo número de repeticiones por serie, 65
- con máximo número de repeticiones por serie, 65
- Sesiones de entrenamiento con cargas máximas, 62
- Sesiones de entrenamiento con cargas medias, 65
- Sesiones de entrenamiento con cargas muy altas, 63
- con casi máximo número de repeticiones por serie, 64
- con máximo número de repeticiones por serie, 64
- Sesiones de entrenamiento con contraste, 66, 66f
- fundamentos neurofisiológicos, 68
- Sinapsis, 3f
- Sistema glucolítico, 108
- Skipping*, 181c, 182f
- Subidas al banco con barra, 158f, 176c, 179f
- Supercompensación, 104

T

- Tejido muscular, 2
- Tensión muscular, 38
- tipos, 38
- Test de Cooper, 29, 29c
- Test de esprín de Bangsbo, 83f
- Testosterona, 89
- aumento de los niveles de fuerza, 99
- entrenamiento de fuerza, 99
- Tiro, 45
- Tirones al mentón, 186c, 187f
- Tirones de arranque, 170c, 171f, 181c
- Trabajo continuo, 84
- comparado con el trabajo intermitente, 84
- Trabajos intervalados, 76
- clasificación, 77c
- extensivo corto, 78
- extensivo largo, 77
- extensivo medio, 78
- Trabajos pliométricos, 69
- Tracción con barra fija acostado, 164c, 165f, 173c, 186c
- Triatlón, 49
- Triglicéridos, 13f
- reservas energéticas musculares, 13f, 17f

U

- Umbral de estimulación, 19
- modificaciones, 19
- Umbral del lactato, 56
- Unidad motora, 2, 3f, 11
- fásica, 11
- formas de estimulación, 2
- tónica, 11

V

—
VAM, Véase *Velocidad aeróbica máxima (VAM)*

Velocidad aeróbica máxima (VAM), 79, 83

Velocidad de carrera, 76f

- método continuo variado, 76f

Vía glucolítica anaeróbica, 13

Vía glucolítica rápida, 14

Vía oxidativa de los ácidos grasos, 17f

Vía oxidativa de la glucosa, 16f

VO₂máx, 25, 48, 56, 106

- entrenamiento, 30

- relación con el entrenamiento intermitente máximo,
81

Vóleibol, 85

Volumen de trabajo adecuado, 77

Vuelos frontales, 176c, 180f

Vuelos laterales, 176c, 181c

- sentado, 157f

Gillone

Entrenamiento combinado de fuerza y resistencia



Tanto en los deportes de conjunto como en los individuales, de combate o de tiempo y marca, la fuerza y la resistencia cumplen un papel fundamental en el rendimiento deportivo. El entrenamiento simultáneo de estas dos cualidades condicionales tan complejas, y su interacción, merecen un tratamiento especial para evitar que se interpongan o se neutralicen. La mayoría de las publicaciones sobre esta temática estudian por separado el entrenamiento de las cualidades fuerza y resistencia. En esta obra, en cambio, se propone una integración conceptual entre ambas, desde el punto de vista metabólico y también neuromuscular, y se ofrecen pautas básicas de las condiciones, cuidados y análisis que deben tenerse en cuenta en el momento de entrenar, en especial, en deportes en los que la necesidad de resistencia y de fuerza es fundamental. Entre las características de la obra se destacan:

- La descripción detallada de los componentes fisiológicos y de entrenamiento en la cual, sin descuidar el aspecto científico, se destaca el enfoque didáctico y práctico que facilitará una comprensión cabal y la aplicación de los temas abordados.
- El estudio de la fisiología neuromuscular y metabólica de la fuerza y de la resistencia, sus formas de clasificación, su entrenamiento en los niños, y la interrelación en el entrenamiento simultáneo de fuerza y resistencia.
- El análisis técnico de los principales ejercicios que pueden utilizarse, además de una gran cantidad de ejemplos y de combinaciones prácticas profusamente ilustrados.

El objetivo de este libro es transmitir a estudiantes y profesionales de las ciencias y la medicina del deporte la amplia experiencia práctica y de investigación del autor sobre los aspectos sobresalientes de la combinación del entrenamiento de estas capacidades, indispensables para el buen rendimiento deportivo, pero también para el desenvolvimiento normal en la vida diaria, desde el nacimiento hasta la vejez.

