

# EL DESARROLLO de la **POTENCIA**

Ejercicios, programas y protocolos



**NSCA®**  
NATIONAL STRENGTH AND  
CONDITIONING ASSOCIATION

Dirigido por Mike McGuigan

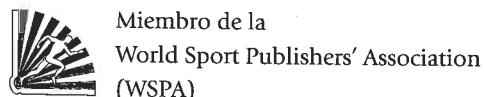


Editor: David Domingo  
Coordinación editorial: Paloma González  
Traducción: Dr. Alberto Muñoz Soler  
Revisión técnica: Dr. David García López

Todos los derechos reservados. No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni tampoco su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del *copyright*.

Título original: *Developing Power*  
Publicado en EE. UU. por Human Kinetics, Inc

© 2017 by National Strength and Conditioning Association  
© 2018 de la edición española  
by Ediciones Tutor, S.A.  
c/ Impresores, 20  
P. E. Prado del Espino  
28660 Boadilla del Monte, Madrid  
Tel.: 91 559 98 32  
E-mail: [info@edicionestutor.com](mailto:info@edicionestutor.com)  
[www.edicionestutor.com](http://www.edicionestutor.com)



Diseño de cubierta: José M.ª Alcoceba  
Fotografías de interior y cubierta realizadas por Tom Kimmel; © Human Kinetics  
Ilustraciones: © Human Kinetics, salvo indicación expresa de otra procedencia.

Las direcciones web citadas estaban actualizadas en el momento del cierre de la edición de este libro.

Agradecemos a la National Strength and Conditioning Association en Colorado Springs, Colorado, su ayuda al facilitarnos la localización para realizar las fotografías de este libro.

ISBN: 978-84-16676-55-2  
Depósito legal: M-16.831-20-18  
Impreso en Artes Gráficas COFÁS  
Impreso en España - *Printed in Spain*

Esta publicación ha sido escrita y publicada tratando de proporcionar la información más precisa y fidedigna del tema que presenta. Su publicación y venta deben considerarse como un servicio educativo y entendiendo que el autor y el editor no se dedican a la prestación de servicios profesionales de entrenamiento, médicos, u otros basados en su autoría y publicación de esta obra. Si se requiere consulta o asistencia médica u otro experto, deben buscarse los servicios de un profesional competente.

# EL DESARROLLO de la POTENCIA

# Contenido

Introducción 6

## **PARTE I Fundamentos del desarrollo de la potencia**

- 1** Naturaleza de la potencia..... 11
- 2** Evaluación de la potencia ..... 25
- 3** Periodización e integración de la potencia ..... 45
- 4** Entrenamiento de la potencia en diferentes poblaciones..... 79

## **PARTE II Ejercicios para el desarrollo de la potencia**

- 5** Ejercicios de potencia para el tren superior ..... 103
- 6** Ejercicios de potencia para el tren inferior ..... 135
- 7** Ejercicios de potencia para todo el cuerpo ..... 167
- 8** Técnicas avanzadas de potencia..... 199

## **PARTE III Desarrollo de la potencia específica del deporte**

- 9** Entrenamiento de la potencia para deportes de equipo ..... 227
- 10** Entrenamiento de la potencia para deportes individuales..... 237

Abreviaturas utilizadas en este libro 246  
Referencias bibliográficas 247 • Índice alfabético 271  
Sobre la NSCA 279 • Sobre el director de la obra 281  
Sobre los colaboradores 283

# Introducción

En el rendimiento deportivo, es importante la capacidad de producir potencia muscular máxima. Solo se necesita observar a un jugador de baloncesto realizar un mate, o a uno de rugby cambiar de dirección durante el juego, para darse cuenta de la trascendencia que esta posee para una prestación deportiva óptima. La potencia muscular máxima se refiere al máximo nivel de potencia (trabajo/tiempo) que se puede conseguir durante la contracción de los músculos. En el entorno relativo al rendimiento atlético, podemos pensar en la potencia máxima como una representación de la mayor potencia instantánea durante un movimiento único realizado para producir la máxima velocidad en el despegue, el lanzamiento o el impacto. Esto incluye las acciones que componen el esprint, el salto, el lanzamiento, el cambio de dirección y el golpeo, de tal manera que la potencia puede considerarse como un aspecto decisivo de muchos deportes.

Este libro trata de las pautas basadas en las últimas evidencias para evaluar y entrenar la potencia muscular. Utilizando casos de estudio de diversas áreas, junto con investigaciones relevantes sobre la evaluación y desarrollo de la potencia, el texto proporciona a los entrenadores las últimas informaciones acerca de cómo evaluarla. Pero lo que aún es más importante, trata y proporciona ejemplos para utilizar esta información con el fin de diseñar programas. El primer capítulo prepara la escena introduciendo conceptos clave, así como la ciencia que subyace a la potencia muscular, y reseña la terminología correcta para describir sus componentes. También se ocupa de los factores que contribuyen a las bases biológicas y mecánicas de la potencia, incluidos los morfológicos, los neurales y la mecánica muscular. La relación entre la fuerza y la potencia es otro de los temas fundamentales en el primer capítulo y en el resto del libro.

Los entrenadores disponen de una variedad de test para evaluar la potencia de sus atletas. Los test, como el entrenamiento, han de ser específicos, de tal forma que los técnicos deportivos sepan que están valorando cualidades que son importantes para el deporte de que se trate. Por tanto, estos no deben realizar los test de fuerza y de potencia simplemente por el mero hecho de aplicarlos. También es importante examinar qué test se utilizan y evitar elegirlos únicamente porque ya se han aplicado con anterioridad, o porque se dispone en ese momento del equipamiento y experiencia para ello. Además de que estos sean seguros, válidos y sensibles, es vital reconocer y comprender por qué se utiliza cada test y por qué es el adecuado. Estos conceptos constituyen la base del capítulo 2, con los que se pretende proporcionar al lector una comprensión avanzada de la evaluación de la potencia.

La conexión entre evaluación y programación es fundamental al diseñar un programa de entrenamiento para el desarrollo de la potencia. En otras palabras, ¿cómo utilizamos los resultados de los test para determinar la programación? Un propósito clave de la evaluación del deportista es obtener información de sus necesidades de entrenamiento. Este es un tema importante del libro, que requiere una comprensión en profundidad para diseñar el programa. El capítulo 3 explica los principios de entrenamiento relacionados con el desarrollo de la potencia. También se ocupa de la integración de las modalidades de la potencia y de su periodización.

La potencia no es solo importante en el deporte. Cada vez más evidencias demuestran que otras poblaciones, como la de los adultos mayores, también experimentan beneficios significativos. Además, dado que el entrenamiento de fuerza ha llegado a convertirse en una parte integral de los programas de entrenamiento de los atletas jóvenes, los entrenadores han de ser más conscientes de la función del trabajo de la potencia. Esta es también un atributo físico del personal táctico, como el de las fuerzas armadas o la policía, cuyo trabajo frecuentemente les exige trasladar cargas con rapidez. Los profesionales de la fuerza y el acondicionamiento físico, que trabajan con diferentes poblaciones de clientes, necesitan saber cómo evaluar y desarrollar así su potencia muscular con efectividad. El capítulo 4 explica la aplicación de los test de potencia al entrenamiento en dos poblaciones sobre las que han centrado su trabajo tanto los entrenadores de la fuerza y la potencia como los científicos del ejercicio: los atletas jóvenes y los adultos mayores. En la actualidad, los beneficios del desarrollo de la potencia en ambos grupos están reconocidos, y los entrenadores pueden aplicar los principios expuestos en este capítulo en un amplio rango de poblaciones.

Para que los técnicos puedan entrenar bien la potencia, es fundamental que dispongan de una serie de ejercicios efectivos para utilizarlos con sus atletas. Varios capítulos proporcionan el desglose técnico de ejercicios y progresiones de entrenamiento que la desarrollan. El capítulo 5 se ocupa de los ejercicios para el tren superior, el capítulo 6 de los que entrena el tren inferior y el capítulo 7 de los que trabajan todo el cuerpo, incluyendo los ejercicios del levantamiento olímpico (halterofilia). Ser capaz de entrenarse y realizar los ejercicios con efectividad y seguridad son partes importantes de los procesos de su prescripción. Para los entrenadores de la fuerza y el acondicionamiento físico es fundamental utilizar una serie de métodos para desarrollar la potencia y elegir los ejercicios apropiados. Algunos de dichos métodos se introducen en los capítulos 3 y 4. El capítulo 8 amplía con mayor detalle este análisis, examinando métodos más avanzados del desarrollo de la potencia, como el complex training y la utilización de la carga variable.

Un aspecto de la mejora de la potencia muscular, que con frecuencia se pasa por alto, es dónde encajarla dentro del diseño del programa de entrenamiento. Es importante que el entrenador se dé cuenta de que dicha mejora no se desarrolla tan

solo de forma aislada, sino que necesita considerarse como parte del programa total de entrenamiento. Hemos intentado tratarla en el contexto de la preparación completa del programa, en lugar de considerarla un componente aislado. Por ejemplo, es bien conocido que el desarrollo de la fuerza muscular es la base del desarrollo óptimo de la potencia y, como se mencionó previamente, es un tema importante a lo largo de todo el libro. Los dos capítulos finales proporcionan ejemplos de programas de entrenamiento que desarrollan la potencia tanto para atletas de deportes de equipo, como el baloncesto, el rugby, el fútbol, el fútbol americano, el voleibol y el béisbol (capítulo 9), como individuales, como el atletismo, la natación, la lucha, el golf, el remo y los deportes de invierno (capítulo 10). Una característica clave de estos capítulos es que destacan la unión entre la evaluación de la potencia y cómo esta puede usarse para desarrollar programas de entrenamiento.

Los autores de este libro son algunos de los mejores entrenadores y científicos del deporte en el campo de la fuerza y el acondicionamiento. Se les ha invitado a colaborar en él por su maestría y su extensa experiencia práctica trabajando con deportistas de alto nivel. También poseen la capacidad de comunicar de forma efectiva información basada en la evidencia y de aplicar las últimas investigaciones a la práctica. El objetivo global del libro es proporcionar al entrenador la información más innovadora y precisa sobre el desarrollo de la potencia para mejorar el rendimiento deportivo. Será un valioso aporte a la biblioteca de los entrenadores de la fuerza y el acondicionamiento, de los preparadores y de los atletas interesados en el entrenamiento de la potencia basado en la evidencia.

## PARTE I

# Fundamentos del desarrollo de la potencia

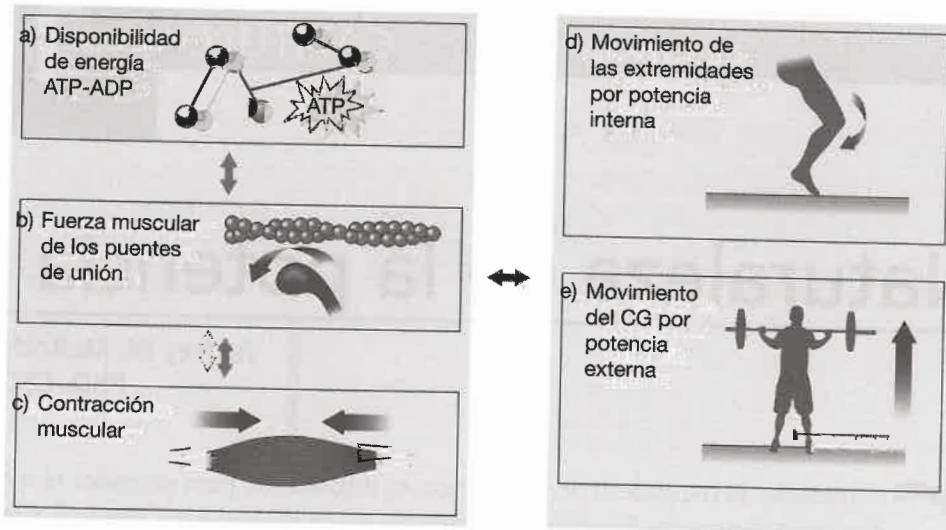
# Naturaleza de la potencia

Jeffrey M. McBride,  
PhD, CSCS

Comprender la naturaleza de la potencia es importante para entender el rendimiento deportivo. Examinar la potencia desde el comienzo, desde el nivel molecular, proporciona una información valiosa cuando se diseña un programa de entrenamiento óptimo. La producción de fuerza se considera como una dimensión de su versión. Sin embargo, la potencia se muestra como un sistema multifacético de fuerza, desplazamiento, velocidad y trabajo. Sin embargo, estas variables deben considerarse integradas dentro de un contexto permanentemente cambiante, en el cual nosotros examinamos este fenómeno en términos de longitud muscular, ángulos articulares y esquemas cílicos concéntricos, excéntricos y de estiramiento-acortamiento de la función muscular. Examinar la potencia a nivel molecular proporciona un valioso contexto en el que desarrollar diferentes modos de maximizar el rendimiento deportivo del cuerpo como un todo, en especial, dentro del entorno en el cual hemos evolucionado (exclusivamente la masa corporal, la gravedad y la resistencia del aire).

## ENERGÍA

La disponibilidad de una fuente de energía se ha considerado como el constituyente primario de la capacidad para generar potencia (15, 80) (figura 1.1a). Las investigaciones muestran que nuestro organismo obtiene esta energía a partir de la hidrólisis (la rotura de los enlaces) del adenosín trifosfato (ATP), del que utilizamos la energía del enlace entre el tercer grupo fosfato ( $\gamma$ ) y los fosfatos adyacentes (83). Se ha descrito que la energía contenida dentro de estos enlaces se obtiene, sobre todo, a través del procesamiento de los carbohidratos y los lípidos, los cuales son ingeridos a través de las fuentes de alimentación natural, junto con las fuentes originales de la energía producida por el sol (19, 44). Debido a que la potencia es trabajo por unidad de tiempo, los movimientos o actividades que tienen como componente la potencia máxima parecen implicar franjas de tiempo relativamente cortas (9). Por tanto, sus fuentes primarias de energía son aquellas que tienden a ser las de disposición más rápida. Dichas fuentes se encuentran en el ATP almacenado dentro del músculo y



**Figura 1.1** (a) Disponibilidad de energía a partir del adenosín trifosfato (ATP); (b) producción de fuerza a partir de los puentes de unión actina-miosina; (c) contracción muscular; (d) movimiento de las extremidades y potencia interna; y (e) movimiento del centro de gravedad del cuerpo (CG) y potencia externa.

en su formación rápida a corto plazo mediante el aporte de grupos fosfatos a partir de la fosfocreatina, la cual también se halla almacenada en el músculo (36). Las fuentes adicionales de ATP pueden derivar de los procesamientos anaeróbicos de la glucosa (carbohidratos) almacenados en el interior del músculo y el hígado. La energía necesaria para mantener los niveles, de producción de potencia para las actividades de fondo, entre pequeños a moderados, pueden derivarse también del procesamiento subsiguiente de los productos finales de la glucólisis anaeróbica (piruvato) o de la beta-oxidación de los ácidos grasos (lípidos) almacenados en el interior del organismo en los adipocitos y de la respiración anaeróbica (ciclo de Krebs y cadena transportadora de electrones) (38, 95).

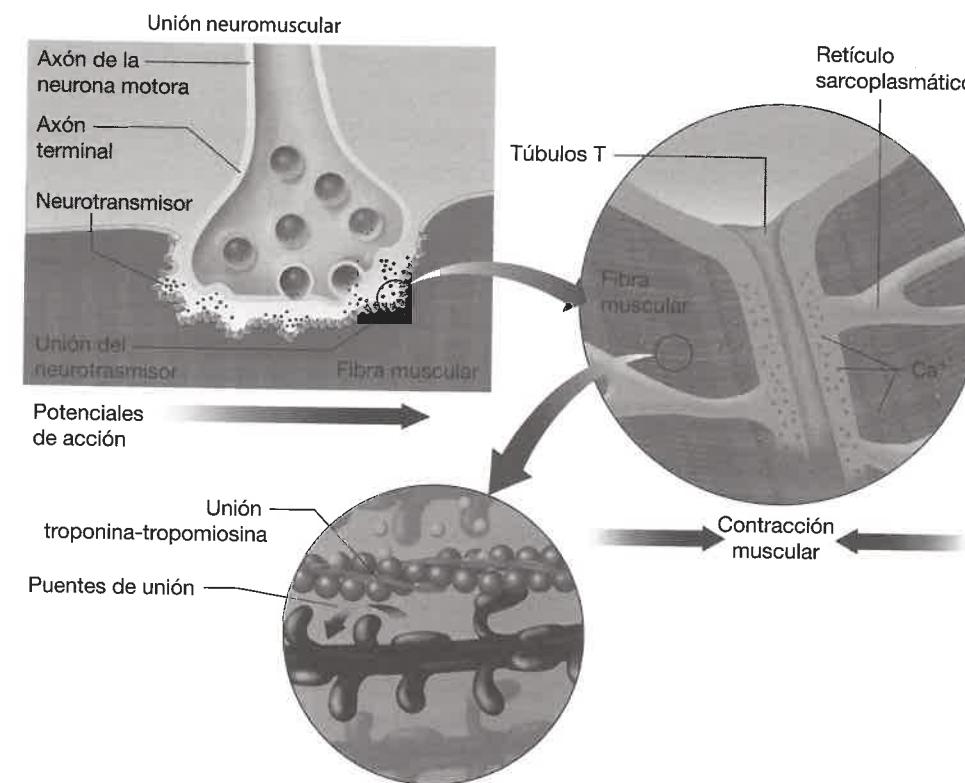
Los procesos de generación de potencia externa parecen comenzar con la fuerza y la contracción muscular (77) (figura 1.1b y 1.1c). Este acortamiento muscular puede dar como resultado un movimiento de nuestros miembros, el que se denomina como trabajo interno y este, en relación con el tiempo, forma la llamada potencia interna (figura 1.1d) (70). El movimiento de nuestras extremidades nos permite generar fuerzas externas (fuerzas aplicadas sobre el terreno u objetos externos a través de nuestros brazos y piernas), lo cual puede provocar un movimiento subsiguiente del centro de gravedad de nuestro cuerpo (CG). El trabajo externo es la generación de fuerza externa por el desplazamiento del CG, y la potencia externa es su relación con el tiempo (figura 1.1e) (52). Esta potencia externa es un posible indicador de rendimiento en las actividades de potencia (por ejemplo, lo rápido que se puede correr o la altura que se puede saltar) (72). En

el caso del fondo, o de las actividades que se realizan repetidamente, la eficiencia mecánica (la relación de energía creada por unidad de tiempo en relación con la potencia externa) puede ser nuestra variable primaria de referencia (45, 63). El componente fundamental para comprender el proceso de generación de potencia comienza con nuestra habilidad para generar fuerza.

## FUERZA

Nuestra capacidad para generar fuerza a partir de un tejido dentro de nuestro organismo es casi un proceso milagroso. El músculo puede considerarse, en algunos aspectos, que es similar a un motor eléctrico, pero en forma molecular (61). Este motor molecular se caracteriza por tomar energía química (ATP) y utilizarla para realizar trabajo mecánico, justamente como un motor eléctrico utiliza la electricidad para llevarlo a cabo, y más específicamente mediante la hidrólisis del ATP, y la eliminación del grupo  $\gamma$ -fosfato, con los cambios subsiguientes en la conformación de la miosina (rotación espacial) (11). Dentro de un único contexto del puente de unión en la interacción actina-miosina, se ha reseñado que la cantidad de fuerza desarrollada es de, aproximadamente, 4 pN (7) la cual, en el contexto de su equivalencia a una masa de 100 kg, podemos cuantificarla en 981 trillones de pN, o 245 trillones de puentes de unión. Esto parece corresponder aproximadamente a 300 moléculas de miosina en cada filamento proteico fino, en el que cada molécula consta de dos cabezas de inserción, que giran entre sí, y se desinsertan en la producción de fuerza (86). Se ha señalado que estos filamentos delgados se ordenan en el músculo formando un esquema de pequeñas unidades funcionales repetidas en el sarcómero. Algunos datos indican que en cada fibra muscular hay de 2.000 a 2.500 sarcómeros por cada 10 milímetros de tejido fibrilar. Dado que los músculos presentan una gran variedad en su longitud, esto evidencia una construcción general de un número masivo de puentes de unión por fibra, por unidad motora y, al final, por músculo (94).

Los mecanismos reguladores de la producción de fuerza pueden ser vitales en la determinación de la cantidad de trabajo realizado por puente de unión y en qué franjas de tiempo se produce. Se han descrito varias combinaciones de mecanismos que determinan la producción de potencia de todo un músculo. Los mecanismos reguladores parecen comenzar en el sistema nervioso así como los potenciales de acción, que son las señales eléctricas que se envían a los músculos (69). Los músculos esqueléticos se descomponen en unidades motoras, las cuales constan de una neurona motora y todas las fibras musculares que esta inerva. El control de los porcentajes de estimulación, o de potenciales de acción por segundo, también denominados porcentaje de codificación, puede ser un componente esencial en la determinación del pico de fuerza y, lo que es más importante para la potencia, del índice de manifestación de la fuerza (IMF) (27, 84). La aparición de mayores porcentajes de estimulación dará como resultado un incremento en los porcentajes



**Figura 1.2** Proceso de la contracción muscular desde el axón terminal hasta la liberación del neurotransmisor en la unión neuromuscular al retículo sarcoplasmático, la liberación de calcio, los puentes de unión actina-miosina y la contracción muscular, como se ha expuesto en el texto.

de fuerza, mediante la sumación de la fuerza de contracción del músculo, la cual, normalmente, se produce como consecuencia de un único potencial de acción (27). Por tanto, la cantidad de estimulación nerviosa que este músculo puede recibir con respecto a otro, puede determinar sus patrones de sumación de los picos de fuerza y del IMF (24).

Los estudios indican que las capacidades inherentes en los seres humanos generan potenciales de acción en el control de la producción de la fuerza, los cuales pueden modificarse a través del entrenamiento (91). Sin embargo, más allá de la visión del porcentaje de codificación, muchos posibles procesos subsiguientes también determinan cuál puede ser la fuerza máxima y el IMF de un músculo. Las otras áreas de regulación pueden incluir las uniones neuromusculares, o sinapsis, en las que se produce la liberación de neurotransmisores y se generan los potenciales de acción a lo largo de la membrana de toda la fibra muscular (26) (figura 1.2). Los estudios muestran que, dentro de la fibra muscular, la liberación y captación del calcio en el retículo sarcoplasmático es un fenómeno que se produce en un

porcentaje controlado y es entrenable en un porcentaje limitado (49). Finalmente, aún podemos tener un factor limitante en términos de la cinética de los puentes de unión (67). Dicho factor puede establecerse por la limitación del porcentaje de los pasos de hidrólisis del ATP, los cambios de conformación de la miosina y los porcentajes de unión y desunión de la cabeza de la miosina con la actina. Por tanto, existen una multitud de consideraciones acerca de cómo se crea la fuerza en el sistema neuromuscular y, por consiguiente, cuánto trabajo se realiza. Nosotros podemos situar esta fuerza en el contexto del desplazamiento que se produce dentro del sarcómero, de la fibra muscular o de todo el músculo.

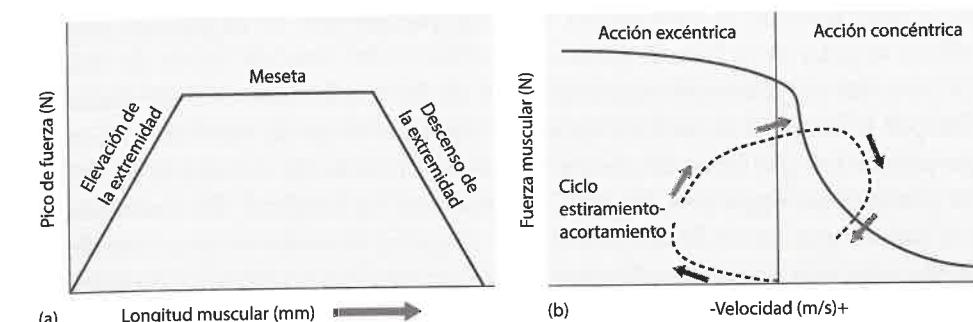
## DESPLAZAMIENTO Y VELOCIDAD

Para poder entender la potencia, es importante comprender los diferentes aspectos del desplazamiento del sistema interno (los puentes de unión, los sarcómeros, las fibras musculares y la totalidad del músculo), sus traslaciones en los aspectos más externos del desplazamiento y la velocidad de las extremidades y, finalmente, de los objetos externos o de todo el cuerpo (figura 1.1c, 1.1d y 1.1e). Comenzando desde la perspectiva interna, los cambios de conformación de la miosina resultan en un sistema de palancas de rotación alrededor de un punto fijo, a través de un ángulo de aproximadamente 70 grados (14). En consecuencia, se le ha denominado como carrera útil, fuerza y desplazamiento (82). Se ha señalado que la cantidad de desplazamiento de la interacción de un único puente de unión es de aproximadamente 5,3  $\mu\text{m}$  (53). Dentro del contexto de una contracción muscular única, la interacción de millones de puentes de unión se traslada a los cambios de longitud del sarcómero y, subsiguentemente, a la de todo el músculo. Se considera que el sarcómero es la unidad funcional más pequeña dentro del músculo esquelético y, con frecuencia, es el punto de partida para el examen de los cambios de la relación fuerza-longitud que existe en el músculo (75). Se ha señalado que su longitud en reposo es de 2,3  $\mu\text{m}$ , cuando se acorta es de 1-1,5  $\mu\text{m}$  y en elongación puede llegar hasta 3,5-4  $\mu\text{m}$ . Parece que los sarcómeros se extienden en serie y, por tanto, el acortamiento de la totalidad del músculo representa el cambio colectivo de la longitud individual de estos. Se han propuesto dos posibilidades en su acortamiento: una es la de asumir que todos ellos lo hagan en la misma longitud dentro del contexto de una contracción muscular única (modelo de segmento-controlado), o la otra opción es que varios sarcómeros se acorten en diferente medida (modelo de extremo-fijo), dando como resultado dos posibles interrelaciones entre fuerza-longitud (75). La variación en el número de sarcómeros en serie también puede influir en la forma y aspecto de la relación fuerza-longitud y, posiblemente, verse influida por el tipo de entrenamiento en el que se está implicado (75). La longitud de todo el músculo cambia durante la contracción entre un rango de 10-20 mm (46).

La producción de fuerza según el rango de los cambios en la longitud muscular no parece ser constante (figura 1.3a). Dichos cambios pueden ser el resultado de los diferentes estados de la superposición miosina-actina y, por tanto, de los diferentes números de puentes y uniones. La producción de fuerza parece que tiene lugar en un esquema hiperbólico de disminución de dicha producción, tanto con una longitud muy corta (línea ascendente de la gráfica) como larga (línea descendente de la gráfica), originándose su producción máxima, posiblemente, en una longitud óptima situada entre estos dos puntos (región de meseta) (75). Esto puede ser debido a un componente de producción de fuerza activa de un músculo causada por las interacciones de los puentes de unión, pero también por la producción de fuerza pasiva, en especial durante su alargamiento, que puede ser resultado del estiramiento de las grandes proteínas estructurales, como la titina, la cual parece que conecta con la miosina en la línea-Z del sarcómero (92). Esta producción pasiva de fuerza (o tensión) debe tenerse en consideración, especialmente durante los ciclos de estiramiento-acortamiento intramusculares que habitualmente se producen durante los movimientos deportivos, como correr o saltar (23).

Para añadir complejidad a esta situación, un componente dependiente de la velocidad puede influir en la producción de fuerza dentro del músculo (figura 1.3b). La producción de fuerza parece disminuir con las acciones musculares concéntricas cuando se incrementa la velocidad de acortamiento que estas requieren (4). Por tanto, un músculo puede no ser capaz de producir la misma fuerza durante una contracción isométrica que cuando lo hace durante una contracción muscular a gran velocidad. Sin embargo, los niveles de producción de fuerza durante la fase concéntrica pueden exceder este esquema estándar durante los ciclos de estiramiento-acortamiento por diferentes posibles mecanismos iniciados durante la fase excéntrica, como el reflejo de estiramiento, la energía elástica almacenada (es decir, la titina) y la potenciación de los puentes de unión (32).

La fase excéntrica de la relación fuerza-velocidad parece que es completamente opuesta a lo que ocurre con el incremento de velocidad; la producción de fuerza tiende a incrementarse hasta un determinado nivel y, a continuación, se produce una meseta o disminución durante las velocidades excéntricas extremadamente elevadas (elongación muscular activa) (54). Esto se debe a que la fuerza puede generarse de dos modos distintos durante las acciones musculares concéntricas versus las excéntricas. La producción de fuerza concéntrica puede estar causada por el giro de los puentes de unión y los esquemas de unión-separación como resultado de la hidrólisis del ATP, como se señaló antes. La producción de fuerza durante las acciones musculares excéntricas ocurre por las desinserciones forzadas de las cabezas de la miosina de la actina como consecuencia de la elongación inducida por la tensión del músculo. Este es el motivo por el que las acciones musculares excéntricas han sido relacionadas con el daño muscular secundario producido por la desinserción forzada de las cabezas de miosina y también por la elongación excesiva de las proteínas estructurales (74).



**Figura 1.3** (a) La fuerza muscular varía en función de la longitud, incrementándola (ascendiendo la extremidad), a continuación una región de meseta a la que sigue una disminución de la fuerza (descendiendo la extremidad) en una posición de alargamiento; (b) La fuerza muscular durante una acción muscular concéntrica, excéntrica y del ciclo estiramiento-acortamiento.

Otro factor que puede determinar la relación entre el sarcómero, o fibra muscular, y la producción de fuerza relativa en relación con la velocidad de la contracción es el esquema de la disposición relativa de la fibra muscular dentro de la unidad músculo-tendinosa (31). La mayor parte de los músculos parece que tiene un diseño pennado, en el que la fibra muscular está dispuesta en ángulo con respecto al eje del tendón, entre los puntos de origen e inserción del músculo (ángulo de pennación). Este fenómeno responde a dos propósitos. Primero, permite un incremento del área de sección transversal de las fibras musculares dentro de un espacio confinado, denominada como área fisiológica de sección transversal. Segundo, la pennación también ocasiona una relación de transmisión anatómica, que es la relación entre la velocidad de acortamiento de la fibra muscular (o desplazamiento) en relación con la del acortamiento de todo el músculo (o desplazamiento) (6). Se ha descrito que, en un diseño pennado, la velocidad de acortamiento de todo el músculo excede la velocidad de acortamiento de la fibra muscular en función de la cantidad de pennación (ángulo de pennación). La relación de transmisión anatómica de un músculo puede basarse en los cambios en su ángulo de pennación, dependiendo de la longitud de todo el músculo y la cantidad de tensión intramuscular. El beneficio fundamental de esta variable anatómica puede ser que amplíe el rango de velocidad de acortamiento (a velocidades más elevadas), en el cual el músculo puede producir niveles significativos de fuerza (13). Tanto el área de sección transversal fisiológica como la relación de transmisión anatómica pueden influirse independientemente por el tipo de entrenamiento que realice un atleta (1).

Al final, el proceso de acortamiento de todo el músculo provoca el resultado de un movimiento común basado en la orientación del origen y del punto de inserción de sus tendones (43). Tanto el origen como la inserción muscular también pueden desempeñar una función en la cantidad de desplazamiento angular

y en la velocidad de la extremidad correspondiente (8). El ángulo de torsión (el efecto angular de la fuerza) parece ser producto del nivel de fuerza de todo el músculo y sus correspondientes momentos de fuerza. El momento de fuerza se define por la longitud de la línea recta que va desde el eje de rotación a un punto perpendicular a la línea de acción (la extensión artificial del vector de fuerza de la contracción respectiva de todo el músculo). La longitud del momento de fuerza parece que está influida tanto por el origen y el punto de inserción de un músculo concreto como por el ángulo articular en el que tiene lugar una actividad específica (2). Los diversos músculos del cuerpo tienen diferentes puntos de origen e inserción, y lo más probable es que la mayoría estén dispuestos según sus requerimientos funcionales dentro del contexto de su articulación específica. Pros y contras pueden asociarse con el origen más distal o más proximal de la localización de la inserción (75). Por ejemplo, un origen o inserción más distal puede incrementar la producción de fuerza angular pero con un rango más limitado de movimiento articular. A su vez, una localización más proximal puede producir menos ángulo de torsión pero un mayor espectro de producción a fuerzas angulares con un rango mayor de movimiento articular. El otro aspecto de la localización distal es que la velocidad de la contracción de todo el músculo puede necesitar ser mayor para provocar un movimiento más rápido de la porción más distal de una extremidad, como la mano o el pie (75). Una localización más proximal puede generar la condición opuesta. Por tanto, esto puede influir posiblemente en la velocidad del segmento, en términos de sus interacciones con los objetos externos, como un balón o el propio terreno, y también en la cantidad de fuerza aplicada a estos objetos (3, 81). Y este puede ser el aspecto más importante de los conceptos del desplazamiento y velocidad cuando se aplican al desplazamiento del CG y a la velocidad de todo el cuerpo.

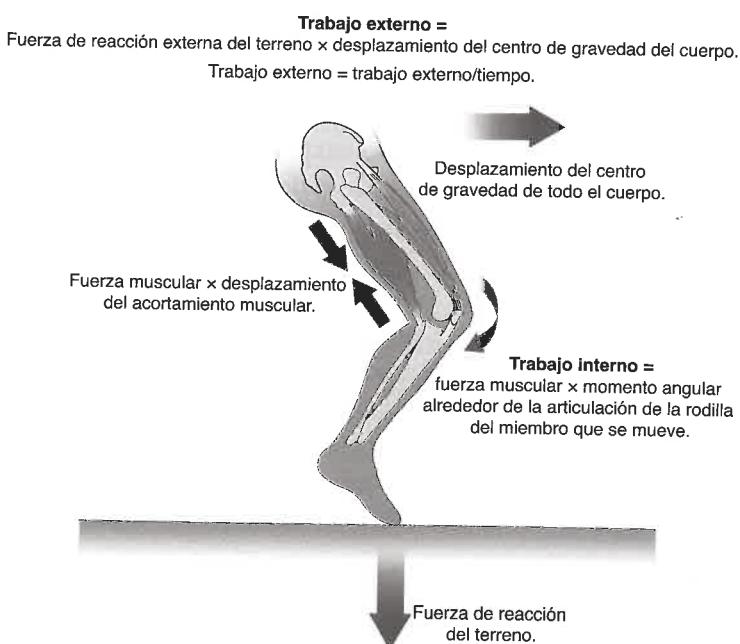
Esto, en esencia, es lo que se considera como rendimiento deportivo, en la acepción de desplazamiento o velocidad del cuerpo en dirección vertical u horizontal (es decir, saltar y correr). Por ejemplo, el desplazamiento vertical del CG del cuerpo representa la altura de salto del deportista, y la velocidad horizontal del CG representa la velocidad de carrera (30, 40). Los rendimientos deportivos pueden derivarse a partir del desplazamiento interno y la capacidad de velocidad de los puentes de unión de los sarcómeros, de las fibras musculares, de la totalidad del músculo, de los movimientos articulares y, después, nuestros valores externos de implicación en relación con el desplazamiento y velocidad del CG del cuerpo (40). Los niveles externos de la producción de fuerza, con frecuencia denominados fuerzas de reacción del terreno (FRT), pueden determinar las características del desplazamiento y la velocidad del CG. Por eso, la fuerza, el desplazamiento y el tiempo pueden combinarse para determinar la producción de potencia. Sin embargo, antes de pasar directamente a la potencia, debemos situar la fuerza y el desplazamiento en el contexto del trabajo (fuerza × desplazamiento).

## TRABAJO Y TIEMPO

Como se mencionó previamente, el objetivo del motor molecular es convertir la energía química para realizar un trabajo mecánico (producción de fuerza y desplazamiento) (29). Esta es la ruta útil. La producción de fuerza puede ser producto de la interacción de los puentes de unión y del deslizamiento subsiguiente (o desplazamiento) de la actina, la cual da como resultado un acortamiento del sarcómero, que provoca un acortamiento de la fibra muscular y, finalmente, el de todo el músculo y, por tanto, produce un trabajo mecánico (10). Se ha señalado que la interacción miosina-actina produce aproximadamente 20-50 kJ/mol de energía libre, lo cual se asume que se traduce como trabajo útil (ruta útil) (51). Un aspecto importante de la utilización de la energía libre fruto de la interacción de los puentes de unión, es la relación entre esta y la cantidad subsiguiente de trabajo mecánico que se realiza en ese momento (29, 51). Esta relación se ha descrito como la eficiencia mecánica del sistema. También podemos considerar la energía libre a partir de la interacción de los puentes de unión como resultado de la hidrólisis del ATP. Como ya se dijo, el ATP se forma en el organismo a través de mecanismos fundamentales de procesamiento de carbohidratos y lípidos. Hasta cierto punto, la producción de energía (ATP) puede estar determinada por los cambios de la concentración de lactato (el piruvato generado a partir de la glucólisis anaeróbica), y también por la cantidad del oxígeno transportado al interior del organismo (respiración aeróbica, ciclo de Krebs, cadena de transporte de electrones) (28, 55). El lactato puede medirse en sangre y el consumo de oxígeno puede cuantificarse monitorizando la cantidad que penetra en el organismo ( $VO_2$ ) (35). Un modo de calcular el consumo de energía (ATP) es medir la cantidad de oxígeno inspirado y expresarlo en cierto nivel de gasto energético como 20,202 J/L de oxígeno (28). Los niveles de lactato en sangre utilizados como estimación del consumo de energía son  $60 \text{ J} \times \text{masa corporal} \times \Delta \text{ de lactato en sangre}$  (79).

El otro aspecto para calcular la eficiencia mecánica es el trabajo mecánico realizado. Con la tecnología actual, puede que no sea posible calcular el trabajo a nivel muscular de un atleta. Para ello, se han utilizado modelos *in vitro* de preparaciones de una célula muscular aislada o de todo el músculo (90). Sin embargo, en un nivel funcional más elevado, algunas investigaciones han determinado, o calificado, el trabajo interno como la sumación de los movimientos individuales de los segmentos corporales como reflejo de los procesos de las contracciones de todos los músculos junto con sus respectivas articulaciones (76) (figura 1.4). Estos procesos implican suposiciones, y el procedimiento se produce a través de una serie de análisis que dan la pista de movimientos de segmentos corporales a través de la videografía y las medidas de FRT. Los cambios de energía, y por tanto, del trabajo interno, son una medida de cambios colectivos en el potencial y la energía cinética de los componentes del sistema (segmentos corporales) (93).

Otra forma de evaluar el trabajo externo (5, 16, 17, 87) es la sumación de los cambios en las energías potencial y cinética del CG del cuerpo. Para los propósitos de evaluación de la eficacia mecánica en términos de rendimiento deportivo, las medidas del trabajo externo pueden ser más prácticas y más relevantes para el rendimiento deportivo. Por tanto, los aspectos más significativos del rendimiento atlético pueden estar en la relación entre el consumo de energía (lactato y  $\text{VO}_2$ ) y el trabajo externo. En la literatura se ha señalado que esta relación puede ser un fenómeno entrenable y tener un impacto en el rendimiento deportivo (55, 56, 65), en especial en lo que respecta a las capacidades para producir trabajo en relación con el tiempo (potencia) en las actividades asociadas con el fondo (47). El cálculo del trabajo externo también puede tener una gran significación para el rendimiento deportivo en términos de comprensión de la importancia de la potencia (52). Muchos estudios han examinado la relación entre la potencia y el rendimiento (ver capítulo 2). A lo que estos estudios parecen referirse es a la realización del trabajo por el CG en relación con el tiempo. Estas medidas se han calculado a partir del FRT (medidas en las plataformas de fuerza) durante los saltos y la carrera (33, 50). Por eso, la capacidad del atleta para modificar las energías cinética y potencial (trabajo) puede ser importante en la comprensión de cómo mejorar estas variables con respecto al tiempo, provocando un incremento de la potencia (59).



**Figura 1.4** Fuerza muscular y acortamiento, trabajo interno, trabajo externo y potencia externa.

## POTENCIA

La potencia se define como el porcentaje del trabajo realizado, y es producto de la fuerza y el desplazamiento. Otro modo de definirla es la cantidad de fuerza producida durante una actividad a una velocidad dada. Como se mencionó previamente, la interacción miosina-actina (puentes de unión) se ha referido como *ruta útil de trabajo*. Otro término común, y puede ser más relevante, es el de *ruta útil de potencia* (34). La potencia es la culminación de todas las variables descritas previamente: la fuerza, el desplazamiento y el tiempo. Estas 3 variables pueden ser la esencia de lo que define al rendimiento deportivo, motivo por el que se han investigado extensamente, tanto por científicos como por entrenadores (37, 57, 58). Se ha señalado que los esquemas de movimientos balísticos o semi-balísticos, como la sentadilla con salto y la cargada de potencia, pueden obtener mayores resultados de potencia en comparación con la sentadilla con carga elevada (más del % de 1RM) (22, 39, 64). Aunque la sentadilla con carga exige una fuerza relativa elevada, su velocidad de movimiento es menor que la de la sentadilla con salto o la cargada de potencia. Posiblemente, esta menor velocidad es la que determina los valores más bajos de potencia (22, 64).

Las actividades que se hacen a velocidad muy elevada también parecen que desarrollan menores niveles de potencia, debido a que la fuerza podría ser menor, según nuestra exposición previa de la relación fuerza-velocidad en el músculo. Sin embargo, una condición de velocidad muy elevada (suficiente como para limitar significativamente la potencia) no suele producirse de forma natural en los movimientos humanos, a no ser que se realicen en entornos de gravedad cero o micro-gravedad (18). Se ha reseñado que correr y saltar en el entorno terrestre provoca unos resultados relativamente elevados de potencia, ya que debemos mover nuestro propio cuerpo con el fin de correr o saltar contra la fuerza de gravedad (nuestro propio peso) (18, 66, 78). Esto significa que pueden darse simultáneamente circunstancias de niveles moderados de velocidad y de fuerza, como se refleja, por ejemplo, en los datos obtenidos en la sentadilla con salto utilizando la masa corporal (22, 48). Este es un concepto interesante que se presentó inicialmente en un estudio sobre el salto en un entorno que simulaba gravedad cero o micro-gravedad (18). Si realizas una sentadilla máxima, la producción de potencia es baja (fuerza elevada, baja velocidad). Si saltas o corres sobre la tierra, tu potencia parece ser elevada (fuerza moderada, velocidad moderada), pero si saltas sobre la luna, tu potencia será baja (fuerza baja, alta velocidad). Esta relación hiperbólica puede ayudar a establecer conceptos de dónde y por qué se produce la potencia en el movimiento humano y cómo entrenarla con el fin de maximizar el rendimiento deportivo.

## Importancia de la potencia

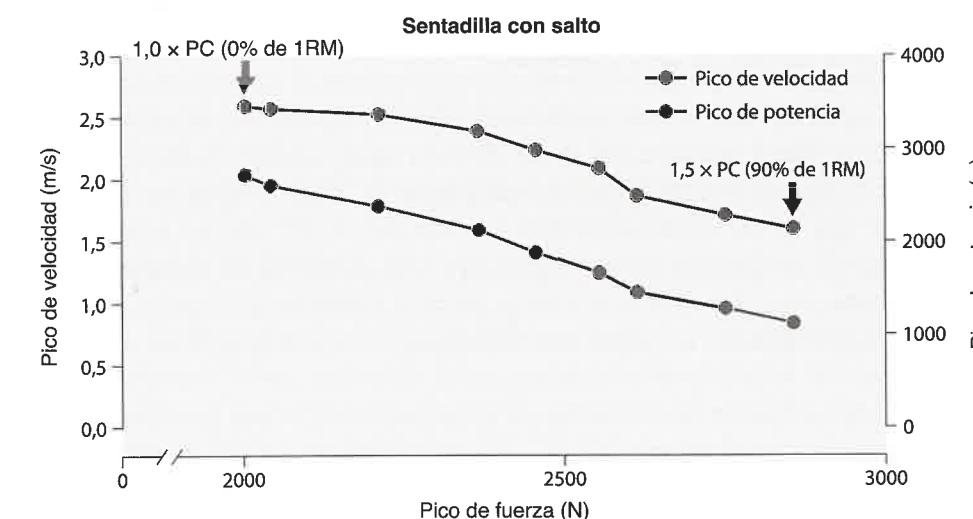
La potencia puede ser una cualidad esencial para correr rápido y saltar alto. La capacidad de un organismo para generar potencia puede ser producto de su evolución en el contexto del entorno en el cual evoluciona (la gravedad, la presión atmosférica, etc.) (18, 66, 78). Para los humanos, esto puede traducirse en la evolución del cuerpo en el contexto del campo de gravedad de la tierra. Parece que si un atleta desea saltar alto y correr rápido, debe generar fuerza máxima mediante un desplazamiento rápido en un periodo corto de tiempo (39, 78). Además, ha de hacerlo moviendo su propia masa corporal contra la gravedad. La propia masa corporal es una fuerza que debe superarse para generar potencia. Por tanto, el puente de unión, la fibra muscular, la totalidad del músculo, el movimiento articular y la FRT pueden optimizarse en el contexto de esta disposición ambiental (12, 41, 42, 67).

Es interesante que el concepto de producción de fuerza máxima, velocidad y potencia, pueda observarse a partir del nivel de la fibra muscular individual, de todo el músculo, de la articulación y, finalmente, de todo el cuerpo en sí mismo (67, 73). La capacidad de producción de potencia puede ser el resultado de la fuerza máxima que el sistema pueda producir. Como se mencionó previamente, esto puede incluso devolvernos el propio motor molecular. Se ha señalado que la hidrólisis del ATP produce energía libre y, por tanto, trabajo mecánico, todo ello en el contexto de un cierto tiempo. Sin embargo, se debe recordar que la producción de fuerza, tanto si es en un puente de unión único como si es de todo el músculo, ha de situarse en el contexto en el que la capacidad de producción de fuerza máxima del sistema está especialmente relacionada con la velocidad. Esto se debe a que la potencia es producto de la fuerza y la velocidad y, por tanto, la intersección óptima entre estas dos variables puede darnos el conocimiento de cómo se produce la potencia y cómo puede optimizarse (60, 73).

## Potencia máxima

El examen de la fibra muscular aislada indica que la potencia máxima exhibida puede corresponder al 15-30% de su capacidad de fuerza máxima (35). Esto también puede trasladarse a la totalidad del músculo (42, 68). Incluso aún es más asombroso que pueda trasladarse a la producción de fuerza de todo el cuerpo (41, 68). Si un atleta pesa 841 N (85,8 kg), y puede generar 1.647 N (167,9 kg) de fuerza máxima con las piernas en dirección vertical, entonces la carga externa con la que el atleta puede crear la mayor potencia vertical (sentadilla con salto) será el 33,8% de su valor total  $[(841 \text{ N} + 1647 \text{ N}) \times 33,8\%]$  igual a 840,9 N]. La respuesta a esta ecuación es 840,9 N, que es aproximadamente el peso del atleta y el 33,8% del valor total (2488 N), lo cual es similar al valor del 15-30% de la producción de fuerza máxima que señalan los estudios sobre la fibra muscular aislada (35, 71). Esto significa que los deportistas pueden generar la mayor parte

de su potencia cuando están moviéndose con una carga aproximadamente igual a su propio peso corporal (18, 20, 22, 25, 62, 64) (figura 1.5). Parece que cuando se incrementa la carga del atleta que entrena (1,0-1,5 × PC) el pico de fuerza se incrementa con la disminución coincidente del pico de velocidad y el pico de potencia (64). Esto se debe a que el entrenamiento de la potencia balística (por ejemplo, sentadilla con salto) se caracteriza por trabajar con menores resistencias (pico de potencia elevado) y el entrenamiento de la fuerza por hacerlo con resistencias más elevadas (pico de fuerza elevado) (85). Esta relación parece que se modifica ligeramente cuando se utiliza la sentadilla (no-balística) o la cargada de potencia (semibalística) como modalidad del entrenamiento de la potencia (22, 85) en la que la carga es mayor y se expresa como porcentaje del peso que el atleta levanta (el peso de la barra o una repetición máxima [1RM]). En el caso de la sentadilla, puede ser el 56% de 1RM y la cargada de potencia el 80% de 1RM (22, 64, 85). En ocasiones, las expresiones de carga son diferentes entre la sentadilla con salto y la sentadilla o la cargada de potencia. La carga para una sentadilla con salto, como se discutió previamente, está en el contexto de utilización del peso del atleta (PC) como carga ( $1,0 \times \text{PC}$ ), o el peso del atleta además de cierta carga externa adicional ( $1,5 \times \text{PC}$ ). La carga para la sentadilla o la cargada de potencia, se sitúa, normalmente, en el contexto de cuánta carga hay en la barra que el atleta levanta (1RM). En la figura 1.5, la carga de  $1,0 \times \text{PC}$  equivaldría a 0% de 1RM, o sin carga externa. Una carga de  $1,5 \times \text{PC}$  podría equivaler (si la masa del atleta es de 81 kg y la 1RM de la sentadilla es de 138 kg, por ejemplo) al 90% de 1RM ( $1,5 \times 81 \text{ kg} = 122 \text{ kg}$ ,  $122 \text{ kg} / 138 \text{ kg} = 0,90$ ). Se puede ver que en la sentadilla



**Figura 1.5** Pico de fuerza, velocidad y potencia, realizando sentadillas con salto con diferentes cargas, desde  $1,0 \times \text{PC}$  (0% de 1RM) a  $1,5 \times \text{PC}$  (90% de 1RM).

con salto puede utilizarse una intensidad mucho más baja (carga) (0% de 1RM), y en la sentadilla (56% de 1RM), y en la cargada de potencia (80% de 1RM), una intensidad mucho más elevada (carga) para alcanzar el pico de potencia (22, 85).

## CONCLUSIÓN

Los atletas deben mover su propio peso corporal cuando saltan y corren. Debido a que el salto, la carrera y la mayoría de las actividades que se ejercen sobre terrenos de juego suelen ser balísticos de por sí, parecen verosímiles los conceptos identificados por las investigaciones utilizando los modelos de sentadilla con salto en términos de fuerza, velocidad y potencia. Por tanto, cuando un atleta salta o corre con su peso corporal, posiblemente podría considerarse como un entrenamiento de la potencia (es decir,  $1,0 \times PC$  o 0% de 1RM). Realizar sentadillas o cargadas de potencia puede complementar la potencia desarrollada por el salto y la carrera, posiblemente utilizando cargas más elevadas que las anteriormente mencionadas (56% de 1RM u 80% de 1RM, respectivamente).

Las investigaciones han indicado que entrenar con una carga que maximice la potencia puede provocar sus mayores mejoras significativas (89); por tanto, utilizar cargas apropiadas para cada ejercicio puede ser una consideración importante en la programación. Además, parece que, en general, entrenar con cargas múltiples puede ser ideal para mejorar la potencia muscular y la velocidad a través de todo el espectro fuerza-velocidad (21, 88). La potencia puede ser la esencia en la cual nosotros maximizamos el rendimiento del deportista. La información que se aporta en este capítulo, desde el nivel molecular hasta el contexto del salto y la carrera, proporciona algunas evidencias que apoyan tales exigencias. Nosotros utilizamos nuestro cuerpo y corremos, saltamos, nadamos, cabalgamos y escalamos. Esto es la naturaleza de la potencia.

# Evaluación de la potencia

Sophia Nimphius,  
PhD, CSCS. \*D

**L**a potencia se ha convertido en uno de los aspectos más comúnmente debatidos del rendimiento humano dentro de la literatura de la fuerza y el acondicionamiento. Sin embargo, la medición de la potencia y la utilización coloquial del término *potencia* han provocado que se haya utilizado e interpretado equivocadamente (22, 36). Uno debería comprender su verdadera definición y el contexto apropiado al utilizar el término *potencia* antes de evaluarla (ver capítulo 1). En la literatura de la fuerza y el acondicionamiento, la potencia se ha medido a través de una serie de modos (por ejemplo, isocinéticos, iniciales y balísticos) utilizando diferentes cargas y mediante diferentes ejercicios (10, 24). Por lo general, todos estos test y medidas se realizaron en un esfuerzo por describir el rendimiento humano. Sin embargo, uno siempre debe ser consciente de que, con frecuencia, los métodos tradicionales de medición de la producción de potencia se han llevado a cabo durante esfuerzos repetidos máximos a lo largo de una distancia o durante un cierto periodo de tiempo, como el test de subir escaleras o el test de potencia Wingate (31).

Más recientemente, la producción de potencia se ha comenzado a medir, conjuntamente con la fuerza y el acondicionamiento, durante los ejercicios balísticos, por lo general integrados como actividades de lanzamiento y salto que permiten al deportista acelerar tanto el implemento como el cuerpo en todo su rango de movimiento (1, 24). En sí mismos, los ejercicios balísticos no son actividades exclusivamente de potencia, sino que tienden a ser acciones en las que esperamos que la potencia mecánica externa, o los sistemas de potencia, sean de mayor valor que otras producidas a velocidades más bajas. La variable más común que se mide durante estos ejercicios balísticos es la potencia neta del sistema, que ha mostrado ser una representación de la sumación del esfuerzo combinado del conjunto de potencias del individuo (25, 32). Tal medida tiene ventajas prácticas (por ejemplo, el tiempo, el equipamiento, el coste) que superan las evaluaciones directas de las de dicho conjunto.

Es importante comprender que la potencia es una medida y es equivalente de las medidas típicas del rendimiento del deportista (por ejemplo, el tiempo de un esprint o la altura de un salto vertical). Por ejemplo, la utilización de la potencia

como medida de rendimiento en el salto es inadecuada (22) debido a que, en este caso, la diferencia que se explica entre el sistema de potencia y el rendimiento no es mayor ni en el atleta ni en la deportista (27, 29). Sin embargo, dos individuos con la misma altura de salto (rendimiento), pero con diferentes magnitudes de potencia, proporcionan información adicional acerca de los procesos del rendimiento del salto. Este capítulo explica en términos generales los factores fundamentales para comprender cuándo medir un sistema de potencia dentro del contexto de la fuerza y el acondicionamiento. El capítulo se ocupa de la definición de la potencia, el cálculo de la potencia, la validez y la confianza de su evaluación habitual directa (basada en el laboratorio) e indirecta (basada en el campo), y de los ejemplos de interpretación de datos a partir de los recogidos durante las evaluaciones balísticas comunes.

## DEFINICIÓN DEL TÉRMINO POTENCIA EN LA FUERZA Y EL ACONDICIONAMIENTO

La utilización coloquial del término potencia conlleva tradicionalmente una mala interpretación. (22, 36). Por definición, la potencia es la cantidad de trabajo realizado. La unidad de medida del trabajo es el julio y la de la potencia es el vatio (W), el cual se define como un julio por segundo. Con frecuencia, los entrenadores indican que los deportistas son potentes describiendo sus movimientos cuando estos se producen con velocidad elevada con relación a la fuerza que deben producir, o con la carga que se debe superar, durante el movimiento. Por tanto, los movimientos que se producen a velocidades más lentas por las cargas externas que han de moverse (por ejemplo, otro jugador durante un placaje o una sentadilla con salto lastrada), aún pueden describirse como potentes puesto que la velocidad es relativamente alta en relación con la fuerza requerida o la masa que está acelerándose. Igualmente, el uso coloquial del término potente ha perdido significado con respecto a la definición matemática de potencia. Las siguientes ecuaciones, asociadas con la potencia y el trabajo, pueden organizarse de muchas formas para deducir las diferentes ecuaciones de potencia.

$$\text{Potencia (W)} = \frac{\text{trabajo (J)}}{\text{tiempo (s)}}$$

Debido a que el trabajo es producto de la fuerza y el desplazamiento, su sustitución conduce a la siguiente ecuación:

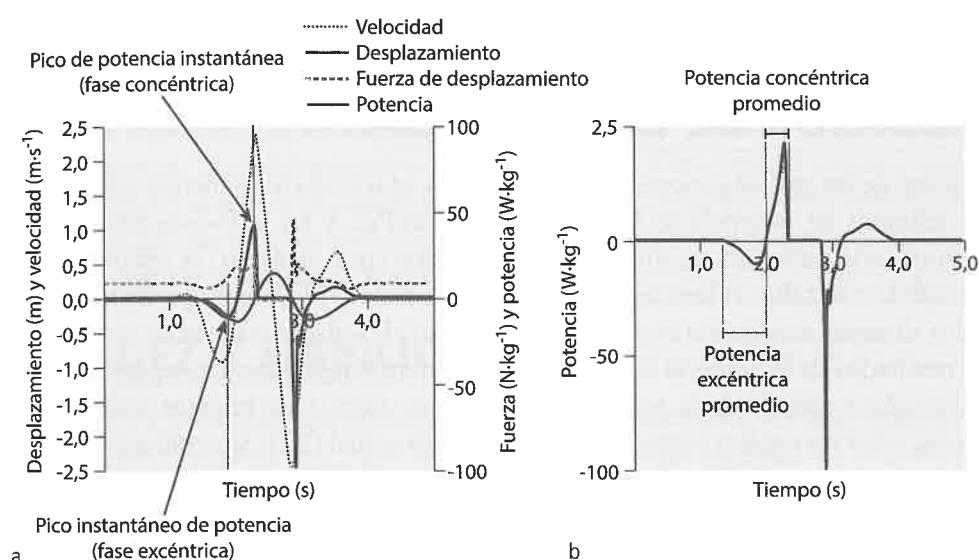
$$\text{Potencia (W)} = \frac{\text{fuerza (N)} \times \text{desplazamiento (m)}}{\text{tiempo (s)}}$$

Simplificando aún más (debido a que velocidad = desplazamiento ÷ tiempo), de nuevo podemos modificar la ecuación obteniendo la que comúnmente utilizan los

entrenadores de la fuerza y el acondicionamiento como ecuación de potencia:

$$\text{Potencia (W)} = \text{fuerza (N)} \times \text{velocidad (m/s)}$$

Además, la potencia puede ser expresada como promedio sobre el tiempo y el movimiento, designando la potencia promedio del sistema ( $P_{\text{promedio}}$ ), o como el pico más elevado de la potencia instantánea del sistema ( $P_{\text{pico}}$ ). Como tal, la  $P_{\text{promedio}}$  siempre será de un valor más bajo y representará la potencia a través de todo el movimiento, mientras que la  $P_{\text{pico}}$  es la potencia durante el punto de tiempo discreto más elevado (figura 2.1). Por ejemplo, se describió que la  $P_{\text{promedio}}$  durante un contramovimiento fue de 765 W, mientras que la  $P_{\text{pico}}$  alcanzó 5.014 W (4).



**Figura 2.1** Representación del salto con contramovimiento, cuya representación gráfica coincide con la posición de pie estática, la bajada durante el contramovimiento y, a continuación, la extensión antes del despegue. (a) Se indican el desplazamiento, la velocidad, la fuerza y la potencia versus el tiempo con el pico de potencia, durante las fases excéntrica y concéntrica del salto. Note que el tiempo en el que se produce el pico de potencia no es el mismo que en el que se producen el pico de velocidad y el pico de fuerza. (b) Potencia versus tiempo, con la indicación que comprende las fases completas excéntricas y concéntricas. El comienzo y el final de cada fase se describen ampliamente en el texto.

La tendencia actual en el entrenamiento de fuerza y acondicionamiento para medir y registrar la  $P_{\text{promedio}}$  o la  $P_{\text{pico}}$  ha conducido al desarrollo de la evaluación balística (por ejemplo, el lanzamiento en *press de banca* y el salto) (24). Durante las evaluaciones balísticas, muchas veces la potencia se calcula para comprender el perfil fuerza-velocidad del atleta. Sin embargo, se debería comprender que la

evaluación balística no debe considerarse como medida de potencia. En lugar de ello, se puede medir la  $P_{\text{promedio}}$  o la  $P_{\text{pico}}$  durante estas actividades balísticas. En efecto, el sistema de potencia puede medirse técnicamente durante cualquier actividad, excepto en aquellas que sean isométricas, en las que la velocidad es cero y, por tanto, la potencia es cero. Además, cuando medimos la potencia, es fundamental describir meticulosamente los métodos de medición (que se tratan en la siguiente sección) con el fin de que el resultado pueda ser interpretado dentro del contexto correcto. También deben señalarse otras variables, como la fuerza y la velocidad, ya que la potencia es una construcción mecánica de fuerza y velocidad (23). Por tanto, para interpretar correctamente la potencia como variable de medida, se debe comprender la combinación de los cambios de la fuerza y la velocidad que modifican la medición de la producción de potencia (ver capítulo 1, y secciones siguientes, sobre las ventajas e inconvenientes de la evaluación de la potencia).

## MEDICIÓN DE LA POTENCIA

Muchas de las investigaciones sobre la fuerza y el acondicionamiento que miden los sistemas de potencia se han centrado en la  $P_{\text{pico}}$  y en la  $P_{\text{promedio}}$  producidas durante una variedad de movimientos aislados (por ejemplo, la sentadilla, la sentadilla con salto, el lanzamiento del *press de banca*) (22), en lugar de los generados durante movimientos continuados, como el ciclismo o el remo, en los que los resultados de la potencia se miden en los esfuerzos repetidos. Un reparo sobre la utilización y cálculo de la potencia solo durante estos movimientos aislados, es que su valor no explica o predice el rendimiento actual (22). Sin embargo, lo que puede ser interesante para muchos entrenadores es el cambio en la  $P_{\text{pico}}$  o la  $P_{\text{promedio}}$ , el cual puede reflejar las adaptaciones al entrenamiento cuando se interpreta conjuntamente con otras variables, como la fuerza o la velocidad, o las propias del rendimiento, como la altura de salto. La figura 2.1 muestra la curva producida durante un movimiento balístico común, un salto con contramovimiento.

La figura 2.1 proporciona la información necesaria para comprender la relación entre la medición de las variables comunes (desplazamiento, velocidad y fuerza) y la variable derivada de la potencia. Para comprender cómo se relaciona en la figura los aspectos del salto, considere la curva de desplazamiento (figura 2.1) e imagine que representa a un atleta en las fases de preparación/bipedestación, el descenso, el salto, el alcance de la altura máxima, el aterrizaje (después de la absorción) y la de retorno a la bipedestación. Comprendiendo dichas fases del salto con relación a la curva de desplazamiento, será más fácil considerar la fase excéntrica versus la concéntrica con respecto a la potencia o cualquier otra variable. Además, este atleta particular tiene dos picos en la curva de fuerza (figura 2.1) antes del despegue. El primero representa la fuerza ejercida para frenar el descenso del cuerpo durante el contramovimiento, mientras que el segundo

refleja la fuerza dinámica máxima en la que el deportista suma las fuerzas de la cadera, la rodilla y el tobillo durante la fase concéntrica del salto. Tal comprensión puede aplicarse en los saltos balísticos lastrados, así como también en los lanzamientos de *press de banca*, que incluyen un contramovimiento.

## Fase excéntrica y concéntrica

Con frecuencia, las fases del salto se describen en sus distintas partes con cambios negativos o positivos de desplazamiento (6). La fase excéntrica del salto (contramovimiento) tiene una  $P_{\text{pico}}$  y  $P_{\text{promedio}}$  negativas y comienza cuando la fuerza inicia su disminución (figura 2.1). Esta finaliza cuando la velocidad pasa de negativa a positiva (cruzando el cero). Simultáneamente, esto indica el comienzo de la fase concéntrica, que termina tras el despegue o cuando la fuerza es cero (19).

Para obtener la curva de potencia que se muestra en la figura 2.1, se debe multiplicar los datos de fuerza y velocidad en cada caso. En la figura 2.1b, se ha aislado la curva de potencia en la que las partes de la curva de potencia se han utilizado para calcular los valores y niveles promedio concéntrico y excéntrico de la potencia. El cálculo efectivo de la potencia es relativamente simple cuando la velocidad y la fuerza se miden directamente; sin embargo, como se discutirá, pueden utilizarse muchos métodos de medición para derivar la curva de potencia con sus propias ventajas y desventajas.

## VALIDEZ Y FIABILIDAD

La validez y fiabilidad son conceptos no solo cruciales para los test en general, sino también importantes para la comprensión de las medidas de la potencia del sistema. La potencia producida a partir de una variedad de test físicos de rendimiento se ha revisado extensamente en la literatura desde una perspectiva de validez y fiabilidad (5, 13, 17, 24, 33). La validez puede describirse como el modo en que un test mide realmente los criterios de rendimiento que pretende medir, mientras que la fiabilidad es la capacidad para reproducir sus resultados repetidamente o la consistencia de sus medidas (17). Antes de evaluar la validez, una medida debe ser fiable para ser digna de confirmar su validez. Se considera que todas las medidas de potencia presentadas en este capítulo tienen una fiabilidad aceptable. Sin embargo, con respecto a su validez, las medidas de potencia que se consideran en este capítulo se dividen en medidas de sistemas de potencia directas (más válidas) e indirectas (menos válidas). Cuando se intenta obtener una medición válida y fiable de la potencia, incluso utilizando medidas directas, todos los métodos no son iguales y el elegido puede afectar a la validez y fiabilidad de la medida.

Las variables que deben controlarse y tenerse como constantes para incrementar la validez del test incluyen:

- El equipamiento del test y su método de cálculo.
- Las instrucciones al deportista.
- La hora del día.
- El estado de fatiga del deportista y su familiaridad con el protocolo del test.
- La experiencia del deportista o el estatus de entrenamiento.
- La temperatura ambiente durante el test.
- El protocolo de calentamiento antes del test.
- El orden de los test (si se realizan también otros test diferentes).

Cuanto más controlado sea el entorno del test, más elevada será su fiabilidad, lo cual influye en los cambios significativos más pequeños que se requieren antes de determinar una mejora en el rendimiento. En otras palabras, incrementar la fiabilidad de las medidas mejora su precisión, permitiendo al entrenador que identifique los cambios más pequeños en el rendimiento del deportista. Estadísticamente, estos cambios significativos más pequeños pueden calcularse multiplicando por 0,2 las desviaciones estándar de esa variable de rendimiento (16). En términos prácticos, esto quiere decir que los cambios de magnitud más pequeños que pudieran ocurrir se considerarían significativos (16).

## MEDIDAS DE POTENCIA DIRECTAS E INDIRECTAS

Se ha prestado un gran interés en la evaluación de la potencia durante las actividades balísticas en las investigaciones y en la práctica de la fuerza y el acondicionamiento; por tanto, las descripciones que siguen sobre la evaluación de la potencia se centrarán en la que concierne a dichas actividades balísticas. Sin embargo, hay que reconocer que, con frecuencia, los resultados de potencia mecánica se miden utilizando una serie de test diversos, como los realizados en el cicloergómetro (por ejemplo, el test de Wingate). Además, la potencia se ha medido a través del rendimiento de los levantamientos olímpicos y sus derivados, pero dada la naturaleza única de estos ejercicios y la interacción separada de la barra y el centro de gravedad (CG) del levantador, se requieren consideraciones especiales cuando se mide o calcula la potencia durante estos ejercicios (18, 20). Con frecuencia, los resultados del sistema de potencia durante las actividades balísticas se mide utilizando dos amplios tipos de evaluación, la directa y la indirecta. Por razones prácticas, de disminución del coste y por la mayor disponibilidad de las plataformas de fuerza y los transductores de posición lineal (TPL), se ha producido un incremento de entrenadores que miden e informan de los resultados del sistema de potencia mediante una amplia variedad de tareas que utilizan mediciones directas.

**Tabla 2.1** Ecuaciones comunes y metodologías utilizadas para la predicción de resultados del sistema de potencia durante el salto.

Nombre (referencia)	Consideraciones metodológicas	Fórmula
Fórmula de Bosco (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Saltos repetidos durante un tiempo dado (15-60 segundos).</li> <li>▪ Test que se realiza en una plataforma de contactos y controla la profundidad de contramovimiento (flexión de -90°), lo cual puede ser difícil.</li> <li>▪ Las manos deben mantenerse en las caderas.</li> </ul>	$\text{Potencia media (W)} = \frac{\text{tiempo de vuelo} \times \text{duración del test} \times g^2}{4 \times \text{número de saltos} \times (\text{duración del test} - \text{tiempo total de vuelo})}$ <p>en el que el tiempo de vuelo = suma del tiempo de vuelo de todos los saltos.</p>
Fórmula de Harman (15)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Salto único a máxima altura.</li> <li>▪ Desarrollo original a partir de un salto con sentadilla; puede utilizarse un salto con contramovimiento pero esto puede incrementar su inexactitud.</li> </ul>	$\text{Pico de potencia (W)} = (61,9 \times \text{altura del salto (cm)}) + (36,0 \times \text{masa corporal (kg)}) + 1.822$ $\text{Potencia media (W)} = 21,2 \times \text{altura del salto (cm)} + 23,0 \times \text{masa corporal (kg)} + 1.393$
Fórmula de Sayers (30)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Salto único para una altura máxima.</li> <li>▪ Puede utilizarse el salto con sentadilla o salto con contramovimiento.</li> </ul>	$\text{Pico de potencia (W)} = (60,7 \times \text{altura del salto (cm)}) + (45,3 \times \text{masa corporal (kg)}) - 2.055$
Fórmula de Lewis (12)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Salto único para altura máxima.</li> <li>▪ Considerado el menos exacto pero ampliamente utilizado.</li> </ul>	$\text{Potencia (W)} = \sqrt{(4,9 \times \text{masa corporal (kg)}) \times \sqrt{(\text{altura del salto (m)})} \times 9,81}$

Se han empleado muchas ecuaciones en la evaluación indirecta de la potencia para predecir los resultados de potencia durante el salto (tabla 2.1). Sin embargo, se recomienda que se utilice la altura del salto como una variable de rendimiento, en lugar de señalar los resultados de potencia utilizando las ecuaciones predictivas. Esto se debe a que la potencia predictiva tiene un mayor margen de error y, por tanto, requiere establecer una mayor cantidad de pequeños cambios significativos para establecer con certidumbre las diferentes magnitudes de potencia que producen los deportistas (33). Como referencia, en la tabla 2.1 se reseñan algunas de las ecuaciones comúnmente utilizadas de predicción de la potencia a partir de un único salto (12, 15, 30) o de saltos múltiples (2).

Los entrenadores deben evitar utilizar diferentes actividades (tipos de movimiento) o comparaciones de medidas indirectas (el test del salto de Bosco) y directas (el test del cicloergómetro de Wingate). Por ejemplo, el test de Bosco de saltos múltiples da unos resultados de potencia diferentes de los que se obtienen con el test del cicloergómetro de Wingate, con la misma duración y los mismos participantes (15). La recomendación es comparar la potencia solo en un mismo tipo de actividad y con los mismos métodos de cálculo para asegurar unas conclusiones válidas. Aunque las diferencias en los resultados entre el test de salto de Bosco y el test del cicloergómetro de Wingate para la potencia promedio pudieran explicarse por la diferencia de la energía elástica almacenada durante el salto, no se puede concluir qué cantidad de esta diferencia es también una función de la comparación entre las medidas directas e indirectas de potencia, por lo que no es aconsejable. Debido a que algunos entrenadores no tienen acceso al equipamiento requerido para realizar medidas directas, en la tabla 2.2 se presenta una lista exhaustiva de métodos directos e indirectos de evaluación de la potencia para el tren superior, para la parte inferior, para el cuerpo completo y para las rotaciones. Se deben seguir recomendaciones similares contra la equiparación de los cambios de potencia entre los test indirectos listados. En lugar de ello, las medidas de rendimiento que se han de reseñar y utilizar para hacer comparaciones de un mismo deportista o entre distintos atletas, deben ser las distancias del salto (por ejemplo, la amplitud o longitud del salto) o la de tiro y lanzamiento.

**Tabla 2.2** Métodos comunes de evaluación directa e indirecta de la potencia.

Ejercicio o test	Propósito	Breve metodología	Variantes
<b>TREN SUPERIOR</b>			
Pases de pecho de balón medicinal	Medida indirecta de la potencia explosiva del tren superior (distancia)	Los participantes se sientan erguidos con la espalda apoyada y las piernas directamente por delante, o sentados sobre un banco inclinado 45° y con los pies en el suelo. La masa del balón medicinal debe ser relevante para la edad y sexo (masa corporal) de los participantes. Colocar el balón medicinal entre las manos, delante del pecho, y lanzar el balón a la distancia máxima sin movimiento adicional (instruir y familiarizar a los participantes acerca del ángulo de lanzamiento).	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Masa del balón medicinal</li> <li>▪ Ángulo de la posición del tronco</li> </ul>

Ejercicio o test	Propósito	Breve metodología	Variantes
<b>TREN SUPERIOR</b>			
Lanzamiento de press de banca	Evaluación del tren superior con medida directa de la potencia*	Los participantes asumen la misma posición del <i>press de banca</i> en una máquina Smith*. Si está disponible, utilizar un freno magnético para parar el peso tras el lanzamiento; en caso contrario, los participantes deben familiarizarse con el lanzamiento y la cogida antes de los intentos máximos. Optar entre realizar un lanzamiento solo concéntrico o permitir un contramovimiento (similar al del salto estático o en contramovimiento).	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estático</li> <li>▪ Contramovimiento</li> <li>▪ Perfil de carga absoluta</li> <li>▪ Perfil de carga relativa</li> </ul>
Test de Wingate para el tren superior	Capacidad aeróbica con medida directa de la potencia*	Los participantes se sientan en una silla frente a un cicloergómetro modificado para el tren superior*. Los pies están planos sobre el suelo. Tras un calentamiento, los participantes pedalean con la manivela de los brazos hasta la cadencia máxima; a continuación, añadir 0,05 kilos de carga por kilo de masa corporal como resistencia. El esfuerzo máximo comenzará entonces para la cantidad de tiempo exigida (normalmente, 30 segundos).	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Duración del test</li> </ul>
<b>TREN INFERIOR</b>			
Salto con contramovimiento (SCM)	Evaluación del tren inferior con el ciclo de estiramiento-acortamiento con medida indirecta (la altura)	Los participantes realizan un salto máximo utilizando el balanceo de los brazos. Medir la altura máxima alcanzada con un solo brazo por encima de la cabeza. A continuación, los participantes saltan tan alto como sea posible. Los participantes realizan los saltos con un contramovimiento de profundidad autoseleccionada. Restar la distancia entre la altura total del salto y la alcanzada para determinar la altura del salto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Variante con una pierna</li> </ul>

**Tabla 2.2** (continuación)

Ejercicio o test	Propósito	Breve metodología	Variantes
<b>TREN INFERIOR</b>			
Salto con sentadilla (estático) (SE)	Evaluación del tren inferior sin el ciclo de estiramiento-acortamiento con medida indirecta de la potencia (la altura)	Los participantes realizan el test igual que con el SCM, excepto que cuando bajan hasta la profundidad autoseleccionada mantienen esta posición. En el salto, solo deben desplazarse hacia arriba; si hacen un contramovimiento, invalidan la prueba.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Variante con una pierna</li> </ul>
Salto de longitud (salto horizontal)	Evaluación del tren inferior con el ciclo de estiramiento-acortamiento con medida indirecta de la potencia (la distancia)	Los participantes están de pie con la punta de los pies detrás de una línea; a continuación, saltan hacia delante tanto como sea posible. Los participantes deben utilizar sus brazos y aterrizar bajo control sobre ambos pies. Medir la distancia desde la línea de despegue hasta el talón del pie más cercano.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Saltos repetidos o con una pierna</li> <li>▪ Variante con una pierna</li> </ul>
Salto con contramovimiento (SCM)	Evaluación del tren inferior con el ciclo de estiramiento-acortamiento con medida directa de la potencia	Las instrucciones son las mismas que con el SCM indirecto, sin embargo, los participantes deben colocar sus manos en las caderas, o una pica de madera (o una barra apropiada), de tal manera que la potencia que se mide es indicativa del tren inferior. Esta colocación también minimiza la variación de los resultados causados por los cambios del balanceo de los brazos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peso corporal</li> <li>▪ Variante con una pierna</li> <li>▪ Perfil de carga absoluta</li> <li>▪ Perfil de carga relativa</li> </ul>
Salto con sentadilla (estático) (SE)	Evaluación del tren inferior sin el ciclo de estiramiento-acortamiento con medida directa de la potencia*	Las instrucciones son las mismas que para el SE indirecto, sin embargo, los participantes pueden colocar las manos tanto en las caderas como en una pica de madera (o una barra apropiada), de tal manera que la potencia sea indicativa del tren inferior y se minimice la variación de los resultados causados por los cambios del balanceo de los brazos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peso corporal</li> <li>▪ Variante con una pierna</li> <li>▪ Perfil de carga absoluta</li> <li>▪ Perfil de carga relativa</li> </ul>

Ejercicio o test	Propósito	Breve metodología	Variantes
<b>TREN INFERIOR</b>			
Test para el tren inferior de Wingate	Capacidad aeróbica con medida directa de la potencia	Los participantes lo realizan en un cicloergómetro Monark*, la bicicleta se ajusta de tal manera que las piernas se adapten en su extensión completa al fondo de la pedalada. Tras el calentamiento, los participantes pedalean a cadencia máxima; a continuación, se añaden 0,075 kilos de carga por kilo de masa corporal como resistencia. El esfuerzo máximo comienza a partir de la cantidad requerida de tiempo (normalmente, 30 segundos).	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Duración del test</li> </ul>
<b>TODO EL CUERPO</b>			
Lanzamiento de balón medicinal (por encima de la cabeza o con los brazos abajo)	Evaluación de todo el cuerpo con medidas indirectas (distancia) de potencia	Hay numerosos métodos que requieren la utilización de todo el cuerpo coordinado para lanzar un balón medicinal a una distancia máxima. Las variantes incluyen el lanzamiento de pie por encima de la cabeza, similar al lanzamiento desde la línea de fuera en fútbol o en rugby, o con los brazos abajo para que pueda ser realizado tanto hacia la dirección de lanzamiento como hacia atrás y por encima de la cabeza, por detrás del participante. Todas las variantes deben realizarse con el esfuerzo corporal total máximo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Varias posiciones de liberación</li> <li>▪ La masa del balón medicinal</li> </ul>
Levantamientos olímpicos (cargada, envío, arrancada) y sus derivados	Evaluación de todo el cuerpo (fundamentalmente), el tren inferior; con una medida directa de potencia)*	Medida de las variantes de descenso directamente como se describe en la tabla 2.3 y en el capítulo 7. Los participantes deben ser eficientes en las técnicas antes de realizar estos ejercicios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Variantes del ejercicio (es decir, cargada colgante)</li> <li>▪ Perfil de carga absoluta</li> <li>▪ Perfil de carga relativa</li> </ul>

(continúa)

**Tabla 2.2** (continuación)

Ejercicio o test	Propósito	Breve metodología	Variantes
<b>ROTACIONES</b>			
Lanzamientos de balón medicinal con rotación	Evaluación de la rotación con medida indirecta de la potencia	Realizado habitualmente por deportistas de deportes con alto componente de rotación, como el béisbol y el <i>softball</i> . Desde la colocación de costado, los participantes lanzan el balón a una distancia máxima. El balón debe mantenerse con ambas manos y comenzar por detrás del deportista a una altura entre el abdomen y los hombros, similar a la altura del bateo.	▪ La masa del balón medicinal

Los participantes deben realizar estos métodos solo después de una familiarización apropiada y un calentamiento, en línea con las sugerencias para mejorar la validez del test. \*Las medidas directas de la potencia utilizan una de las metodologías que están disponibles para evaluar directamente para calcular el sistema de potencia, como se describe en la tabla 2.3.

De acuerdo con la información proporcionada hasta ahora sobre la medición de la potencia, si es posible, los entrenadores no deberían utilizar las ecuaciones de la tabla 2.1, ni ninguna medida indirecta (predictiva), para medir exclusivamente la potencia. Las medidas directas de un sistema de potencia se consideran las más válidas para detectar efectivamente las diferencias mínimas que van a generar cambios significativos en el sistema de potencia tras un bloque de entrenamiento, o para comparar entre atletas. Teniendo en cuenta los tipos de las mediciones directas utilizadas para evaluar el resultado de la potencia (5, 8, 24), debe considerarse la validez o fiabilidad de estas metodologías. La comprensión de las ventajas y desventajas de los diferentes métodos de evaluación directa de la potencia se describe en la tabla 2.3.

Utilizando la información proporcionada, las recomendaciones finales que pueden hacerse a los entrenadores es que se aseguren de que utilizan sistemas válidos y fiables de medición de la potencia para evaluar a los atletas. Sin embargo, no todos los entrenadores tendrán acceso al equipamiento descrito; por tanto, deben utilizar la combinación de los métodos más válidos y fiables posibles, asumiendo las limitaciones correspondientes.

A continuación, se resumen las recomendaciones globales para la medición directa de los sistemas de potencia durante las actividades balísticas:

- La medición directa de la velocidad utilizando un TPL, y más seguro con dos TPL, para eliminar los errores causados por el desplazamiento horizontal, junto con la medición de la fuerza directa, es la mejor práctica cuando se evalúa la velocidad de la barra (5).

**Tabla 2.3** Ventajas y desventajas de las diferentes medidas directas del sistema de potencia mecánica.

Equipamiento	Ventajas	Desventajas
2 (o 4) TPL y PF	La medida directa de la fuerza y el desplazamiento (para calcular la velocidad) incluye medidas de desplazamiento horizontal (o velocidad) durante los movimientos que no son completamente lineales (vertical u horizontal solamente).	Un coste más caro requiere espacio destinado a los requerimientos del equipamiento <sup>a</sup> .
1 TPL y PF	Medida directa tanto de la fuerza como del desplazamiento (para calcular la velocidad). La combinación es una evaluación válida para la potencia, basada en la velocidad de la barra durante los movimientos balísticos.	Se asume que los movimientos son lineales (por ejemplo, no es ideal para las variantes olímpicas) y la velocidad de la barra es representativa de la velocidad del centro de gravedad <sup>a</sup> .
Solo PF	Altamente fiable y válida, tanto para el levantamiento de peso (desde la posición sostenida) como para los movimientos balísticos. La evaluación de la potencia basada sobre la velocidad del centro de gravedad es válida.	La manipulación matemática (dinámica hacia delante) para calcular la potencia que pueda dar un error asociado con la infraestimación de la potencia <sup>b</sup> .
TPL solo (o análisis cinemático* en 2-D)	Relativamente barato. Medidas fiables de la velocidad, si el movimiento es fundamentalmente lineal (solo vertical u horizontal).	La manipulación matemática (dinámica inversa) puede incrementar el error en el cálculo y, con frecuencia, sobreestimar la potencia <sup>a</sup> .
Acelerómetro	Relativamente barato. Medida fiable de la altura del salto durante el SCM.	Sesgos y fiabilidad de las medidas de velocidad y potencia que se incrementan en una diferencia mínima requerida cuando se evalúan los cambios en la potencia <sup>a</sup> .

Transductor de posición lineal (TPL). Plataforma de fuerza (PF). \*Análisis cinemático de 2 dimensiones (2-D): utiliza un marcador en la cadera del deportista (el trocánter mayor) para representar los cambios del centro de gravedad del deportista. <sup>a</sup> La medida de la potencia basada en la velocidad de la barra y, por tanto, no incluye los movimientos independientes de la barra. <sup>b</sup> La medida de la potencia basada en la velocidad del centro de gravedad (sistema) y por tanto no se considera movimiento de la barra.

- Un único TPL, con o sin la utilización de una plataforma de fuerza, puede medir la producción de potencia del movimiento, si es primariamente lineal (vertical). Otros movimientos, como la cargada o la arrancada que se haga con más del 10% de trabajo hecho horizontalmente (13), pueden registrar una velocidad excesiva o más potencia, si se evalúa con un único TPL.
- Utilizar con precaución los acelerómetros para medir los sistemas de potencia, debido a los potencialmente importantes errores que pueden dificultar la evaluación o comparación de los cambios en la potencia tras una intervención (8).

- Si el sistema, o potencia mecánica, del centro de gravedad es de mayor interés que la potencia mecánica de la barra, entonces la metodología que utiliza solo una plataforma de fuerza puede ser lo más adecuado y puede diferenciar la mejora de la potencia basada en los cambios del recorrido de la barra (técnica) *versus* los cambios en la habilidad de aplicar la fuerza sobre el terreno (18).
- La frecuencia de muestreo debe estar por encima de los 200 Hz, particularmente si solo interesa evaluar los valores pico (por ejemplo, el pico de potencia, el pico de velocidad). Lo mejor cuando se pretenden evaluar los porcentajes del desarrollo de la fuerza es una frecuencia de muestreo de, o por encima de, 1.000 Hz (24).
- La validez y fiabilidad de la metodología elegida ha de ser idéntica tanto en las sesiones del test como entre ellas, para asegurar que los resultados pueden compararse.

## INFORMES DE LOS RESULTADOS DE POTENCIA

Cuando se calcula la potencia, las unidades pueden expresarse en términos tanto de medidas absolutas (W) como normalizadas por un factor, como la masa corporal ( $\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), denominadas escalas de relación. Se ha propuesto la utilización de la escala alométrica como un modo de comprender la variable independiente del volumen corporal, lo cual se ha convertido en un tema de gran debate en la literatura (9, 21, 26). La escala alométrica se define como la normalización de los datos para dimensionarlos con el fin de disminuir el efecto del volumen corporal de la normalización de la variable, dividiéndola por la masa corporal elevada a dos-tercios ( $\text{MC}^{-0.67}$ ) (26). Sin embargo, antes de utilizar las escalas alométricas para la normalización, considere sus ventajas e inconvenientes. Por ejemplo, un problema potencial del uso de los exponentes propuestos ( $\text{MC}^{-0.67}$ ) son las variantes conocidas del volumen corporal, en especial, la masa muscular magra, entre sexos o entre grupos de atletas diferentes (debido a su biotipo), que pueden afectar a la capacidad del exponente ( $\text{MC}^{-0.67}$ ) para eliminar correctamente los efectos del volumen corporal (26). Para manejar este potencial problema, se sugiere derivar un exponente en lugar de utilizar el habitual  $\text{MC}^{-0.67}$ . Sin embargo, los exponentes derivados pierden la posibilidad de generalizarse debido a que pueden ser específicos de las características del grupo utilizado para derivarlos, como el sexo, la edad, el índice de masa corporal y la historia de entrenamiento (9, 37). Prácticamente, esto significa que puede que los entrenadores no sean capaces de comparar los datos de rendimiento, tanto si se utiliza un exponente alométrico normalizado como uno derivado, si las características del volumen corporal de los atletas son diferentes. Debido a que la comparación de datos es

un aspecto común de los test de rendimiento, la comprensión de los métodos de normalización utilizados es decisiva.

Los entrenadores deben comprender que pueden existir tendencias en la escala de relación (normalización para la masa corporal), e implicaciones potenciales para sus deportistas más grandes o más pequeños, en caso de elegir como método de normalización la escala de relación. Sin embargo, cuando se relacionan los resultados para las predicciones de rendimiento, las escalas de relación proporcionan una mejor relación entre las variables normalizadas y el rendimiento que las variables alométricamente escaladas (9). Si uno necesita eliminar el efecto potencial del volumen corporal para evitar los factores de confusión relacionados con los atletas muy pequeños o muy grandes, entonces pueden considerarse tanto las escalas derivadas como las alométricas (9). Antes de aplicar estas últimas, los entrenadores deben asumir los supuestos, y comprender sus implicaciones en la utilización de las escalas alométricas, y consultar diferentes fuentes de información (3, 26, 34).

## PRESENTACIÓN DE LOS DATOS DE LOS TEST

Otra consideración importante con respecto a la presentación de los test de la potencia, además de la normalización de los datos, es el contexto en el que este se realiza. Como se mencionó previamente, todos los movimientos, excepto los que carecen de velocidad (isométricos), tienen un resultado de potencia. Sin embargo, la comparación entre los modos de ejercicio, o las cargas, pueden evaluarse mejor utilizando una puntuación estandarizada, como la que se usa comúnmente para comparar diferentes aspectos del rendimiento físico (por ejemplo, velocidad para la resistencia). Una puntuación estandarizada, también llamada puntuación-Z, calcula el valor de cuántas desviaciones estándar están por encima o por debajo de la significación. Se puede calcular la puntuación-Z utilizando la siguiente ecuación, en la que  $x$  es la puntuación para ser estandarizada,  $\mu$  es la media y  $\sigma$  es la desviación estándar.

$$z - \text{puntuación} = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

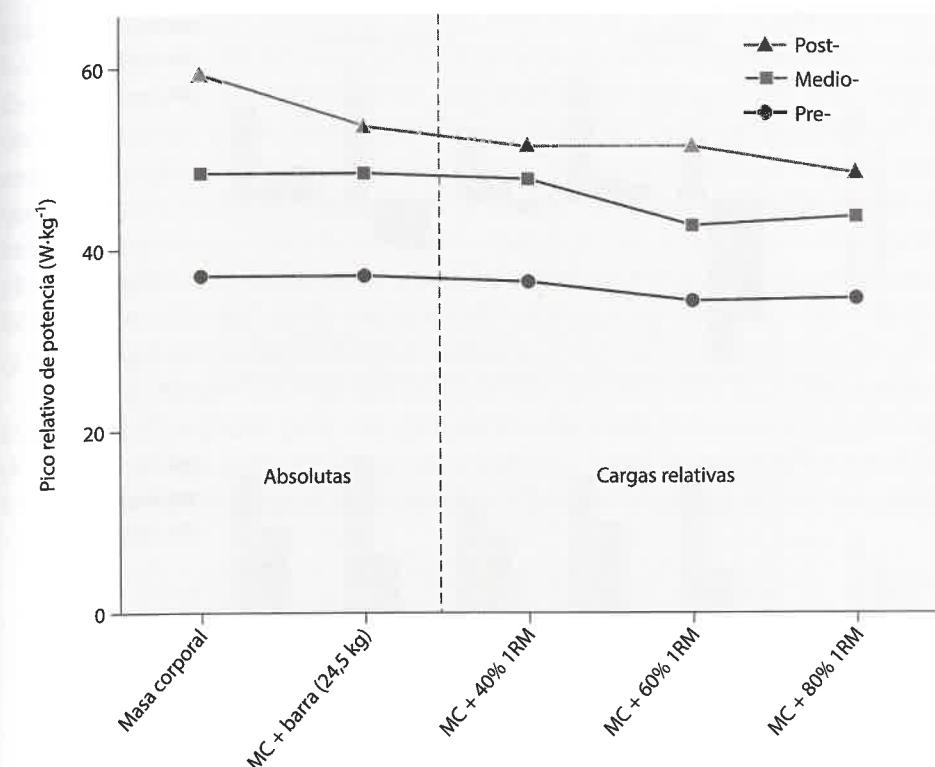
En la figura 2.2 se presentan los datos sin procesar de un atleta, y en la figura 2.3 se reseñan dos versiones de los datos estandarizados de este deportista. La primera muestra el perfil de potencia, o resultado de potencia, a lo largo de una serie de cargas en una sentadilla con salto (figura 2.2), como habitualmente se evalúa en las investigaciones (11). Además, estos resultados se han estandarizado (figura 2.3), permitiendo que el entrenador comprenda cómo mejora la carga en un deportista en relación con el equipo. La diferencia entre la figura 2.3a y la 2.3b viene por las desviaciones promedio y estándar utilizadas para calcular la puntuación-Z. En la figura 2.3a, las desviaciones promedio y estándar del equipo en cada carga, durante el pre-, medio- y post-test, respectivamente, se utilizaron

para calcular la puntuación-Z, mientras que en la figura 2.3b solo se emplearon desviaciones promedio y estándar en cada carga durante el pre-test para calcular las subsiguientes puntuaciones-Z en el pre-, medio- y post-test.

Los datos en la figura 2.2 muestran el perfil de potencia desplazándose hacia arriba desde el pre-test al medio-test y, a continuación, deslizarse aún más hacia arriba (pero no sustancialmente en todas las cargas) desde el medio-test al post-test. En particular, la producción de potencia en un salto con contramovimiento (masa corporal-solo carga) se elevó enormemente. Los dos bloques de entrenamiento entre el pre- y el medio-test se centraron en la fuerza, y los dos bloques a partir del medio- y el post-test lo hicieron sobre la potencia, lo que explica la modificación tanto en la curva total de la velocidad más elevada como en el extremo de la curva de menor carga (14, 28). En el capítulo 3 se trata el entrenamiento en la curva fuerza-velocidad y sus efectos sobre la potencia. Esto demuestra cómo medir los datos de la potencia puede plantear o determinar cuestiones específicas acerca de la eficacia del entrenamiento. En los capítulos 9 y 10 se proporcionan más casos de estudio.

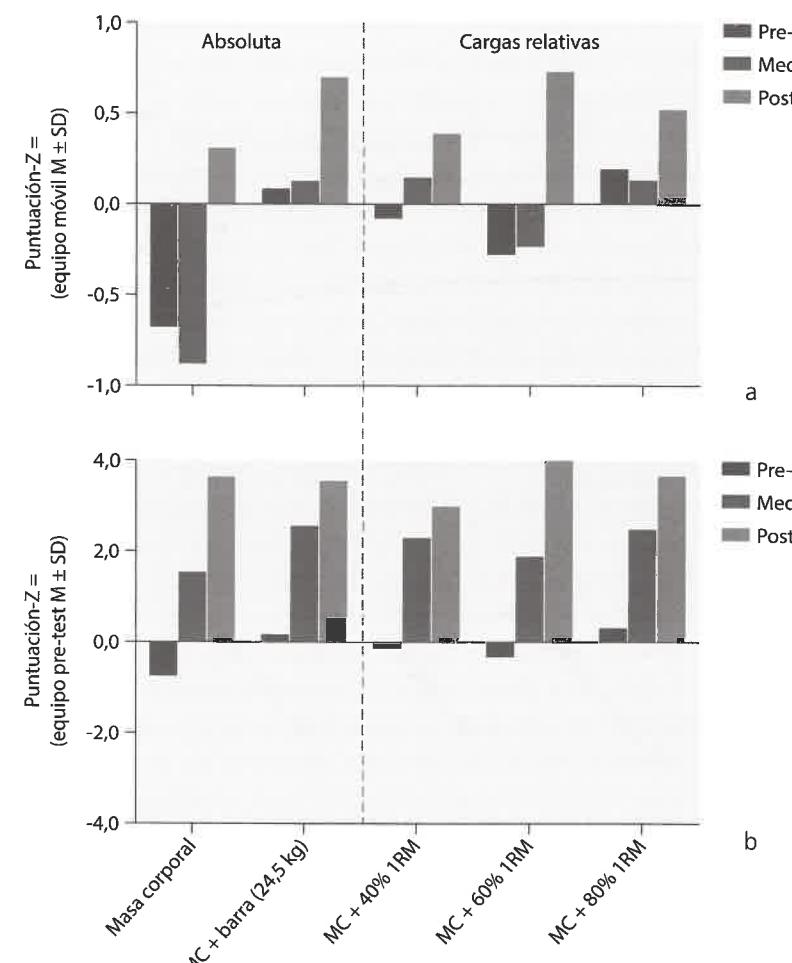
Es importante que los entrenadores comprendan la diferente información que comunican los datos aportados por los diversos métodos. Si el propósito de los datos del test es mostrar el desarrollo de un atleta a lo largo del tiempo, independientemente de los cambios del equipo, entonces es admisible tanto la presentación de los datos sin procesar, como se señaló previamente (figura 2.2), como mantener una constante (por ejemplo, los pre-test) de desviación promedio y estándar (figura 2.3b). Si se trata de conocer la evolución a largo plazo de un deportista comparado con el equipo, entonces se deben utilizar el desplazamiento, las desviaciones promedio y estándar del equipo cada vez que se efectúa el test (por ejemplo, pre-, medio- y post-test) (figura 2.3a). La figura 2.3a proporciona un ejemplo de cómo la desviación promedio y estándar, o «el objetivo de la comparación», cambia constantemente, lo cual puede afectar nuestra interpretación de la mejora del deportista individual. Por ejemplo, en la figura 2.2 está claro que tanto con cargas absolutas como relativas, el deportista mejora en los puntos pre-, medio- y post-test. Sin embargo, cuando evaluamos a este deportista en relación con las mejoras correspondientes al equipo (figura 2.3a), rinde por debajo o cerca del promedio del equipo hasta el final del test, cuando estos mejoran ampliamente, y no solo comparado con sus propias puntuaciones (como se indica en la figura 2.2), sino también en comparación con el equipo (figura 2.3a), como indica su elevada puntuación-Z en cada carga. Esta representación de los datos es completamente diferente a partir de la ofrecida en la figura 2.3b, en la que se indica que, comparados con el promedio del equipo en el pre-test, exceden con mucho este nivel basal en las sesiones de medio- y post-test, a pesar de estar cerca del promedio del equipo en el pre-test.

Las figuras 2.3a y 2.3b representan diferentes formas de presentar los datos, pero ambas son potencialmente útiles para comprender las mejoras del deportista.



**Figura 2.2** Ejemplo del perfil de potencia con cargas absolutas y relativas de un deportista en varios puntos de una temporada (pre-, medio- y post-test).

tista (¿está mejorando más o menos que los del equipo *versus* más o menos que desde que comenzó el equipo?). Comprender el propósito del test, y las preguntas que se desean contestar utilizando los datos, ayuda a elegir la representación apropiada. Este concepto es fundamental para recopilar los datos que ayudan, en lugar de desvirtuar la capacidad para tomar decisiones sobre el entrenamiento y las mejoras del deportista. Además, como se tratará en el capítulo 3, se puede comparar el rendimiento, o los resultados de potencia normalizados, de un deportista en los rangos en los que se producen habitualmente bajo las mismas cargas o modos de ejercicio.



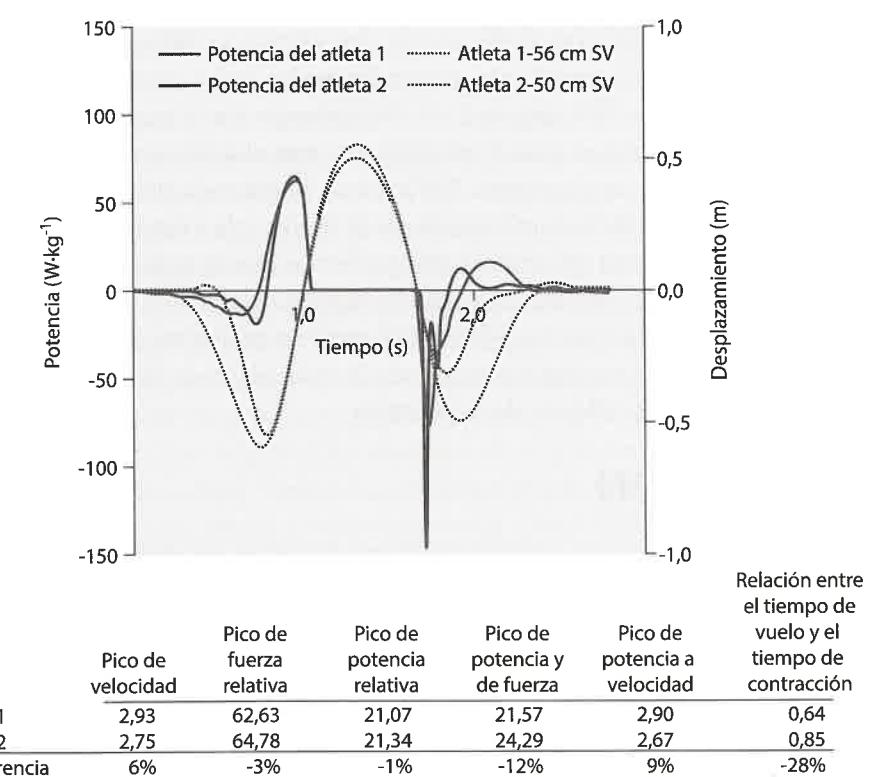
**Figura 2.3** Ejemplo de puntuaciones estandarizadas (Puntuación-Z) de un deportista con varias cargas absolutas y relativas, calculadas tanto (a) con el promedio con un equipo móvil y una desviación media y estándar en el pre-, medio- y post-test como (b) utilizando un equipo estático con una desviación media y estándar en cada carga a partir del pre-test.

## VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA EVALUACIÓN DE LA POTENCIA

Es habitual comparar los resultados de potencia de varios movimientos balísticos y los paradigmas de las cargas en un esfuerzo para comprender el perfil de potencia de un deportista, como se mostró previamente en la figura 2.2. Por lo general, estos perfiles de potencia se utilizan para debatir las diferentes cargas que maximizan la potencia (7, 11, 35). Sin embargo, el inconveniente de esta aproximación es el posible sobre-énfasis en hallar las cargas que la aumenten al máximo. En lugar de ello, se recomienda la aproximación de los métodos

mixtos para entrenar efectivamente este espectro de potencia propuesto (14). De hecho, siendo la potencia una variable de una construcción mecánica, es solo la descripción de cómo varía el perfil de fuerza-velocidad con diferentes cargas, o durante distintas actividades, y es menos un determinante del rendimiento. Para entenderlo mejor, la figura 2.4 muestra a dos deportistas de masa corporal similar que producen similares resultados de potencia (dentro del 1%) durante un salto vertical, pero tienen una diferencia aproximada de un 10% en su rendimiento (la altura del salto). Por tanto, saber solo la  $P_{\text{pico}}$  de estos deportistas, no proporcionará información adicional sobre cómo pueden producir su potencia o las diferencias que subyacen en sus rendimientos.

Para comprender los determinantes de sus rendimientos, se puede atender directamente al impulso, pero esto proporciona la misma información que la altura de un salto eventual. Sin embargo, en la figura 2.4 puede evaluarse un aspecto del impulso que puede proporcionar información –tiempo–. En concreto, la compren-



**Figura 2.4** Comparación de dos deportistas con idénticos resultados de potencia normalizados con su masa corporal. Obsérvese las diferencias en las curvas de desplazamiento y potencia, así como también el diferente porcentaje de las distintas variables elegidas. Esto proporciona un ejemplo de cómo la potencia, como variable autónoma, puede ser engañosa para comparar deportistas, por lo que debe acompañarse de una comprensión exhaustiva de cómo el deportista desarrolla su potencia.

sión del tiempo con respecto al rendimiento puede ser descrita utilizando la relación entre el tiempo de vuelo con el tiempo de contracción (TV:TC) (4). Aunque el atleta 1 tiene un mayor rendimiento de salto, mediante la investigación de otras variables, podemos plantear la hipótesis de si va a poder esforzarse para mejorar su índice de manifestación de la fuerza (IMF), o si debería evaluarse utilizando una actividad de ciclo estiramiento-acortamiento (CEA) más corto, para ver si aún tiene capacidad para rendir cuando el tiempo se restringe o se limita, como sucede en un salto en profundidad. En deporte, la limitación del tiempo es una consideración importante con respecto al rendimiento. Por ejemplo, si dos personas tienen la misma capacidad para saltar altura, pero una puede saltar la misma pero con menos tiempo de preparación (o tiempo de contracción), tendrá ventaja al anticipar el ángulo en el que rebotará el balón durante un rechazo o al saltar para evitar un gol. Esto se debe a que el individuo que puede saltar con menos tiempo de preparación puede moverse con la misma capacidad pero en un periodo de tiempo menor. El dato que puede utilizarse para establecer tal conclusión puede derivar tanto de la inspección de la curva desplazamiento-tiempo como del análisis directo de la relación TV:TC, que, en el ejemplo previo, demostró una diferencia del 28% entre estos dos deportistas, mientras que sus rendimientos reales (la altura del salto) solo se diferenciaban en un 10% (figura 2.4). Sin embargo, fue la inspección de muchas de las variables que caracterizan el rendimiento, más allá de solo la potencia, lo que ayudó a obtener tales conclusiones. Por lo tanto, la potencia tiene una gran capacidad como descriptor de la combinación de la fuerza y la velocidad en una simple medición única, pero no del análisis más profundo que se requiere para comprender los determinantes subyacentes del rendimiento deportivo. Por esta razón, la potencia, como variable, nunca debería utilizarse en exclusiva, debiéndose establecer la presentación de resultados utilizando la evaluación de la fuerza-velocidad o de diferentes medidas, además de la potencia.

## **CONCLUSIÓN**

Aunque la potencia es una variable medible altamente estudiada, su utilidad está parcialmente determinada por la metodología elegida y por el propósito o el tipo de pregunta que uno se plantea para responder con la medición de la potencia. Se utilizan metodologías válidas y fiables para evaluar con precisión la  $P_{\text{pico}}$  y la  $P_{\text{promedio}}$  durante diversas tareas. Los entrenadores que no puedan medir directamente la potencia pueden optar por su evaluación indirecta, mientras comprendan sus limitaciones. Además, se debe considerar el mejor método que ofrezca los resultados que proporcionen información significativa sobre las características físicas del deportista. Comprender las limitaciones del equipamiento y de los métodos utilizados para medir la potencia, emplear el mejor método para expresar los datos una vez recogidos y la información de las variables subyacentes, como la fuerza y la velocidad, permitirá a los entrenadores obtener la percepción directa de los mecanismos por los que los deportistas consiguen sus rendimientos.

# **Periodización e integración de la potencia**

G. Gregory Haff,  
PhD, CSCS,\*D,  
FNSCA

**L**a periodización es un paradigma teórico y práctico ampliamente aceptado para guiar la preparación de los atletas (11, 38, 91). A pesar de estar ampliamente aceptada y considerada como herramienta esencial para encaminar el entrenamiento, con frecuencia los entrenadores y los científicos del deporte la malinterpretan y hacen un mal uso de ella. Aunque esta confusión tenga muchas causas, la más importante parece centrarse en qué es la periodización y cómo se diferencia de la programación y la planificación (10). La planificación es el proceso de organizar y ordenar las estructuras del entrenamiento en fases con el fin de obtener un objetivo marcado. La programación es la aplicación de los modos y métodos de entrenamiento en esa estructura. Por otro lado, la periodización contiene elementos tanto de la planificación como de la programación, que definen la estructura, los modos y los métodos de entrenamiento utilizados dentro del plan global de trabajo. Según esa construcción, la manipulación de las series, las repeticiones y las cargas de entrenamiento deben considerarse como programación y no periodización, como en ocasiones equivocadamente se define en la literatura (24, 25, 59). La periodización es una construcción inclusiva, teórica y práctico, que permite el manejo de las cargas de trabajo de todos los factores del entrenamiento, con el fin de dirigir las adaptaciones y aumentar el rendimiento con un ritmo apropiado, mediante la manipulación integral y secuencial de las estructuras de la programación (38, 45, 76, 78, 94).

La capacidad para manipular los factores del entrenamiento de modo estructurado permite planes de trabajo periodizados con objetivos dirigidos a muchas metas diferentes. Ello incluye: (1) la optimización de la capacidad de rendimiento de los deportistas en unos períodos determinados, o el mantenimiento de los rendimientos durante toda la temporada; (2) fijar el objetivo del desarrollo de los resultados fisiológicos y de rendimientos específicos con

intervenciones precisas en el entrenamiento; (3) reducir la posibilidad de sobreentrenamiento mediante el manejo apropiado de los estresores del trabajo; y (4) facilitar el desarrollo del atleta a largo plazo (32-34, 38, 91, 94). La aplicación multidimensional de las intervenciones en el entrenamiento, de forma integrada y secuencial, afecta en gran medida a la capacidad de los modelos de trabajo periodizados para conseguir estas metas. Mientras que el componente central de un plan de entrenamiento periodizado diseñado adecuadamente es la variación del entrenamiento, debe evitarse su aleatoriedad, o las variaciones excesivas, ya que esto hará que disminuyan los beneficios del rendimiento (94) y provocará un riesgo de lesión (77). Las variantes del entrenamiento deben ser lógicas y sistemáticas, de tal manera que las respuestas al trabajo estén moduladas, considerando la fatiga y el aumento del rendimiento en el momento adecuado (38).

Para aplicar estos principios con el fin de maximizar el desarrollo de la potencia, se deben considerar muchos aspectos clave de la periodización, la planificación y la programación. Este capítulo trata de los principios generales de la periodización, de la estructura jerárquica de los ciclos de periodización y el conocimiento de los procesos de periodización, de las aproximaciones a la planificación utilizadas en la periodización, de los modelos de periodización, de los fundamentos del desarrollo de la potencia y, finalmente, de la planificación del entrenamiento y el desarrollo de la potencia.

## PRINCIPIOS GENERALES DE LA PERIODIZACIÓN

La capacidad para desarrollar adaptaciones fisiológicas específicas y trasladarlas a los resultados del rendimiento se basa, fundamentalmente, en la capacidad para secuenciar y estructurar un plan de entrenamiento periodizado con el fin de manejar tanto la recuperación como los procesos adaptativos (22, 24, 65, 78, 94). Dado que está bien documentado que el pico de rendimiento puede mantenerse solamente durante un periodo de tiempo relativamente corto (8-14 días) (7, 16, 51, 71-73), la estructura secuencial del plan del entrenamiento es decisiva de la periodización (13-15, 78, 94, 106). Al final, el porcentaje de intensidad contenido en el plan de entrenamiento está inversamente relacionado con la magnitud del pico de rendimiento y el tiempo en el que este debe mantenerse (23, 45, 94). Pueden utilizarse tres teorías para comprender los mecanismos básicos sobre cómo los programas de entrenamiento periodizados pueden manejar la recuperación y los procesos adaptativos: el síndrome general de adaptación (32-34, 38, 94, 113), la teoría del estímulo-fatiga-recuperación-adaptación (32-34, 38, 89, 94) y el paradigma de forma física-fatiga (18, 32-34, 38, 94, 113).

## Síndrome general de adaptación (SGA)

Una de las teorías fundamentales que subyacen en la periodización del entrenamiento, es el síndrome general de adaptación (SGA) de Hans Selye (38, 94, 115). El SGA describe las respuestas específicas del organismo al estrés, tanto fisiológicas como emocionales (89). Mientras que el SGA ofrece un modelo potencial que explica cómo el organismo se adapta al estímulo del entrenamiento, este no explica todas las respuestas que se producen frente al estrés (figura 3.1) (94).

Es importante darse cuenta de que cuando aplicamos el SGA a la teoría del entrenamiento, el organismo parece responder de modo similar, independientemente del tipo de agente estresante que se le aplique (38). Cuando se introducen nuevos estímulos de entrenamiento (por ejemplo, estrés) al atleta, la respuesta inicial, o *fase de alarma*, provoca una reducción de la capacidad de rendimiento del deportista como resultado de la acumulación de fatiga, rigidez, molestias y reducción de los depósitos energéticos disponibles (38). La *fase de alarma* inicia los procesos adaptativos que conducen a la *fase de resistencia*. Si el entrenamiento se programa correctamente, la capacidad de rendimiento global del deportista se

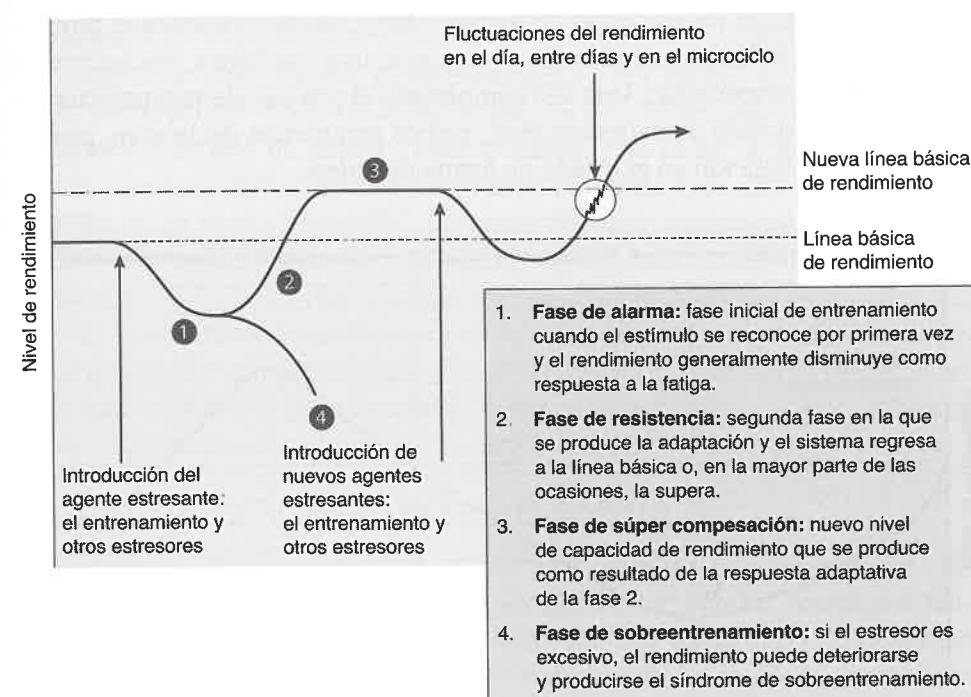


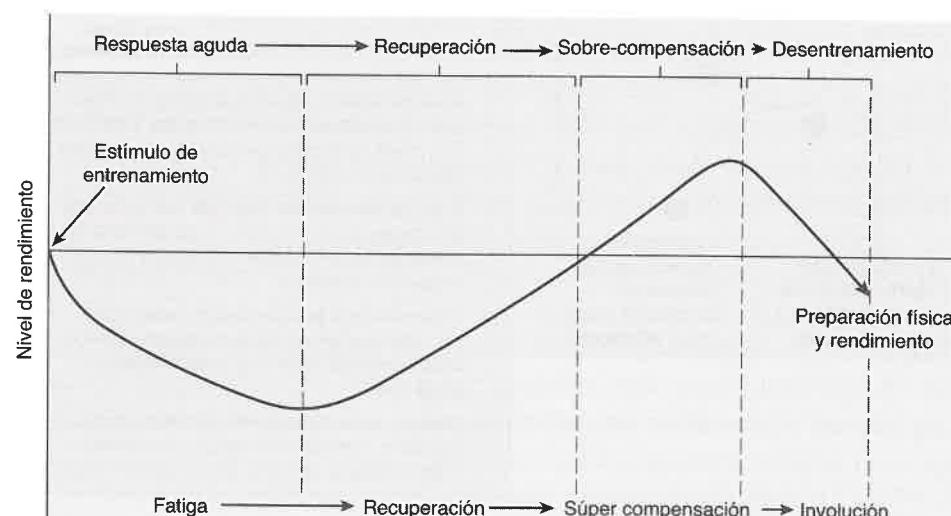
Figura 3.1 El síndrome general de adaptación y su aplicación a la periodización.

Reproducido con autorización de G. G. Haff y E. E. Haff, 2012, Training integration and periodization. In NSCA's guide to program design, editado por la National Strength and Conditioning Association de J. Hoffman (Champaign, IL: Human Kinetics), 216. Adaptado de Yakovlev (110), Verkishansky (104), Rowbottom (81), y Stone et al. (94).

mantendrá o aumentará (es decir, habrá una súper compensación) por haber sido capaz de adaptarse al estímulo de trabajo aplicado. Por el contrario, si el estímulo de entrenamiento es excesivo, o aplicado aleatoriamente, el atleta será incapaz de adaptarse a este estrés. Como consecuencia, la capacidad de rendimiento continuará declinando dando como resultado un estado de *sobreentrenamiento* (28). Una consideración adicional es que la capacidad del deportista para adaptarse y responder al estímulo del entrenamiento puede verse afectada por otros factores estresantes (por ejemplo, relaciones interpersonales, nutrición, presiones profesionales), ya que todos ellos son sumatorios.

## Teoría del estímulo-fatiga-recuperación-adaptación

Cuando se aplica un estímulo de entrenamiento, se produce una respuesta somática general, la cual puede explicarse por la teoría del estímulo-fatiga-recuperación-adaptación (figura 3.2). Siempre que un estímulo de entrenamiento se aplica al deportista le sobreviene fatiga, provocándole una reducción tanto de su preparación física como de su rendimiento. Dicha reducción es proporcional a la magnitud y duración de las cargas de trabajo (38). Cuando comienza el proceso de recuperación y desaparece la fatiga acumulada, tanto su forma física como su rendimiento se incrementan. Una vez completado el proceso de recuperación, si no hay nuevo estímulo de entrenamiento, ambos parámetros declinarán, produciéndose una involución en el estado de forma del atleta.



**Figura 3.2** Teoría del estímulo-fatiga-recuperación-adaptación.

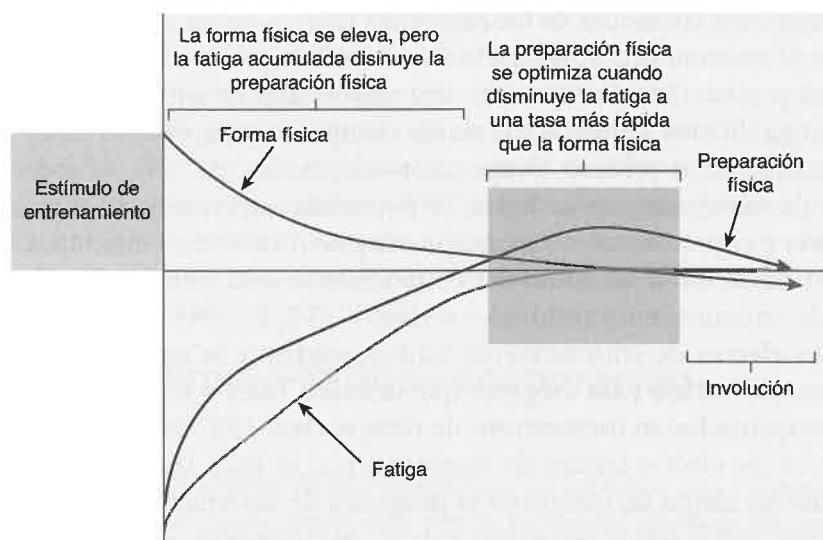
Reproducido con autorización de G. G. Haff y E. E. Haff, 2012, *Training integration and periodization. In NSCA's guide to program design*, editado por la National Strength and Conditioning Association de J. Hoffman (Champaign, IL: Human Kinetics), 216. Adaptado de Yakovlev (110), Verkshansky (104), Rowbottom (81), y Stone et al. (94).

La inspección cuidadosa de los conceptos básicos revela que la magnitud del estímulo de entrenamiento afecta a la duración de la porción recuperación-adaptación del proceso (38). Por ejemplo, una mayor carga de entrenamiento causará mayor fatiga, lo cual requerirá un mayor tiempo de recuperación antes de que pueda producirse el proceso recuperación-adaptación (81, 94). Al contrario, si la carga de entrenamiento es ligera, el deportista experimentará menos fatiga acumulada y el proceso de recuperación-adaptación avanzará más rápidamente. Con frecuencia, en la literatura del entrenamiento esta respuesta se denomina efectos de entrenamiento residuales o tardíos (38, 81, 94). Se pueden modular dichos efectos de entrenamiento tardíos mediante la manipulación de los programas de trabajo para asegurar que la forma física y el rendimiento están súper compensados en incrementos de tiempo clave (33). Junto a la capacidad de modular los efectos tardíos de entrenamiento, se halla la de cómo integrar y secuenciar las cargas de trabajo en el programa de entrenamiento periodizado.

Mientras que la teoría del estímulo-fatiga-recuperación-adaptación se considera muchas veces en un contexto global, debe recordarse que este esquema de respuesta general se produce tanto como resultado de un simple ejercicio como el de una sesión de entrenamiento, un microciclo, un mesociclo o un macrociclo (38). Además, es importante señalar que no se requiere la recuperación completa antes de afrontar otro estímulo de entrenamiento (74). En efecto, se recomienda que los entrenadores modulen la intensidad de los entrenamientos mediante la programación de días de trabajo duros y suaves, con el fin de facilitar la recuperación, maximizar el potencial adaptativo del atleta (17, 26) y promover el desarrollo de su forma física (38). La capacidad para maximizar las respuestas adaptativas al entrenamiento depende de la habilidad de tomar ventaja en el proceso de recuperación-adaptación, manipulando los factores del entrenamiento, dentro de la estructura programática que se está utilizando, en el contexto de un plan de entrenamiento periodizado. Este concepto es el fundamento a partir del cual se han presentado en la literatura, y se han desarrollado, muchos modelos de periodización secuenciales (78, 102-105).

## Paradigma fatiga-puesta en forma

La interrelación entre la puesta en forma física, la fatiga y la preparación está parcialmente explicada en lo que Zatsiorsky (113) denominó el paradigma *fatiga-puesta en forma*. Este paradigma da una imagen más completa de la respuesta del atleta al estímulo de entrenamiento (18). Como parte central para comprender el paradigma, hay dos efectos posteriores sobre la forma física y la fatiga, los cuales se suman para establecer la preparación global del atleta (18, 113). Tradicionalmente, estos efectos posteriores se representan como una curva de fatiga-forma física (figura 3.3) (18, 113). Sin embargo, es más real que se produzcan efectos posteriores múltiples, independientemente de la forma física y la fatiga, en respuesta al entrenamiento y que ejerzan un efecto acumulativo sobre la curva de la preparación física (figura 3.4) (18, 38).



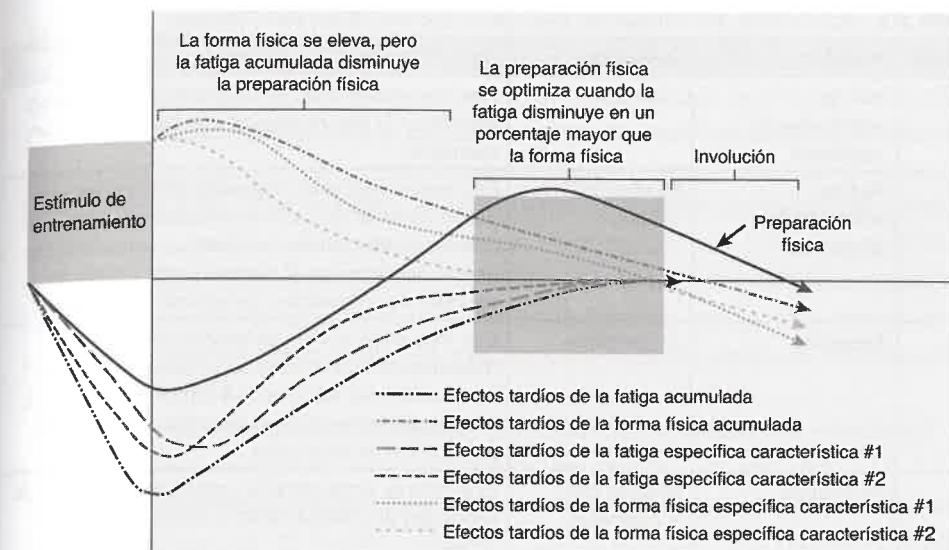
**Figura 3.3** El paradigma fatiga-puesta en forma.

Reproducido con autorización de G. G. Haff y E. E. Haff, 2012, *Training integration and periodization*. In *NSCA's guide to program design*, editado por la National Strength and Conditioning Association de J. Hoffman (Champaign, IL: Human Kinetics), 219. Adaptado de Stone *et al.* (94) y Zatsiorsky (115).

La existencia de fatiga y de múltiples efectos tardíos de la forma física puede explicar parcialmente las respuestas individuales a las variaciones del estímulo de entrenamiento (38). Stone, Stone, y Sands (94) sugieren que los diferentes objetivos del entrenamiento tienen distintos efectos tardíos, y que las intervenciones dirigidas de entrenamiento tienen la capacidad de modular cuáles de dichos efectos ocurren y cómo puede progresar el deportista mediante un plan de entrenamiento. Estos efectos tardíos inducidos por el entrenamiento también se denominan efectos residuales de entrenamiento, y sirven como fundamento para las teorías que subyacen en el entrenamiento secuencial (48, 49, 103, 106).

La teoría del entrenamiento secuencial sugiere que el porcentaje de disminución de los efectos residuales del entrenamiento puede mantenerse con un estímulo de entrenamiento mínimo, o mediante la dosificación periódica de los factores de entrenamiento con el fin de modular la preparación del deportista. Se puede modular el porcentaje de caída de un efecto residual del entrenamiento dado mediante la manipulación del correspondiente estímulo de trabajo. En el modelo secuencial, parece que pueden aumentarse los efectos residuales de entrenamiento si se secuencian e integran correctamente los estímulos de entrenamiento específico, provocando un efecto tardío de entrenamiento o un efecto de fase de potenciación (38).

Cuando se utilizan conjuntamente el SGA, la teoría de la fatiga-recuperación-adaptación y el paradigma fatiga-puesta en forma para examinar los modelos de periodización, está claro que la modulación de las respuestas adaptativas



**Figura 3.4** Paradigma modificado de forma física-fatiga-puesta en forma, describiendo los múltiples efectos tardíos de entrenamiento.

Reproducido con autorización de G. G. Haff y E. E. Haff, 2012, *Training integration and periodization*. In *NSCA's guide to program design*, editado por la National Strength and Conditioning Association de J. Hoffman (Champaign, IL: Human Kinetics), 219. Adaptado de Stone *et al.* (94) y Zatsiorsky (115).

se ejerce a través de una cuidadosa planificación. El plan de entrenamiento debe diseñarse para desarrollar diferentes características de la forma física, mientras se maneja la fatiga con el fin de maximizar la capacidad de rendimiento del deportista (38). Cuando se establece un plan de trabajo, es esencial considerar las intervenciones de entrenamiento, los esquemas secuenciales concretos y la integración de estas a fin de maximizar la capacidad de rendimiento y los efectos tardíos de la forma física junto con la minimización de la fatiga acumulada.

## ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE LOS CICLOS DE PERIODIZACIÓN

La periodización del entrenamiento se facilita por la estructura jerárquica que permite interrelacionar muchos niveles distintos que pueden utilizarse en los procesos de planificación (tabla 3.1). Cada nivel del proceso de periodización debe basarse en las metas de entrenamiento establecidas para el atleta o el equipo. Conceptualmente, estos niveles de organización comienzan con un contexto global y, a continuación, progresan a unas estructuras más pequeñas y definidas. Normalmente, se utilizan siete estructuras jerárquicas en la periodización del entrenamiento.

El nivel más elevado de la estructura jerárquica es el plan multianual el cual, por lo general, se desarrolla coincidiendo con los ciclos cuatrieniales olímpicos

**Tabla 3.1** Estructura jerárquica del plan de entrenamiento periodizado.

Nivel	Nombre	Duración	Descripción
1	Plan de entrenamiento multianual	2-4 años	Este plan establece las metas a largo plazo para el deportista. El plan multianual más común es el plan cuatrienal.
2	Plan de entrenamiento anual	Muchos meses a 1 año	Este plan incluye el año completo de entrenamiento. Puede contener de 1 a 3 macrociclos, en función del número de temporadas competitivas contenidas en el entrenamiento anual. Normalmente, consta de períodos de preparación, competición y transición.
3	Mesociclo	2-6 semanas	Con frecuencia, el ciclo de tamaño medio se denomina como el bloque de entrenamiento. La duración más típica es de 4 semanas. Independientemente de su duración, está formado por la unión de microciclos.
4	Microciclos	Muchos días a 2 semanas	Es el ciclo de entrenamiento más pequeño, consta de varios días de entrenamiento y, normalmente, dura 7 días.
5	Días de entrenamiento	1 día	Un día de entrenamiento se diseña en el contexto de las metas del microciclo y define cuándo se realizan las sesiones de entrenamiento dentro del microciclo.
6	Sesión de entrenamiento	Minutos a horas	Una sesión de entrenamiento contiene todas las unidades de entrenamiento programadas. Puede realizarse individualmente o en grupo. Si la sesión contiene > 30 minutos de descanso entre las unidades de entrenamiento, entonces deben realizarse sesiones múltiples.
7	Unidad de entrenamiento	De muchos minutos a horas	La unidad de entrenamiento está centrada en la actividad de entrenamiento. El calentamiento, la agilidad, el entrenamiento de la fuerza y los ejercicios técnicos son ejemplos de unidades de entrenamiento. Muchas de ellas pueden encadenarse para crear una sesión de trabajo.

Adaptado de Bompa y Haff (11), Haff (34), Haff y Haff (38), Issurin (50), y Stone *et al.* (94).

(11, 52, 74, 76, 83, 113). Este ciclo presenta las metas de entrenamiento a largo plazo del deportista y consta de múltiples planes anuales de entrenamiento. El siguiente nivel jerárquico es el plan de entrenamiento anual, que contiene las estructuras de entrenamiento correspondientes a un año de entrenamiento (22, 32-34, 38, 76, 81). Los planes anuales pueden tener uno o más macrociclos, en función de cuántas temporadas competitivas tenga el plan de entrenamiento anual (11, 50). Cada macrociclo se subdivide en tres períodos: de preparación, de competición y de transición (32, 38). El periodo de preparación consta de una fase de preparación general y otra de preparación específica. La primera desarrolla la base física general, y está marcada por un alto volumen de entrenamiento, baja intensidad de trabajo y una gran variedad de modos de entrenar (49, 65).

La segunda fase, de preparación específica, tiene como objetivo entrenar las habilidades motoras específicas del deporte y las destrezas técnicas, las cuales se desarrollarán sobre los fundamentos adquiridos en la fase de preparación general (38). El periodo competitivo se estructura para mejorar ligeramente, o mantener, las cualidades fisiológicas y específicas del deporte establecidas en el periodo de preparación (38). Este periodo, normalmente, se subdivide en las fases precompetitiva y competitiva propiamente dicha. Conceptualmente, la fase precompetitiva es la unión entre el periodo de preparación y la fase propiamente competitiva (38). Finalmente, la fase de transición es la fase de unión más importante, y supone un puente entre múltiples macrociclos o entre planes de entrenamiento anual (11, 74, 81).

La siguiente estructura jerárquica, el mesociclo, se refiere, en ocasiones, a un ciclo de entrenamiento de duración media (48, 49, 61, 76, 94, 104, 113, 115). A menudo se denomina bloque de entrenamiento y es el ciclo específico del modelo de periodización en bloques (38, 50). Habitualmente, los mesociclos contienen entre dos y seis microciclos, los cuales ocupan el siguiente lugar en la jerarquía (38). Cada microciclo se desarrolla tanto en días de entrenamiento como en sesiones de trabajo, y contienen las unidades de entrenamiento individuales. Este último componente de la jerarquía establece los fundamentos para el sistema de entrenamiento global y perfila sus principales factores de trabajo (38, 50).

## ENTENDER LOS PROCESOS DE PERIODIZACIÓN

Cuando miramos un proceso de periodización global, debemos considerarlo en el contexto de tres niveles básicos: periodización, planificación, programación (figura 3.5).

El primer nivel es la periodización, el cual dicta el desarrollo a largo plazo del deportista a través de un plan de entrenamiento multianual o anual. Este nivel se ocupa del desglose total de la preparación, la competición y los períodos de transición. También puede incluir los programas de evaluación y de viajes. El segundo nivel, el de la planificación, contiene los fundamentos para elegir el modelo de entrenamiento que se utiliza para diseñar las estructuras de trabajo. Este puede englobar los modelos de trabajo paralelos, secuenciales, en bloque o de entrenamiento en énfasis. El tercer nivel, el de la programación, abarca las estructuras de entrenamiento básicas, como los modos y los métodos utilizados. Este nivel incorpora las cargas de entrenamiento (es decir, la intensidad y el volumen), así como también las estructuras (por ejemplo, entrenamiento complejo, series clúster) y los ejercicios utilizados para elaborar las intervenciones de entrenamiento.



**Figura 3.5** Interrelación entre la periodización, la planificación y la programación.

## APROXIMACIÓN A LA PLANIFICACIÓN UTILIZADA EN LA PERIODIZACIÓN

Cuando se examinan los procesos de periodización, y en particular los de la planificación del entrenamiento, pueden utilizarse muchos modelos, según el plan de periodización global. Estos incluyen las aproximaciones paralela, secuencial y de énfasis para el diseño de las intervenciones del entrenamiento (10, 53).

### Aproximación paralela

Los entrenadores utilizan la aproximación paralela para entrenar simultáneamente múltiples habilidades biomotoras y trabajar todos los objetivos establecidos en el plan de entrenamiento anual (figura 3.6). Con esta aproximación, pueden entrenarse todas las habilidades biomotoras objetivo en una sesión de trabajo, en un día



**Figura 3.6** Aproximación paralela de entrenamiento.

de entrenamiento, en series de días de entrenamiento o en microciclos. En ocasiones, esta se denomina aproximación concurrente o de complejos paralelos (10).

Una de las cuestiones que plantea esta aproximación es que, con el fin de continuar la mejora de alguna habilidad biomotora específica, se requiere un mayor volumen de entrenamiento o de carga provocando el incremento acumulativo de la carga total de entrenamiento. Debido a que el deportista tiene una tolerancia limitada al entrenamiento, los incrementos del volumen o las cargas exigidos para inducir mayores cambios en su rendimiento pueden, finalmente, exceder su capacidad para tolerar el trabajo (50) y, al final, provocarle un estado de sobreentrenamiento. Este tipo de aproximación al entrenamiento trabaja bien para deportistas jóvenes y noveles pero puede que no sea beneficioso para los incluidos desde el nivel intermedio a la élite, ya que estos requieren un mayor estímulo de entrenamiento con el fin de desarrollar aún más sus habilidades biomotoras clave (10, 78). Por tanto, para los atletas avanzados de fuerza o potencia, pueden estar justificadas otras aproximaciones de entrenamiento (50).

### Aproximación secuencial

La aproximación secuencial ordena el entrenamiento de las habilidades biomotoras en objetivos de trabajo que se establecen uno a continuación del otro, siguiendo un esquema lógico (figura 3.7) (10, 101).



**Figura 3.7** Aproximación secuencial de entrenamiento.

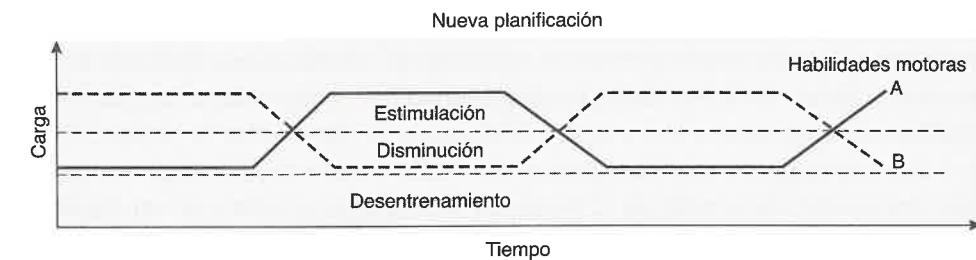
Al trabajar los objetivos específicos secuencialmente, el deportista es capaz de asumir cargas de entrenamiento e intensidades elevadas con el fin de actuar sobre un atributo de entrenamiento determinado. Fuertes evidencias científicas respaldan esta aproximación cuando el objetivo es desarrollar la potencia (46, 69, 112). Específicamente, Zamparo *et al.* (112) y Minetti (69) sugieren que la optimización del desarrollo de la potencia se consigue a través de un esquema secuencial, el cual desarrolla el área de sección transversal muscular, mejora la capacidad de producción de fuerza e incrementa la velocidad de movimiento, dando como resultado una mayor competencia para producir potencia. Además, Harris *et al.* (46) demostraron que jugadores de fútbol que utilizaron una aproximación secuencial consiguieron un incremento significativamente mayor, tanto en las medidas de potencia como de fuerza, en comparación con el empleo de una aproximación de entrenamiento paralelo. La aproximación secuencial de la planificación del entrenamiento sirve como fundamento para el *modelo de bloques de periodización* (50). Aunque la aproximación secuencial es un paradigma de

planificación útil, es posible que si el atleta trabaja desplazándose a través de una secuencia de atributos, se produzca un efecto de desentrenamiento de los que no están siendo entrenados. Cuanto mayor sea el tiempo que dure la secuencia de un estímulo de entrenamiento, mayor será la posibilidad de experimentar el efecto de desentrenamiento. En función del deporte de que se trate, puede ser beneficioso utilizar una aproximación que module respuestas de entrenamiento dentro de la estructura secuencial.

### Aproximación de énfasis

La aproximación de énfasis, o en péndulo, se encuentra entre dos extremos, la aproximación paralela y la secuencial, incorporando aspectos de ambos modelos (10). Como señalaron Zatsiorsky y Kraemer (116), esta aproximación permite el entrenamiento secuencial de varias destrezas biomotoras con frecuentes cambios intermitentes en el énfasis del entrenamiento. En este caso, el atleta puede entrenar en varias habilidades biomotoras (es decir, aproximación paralela) con diferente énfasis, el cual cambia con el tiempo (es decir, aproximación secuencial). Por ejemplo, el atleta puede tener el objetivo de desarrollar la fuerza a la vez que mantiene su capacidad de expresar potencia (figura 3.8).

Zatsiorsky y Kraemer (115) recomendaron cambiar la habilidad biomotora objetivo cada dos semanas con el fin de optimizar la capacidad de rendimiento. Esta aproximación parece ser particularmente beneficiosa cuando se intenta maximizar la fuerza, la potencia y el índice de manifestación de la fuerza (115). La aproximación de énfasis parece ser una buena opción para deportistas entre intermedios y avanzados, y su mejor representación se halla en el modelo de integración vertical presentado por Francis (27).



**Figura 3.8** Ejemplo del modelo de énfasis.

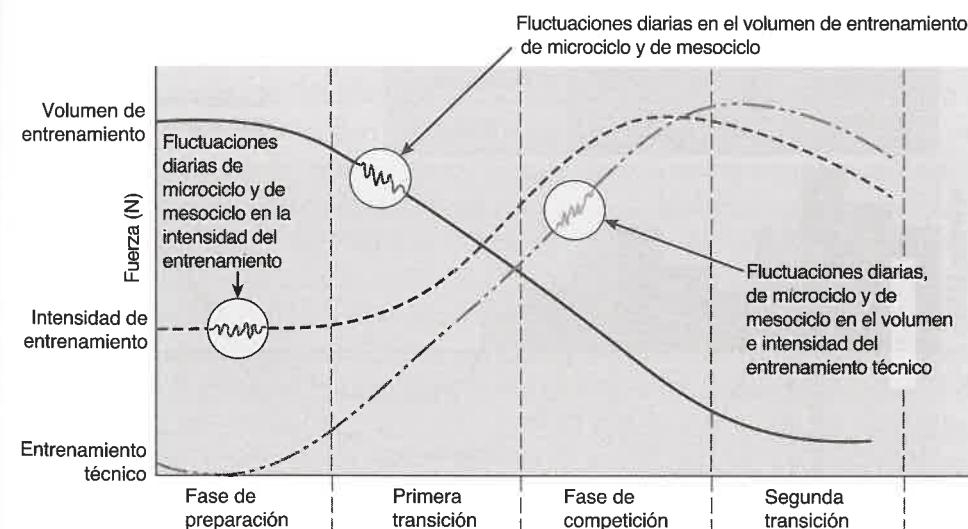
Reproducido con autorización de V. M. Zatsiorsky, 1995, *Science and practice of strength training* (Champaign, IL: Human Kinetics), 126.

## MODELOS DE PLANIFICACIÓN UTILIZADOS EN LA PERIODIZACIÓN

Los entrenadores pueden optar por muchos modelos para construir un plan de entrenamiento periodizado. Estos modelos pueden dividirse en tradicionales, en bloques y de énfasis.

### Modelo tradicional

El componente central del modelo tradicional es el de un sistema complejo que emplea el desarrollo paralelo de las habilidades biomotoras (22, 90, 103). Este modelo tiende a utilizar estructuras de entrenamiento con variaciones relativamente limitadas en los métodos de trabajo, y que (78, 94) están construidas para crear incrementos graduales de las cargas en forma de ondas (63-65), las cuales están secuenciadas dentro de estructuras de entrenamiento predeterminadas (22). Esta progresión de las cargas está representada como una relación entre el volumen y la intensidad del entrenamiento (63). Al comienzo del plan de entrenamiento periodizado, la carga de trabajo se incrementa ante todo como resultado del incremento de los volúmenes de trabajo y de incrementos marginales de la intensidad (22). A medida que el entrenamiento progresá, el volumen de entrenamiento disminuye mientras se incrementa la intensidad. Estas fluctuaciones en la intensidad y en el volumen se muestran en la figura presentada por Matveyev (63-65). Sin embargo, esta figura solo pretende ser una ilustración gráfica de los conceptos centrales del modelo de periodización (figura 3.9) y no está destinada a ser



**Figura 3.9** Modelo clásico de periodización de Matveyev.

Reproducido con permiso de Edizioni Minerva Medica del *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 21: 342-351

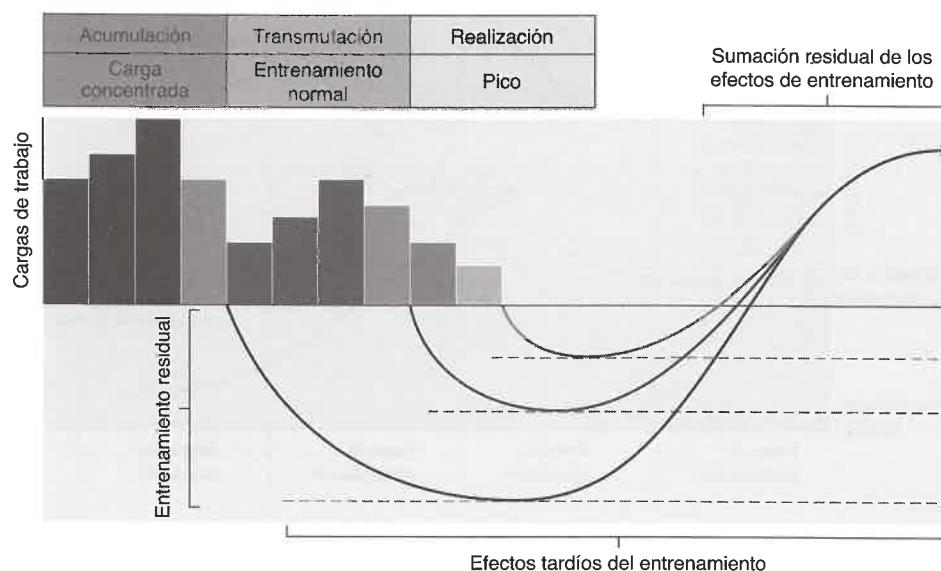
aplicada rígidamente a las prácticas del entrenamiento de todos los deportistas.

La mala interpretación de este modelo ha sido el origen del término de *periodización lineal* (6, 24, 59, 60, 79), la cual, basada en los antiguos usuarios de la periodización, no es posible ya que el concepto fundamental de la periodización es la eliminación de la linealidad. Una inspección cuidadosa del texto fundamental de Matveyev (63, 65) revela que el modelo, en efecto, no es lineal y está marcado por la variación de muchos niveles de jerarquías de periodización (por ejemplo, sesiones de entrenamiento, días de entrenamiento, microciclo, mesociclo y macrociclo).

Uno de los aspectos clave del modelo tradicional es que emplea una aproximación paralela compleja, que intenta desarrollar múltiples habilidades biomotoras necesarias para una serie de deportes simultáneamente (22, 90, 103). La mayoría de las investigaciones que apoyan la utilización de este modelo están anticuadas y fueron realizadas con atletas neófitos (90, 103). Como tal, este modelo puede no ser el adecuado para adaptarse a las necesidades de los deportistas de nivel intermedio y avanzado.

## Modelo en bloques

Para el modelo en bloques, es básica la idea de que el entrenamiento debe periodizarse y secuenciarse para permitir al deportista un mejor manejo de los factores estresantes que aquel le genera, mediante una aproximación más centrada del entrenamiento. Las evidencias científicas apoyan fuertemente la utilización del modelo de periodización en bloques para el desarrollo de la fuerza muscular y la

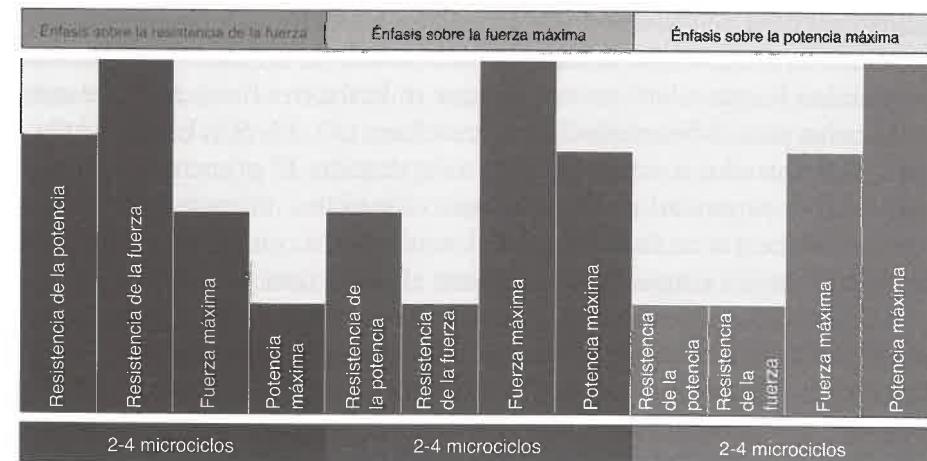


**Figura 3.10** Estructuras en bloques básicos.

capacidad máxima de generación de potencia (9, 29, 46, 77). Uno de los primeros pioneros en el desarrollo del sistema del modelo en bloques fue el Dr. Anatoliy Bondarchuk, quien ideó un sistema que utilizaba tres bloques de mesociclos especializados para el desarrollo de los lanzadores (12, 14, 50). Estos incluían los bloques de desarrollo, competitivo y de recuperación. El primero lo utilizó para implementar la capacidad de trabajo hacia el máximo, mientras que el bloque competitivo lo centró en la elevación del rendimiento competitivo. Los bloques de recuperación los empleó para preparar al deportista para el siguiente bloque de desarrollo, sirviendo como periodo de transición. La secuencia de estos bloques estaba basada en el programa de competición y en las respuestas del deportista a los factores estresantes del entrenamiento (12, 14). Issurin (48, 50) propuso un modelo que utilizaba tres bloques básicos, similares a los ofrecidos por Bondarchuk (12, 14). Este modelo utilizaba bloques de acumulación para desarrollar las habilidades básicas (por ejemplo, la fuerza, la resistencia, la técnica del movimiento), bloques de trasmutación para desarrollar las habilidades más específicas (por ejemplo, la resistencia aeróbica o anaeróbica, la resistencia muscular especializada, la potencia o la técnica específica del evento) y bloques de realización para maximizar el rendimiento. En su forma más pura, este modelo utiliza objetivos de entrenamiento mínimos en cada bloque de entrenamiento y adquiere ventaja en los efectos de entrenamiento tardíos y del entrenamiento residual (figura 3.10).

## Aproximación de énfasis

La aproximación de énfasis, como reseñaron Zatsiorsky y Kraemer (116), entrena muchos objetivos simultáneamente con varios grados de dedicación, y entonces cambia a un entrenamiento secuencial, según las exigencias del plan de entrenamiento periodizado. Igualmente, Verkoshansky y Siff (107), en su modelo de secuenciación conjugada, dan ejemplos de integración de énfasis de trabajo primario, secundario y terciario para un bloque de entrenamiento. En este modelo, cada bloque de entrenamiento está integrado verticalmente, lo que significa que los objetivos de entrenamiento complementarios se entrena con diferentes grados de énfasis (aproximación de énfasis) y secuenciados horizontalmente (aproximación secuencial). Entonces, la secuenciación horizontal capitaliza los efectos residuales y tardíos del entrenamiento establecidos en el bloque previo. Zatsiorsky y Kraemer (116) sugieren que este modelo puede ser ideal para el desarrollo de la fuerza máxima, del porcentaje de fuerza y de la potencia en atletas que participan en muchos deportes de potencia. Verkoshansky y Siff (107) ofrecen ejemplos de cómo puede utilizarse esta aproximación en deportistas cuyos objetivos sean el desarrollo de la fuerza explosiva y la producción de potencia (figura 3.11).



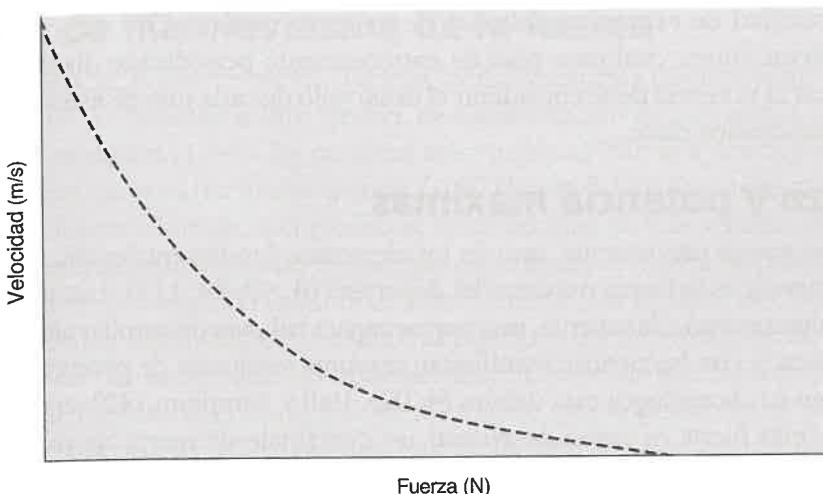
**Figura 3.11** Ejemplos de utilización de la aproximación de énfasis con el objetivo de desarrollar la fuerza explosiva y la producción de potencia.

## FUNDAMENTOS DEL DESARROLLO DE LA POTENCIA

La capacidad para generar altos resultados de potencia se facilita con la habilidad de producir rápidamente elevados niveles de fuerza y expresar gran velocidad de contracción (55). El examen de la relación entre la fuerza y la velocidad revela que existe una relación inversa, como indica la curva de fuerza-velocidad (figura 3.12).

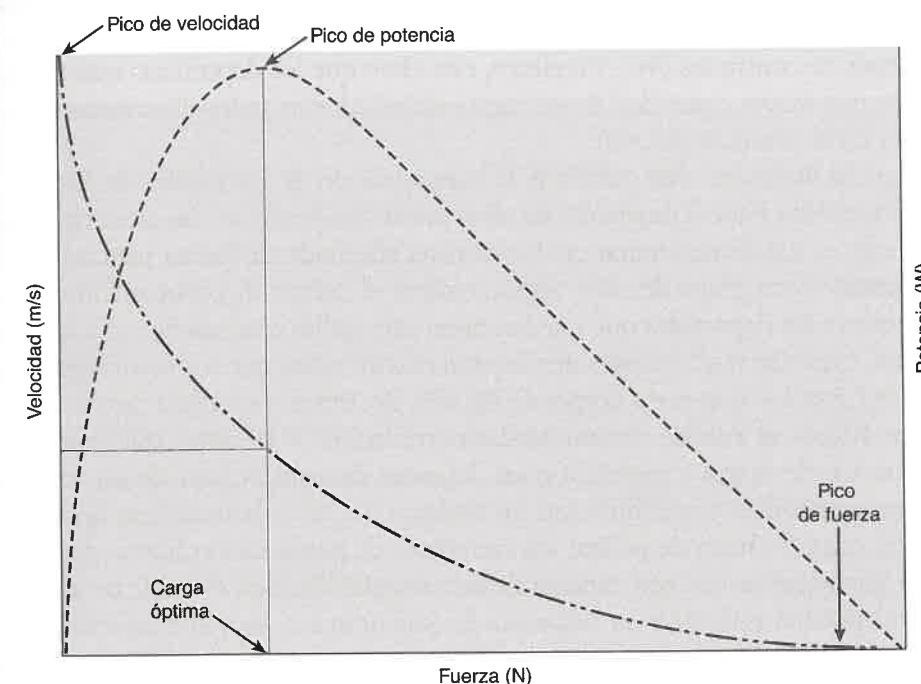
Cuando se examina la curva fuerza-velocidad, es evidente que, cuando se incrementa la velocidad del movimiento, disminuirá la fuerza que el músculo puede producir durante la contracción concéntrica. Debido a la relación entre fuerza y velocidad, está claro que la expresión de la producción de la potencia máxima tiene lugar a niveles comprometidos de fuerza y velocidad máximas (figura 3.13).

Cuando en un programa de entrenamiento se marca el objetivo de la optimización de la producción de potencia, deben considerarse tres elementos clave. Primero, la fuerza máxima debe incrementarse, puesto que tiene una relación directa con la capacidad de expresar altos niveles del desarrollo de la fuerza y la producción de potencia (3, 4, 40, 42, 69, 112). Segundo, se ha de conseguir un alto índice de manifestación de la fuerza (IMF), que es la habilidad para expresar gran cantidad de fuerza en cortos períodos de tiempo, y es esencial para la habilidad de expresar altos resultados de potencia (2, 21, 43, 67). Finalmente, es importante desarrollar la habilidad de expresar altos niveles de fuerza cuando se incrementa la velocidad de acortamiento (40). La interacción entre estos elementos es fuerte, y la fuerza global del deportista sirve como factor fundamental para disponer de la capacidad de expresar altos resultados de potencia (40, 55). En la literatura científica se evidencia la interrelación entre la fuerza máxima, el IMF



**Figura 3.12** Relación básica fuerza-velocidad.

Reproducido con autorización de G. G. Haff y S. Nimphius, 2012, «Training principles for power», *Strength and Conditioning Journal* 34(6): 2-12.



**Figura 3.13** Relación entre fuerza-velocidad, fuerza-potencia, velocidad-potencia y carga óptima.

Reproducido con autorización de G. G. Haff y S. Nimphius, 2012, «Training principles for power», *Strength and Conditioning Journal* 34(6): 2-12.

y la capacidad de expresar resultados de potencia máxima (36, 42). Basado en estas interacciones, cualquier plan de entrenamiento periodizado diseñado para optimizar la potencia debe considerar el desarrollo de cada uno de estos atributos interrelacionados clave.

## Fuerza y potencia máximas

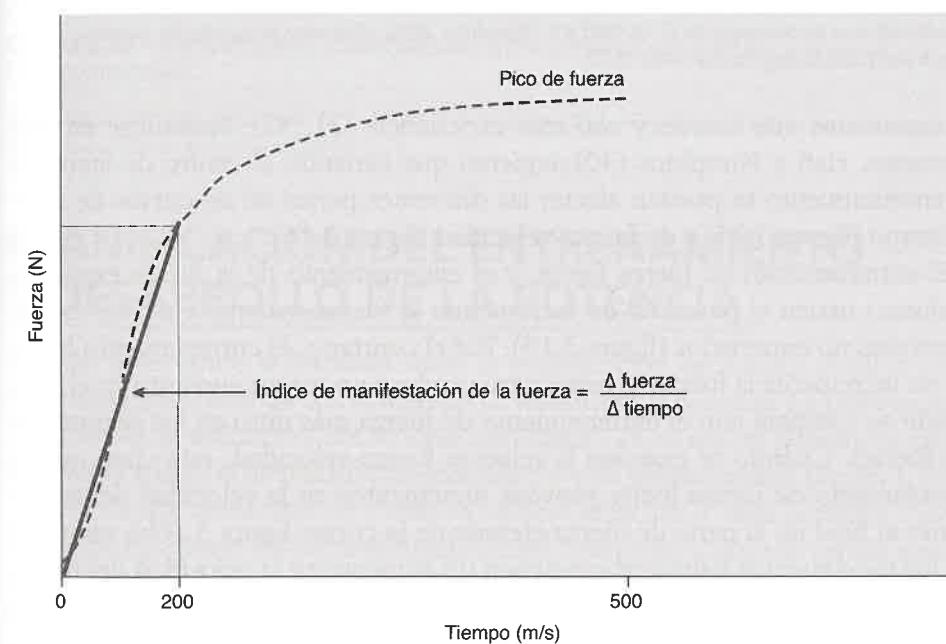
Como se reseñó previamente, uno de los elementos fundamentales del desarrollo de la potencia es la fuerza máxima del deportista (4, 40, 69, 112). Los atletas más fuertes demuestran, claramente, una mayor capacidad para desarrollar altos niveles de potencia y, con frecuencia, manifiestan mayores resultados de potencia comparados con sus homólogos más débiles (4, 92). Haff y Nimphius (40) sugieren que la gente más fuerte es capaz de generar un porcentaje de fuerza mayor, cuando se les equipara con gente más débil (3, 42). Esta afirmación se ve apoyada por la literatura de investigación, en donde se señala que los deportistas más débiles que emprenden un entrenamiento de fuerza, con el objetivo de incrementar su fuerza máxima, experimentan incrementos significativos en su potencia muscular (4, 19), lo cual se traduce en la mejora del rendimiento deportivo (19, 92). Una vez que el deportista ya ha establecido los niveles de fuerza adecuados, puede ser capaz de capitalizar mejor los beneficios de los ejercicios del desarrollo de la potencia, como la pliometría, los ejercicios balísticos, los métodos de complex training o los entrenamientos en contrastes (40). En efecto, está claro que los deportistas más fuertes exhiben una mayor capacidad de respuesta global a los métodos de entrenamiento basados en la potencia (20, 40).

Según la literatura, está claro que la maximización de los niveles de fuerza es un prerequisito para el desarrollo de altos niveles de potencia. Sin embargo, muchas veces es difícil determinar cuál es el nivel adecuado de fuerza para un atleta determinado o un grupo de ellos. Según sostiene el cuerpo de conocimientos contemporáneo, los deportistas que pueden hacer sentadillas con más de  $2,0 \times$  la masa corporal, expresan rendimientos de potencia más elevados que sus homólogos más débiles ( $1,7$  o  $1,4 \times$  la masa corporal) (8, 92). Recientes investigaciones sugieren que los atletas de edades comprendidas entre los 16 y 19 años, que compiten en deportes de fuerza y potencia o en deportes de equipo, han de ser capaces de hacer sentadillas posteriores con un mínimo de  $2,0 \times$  la masa corporal (56). Además, cuando tratan de utilizar los complejos de potenciación fuerza-potencia, parece que aquellos que son capaces de hacer sentadillas con el doble de su peso corporal pueden optimizar su respuesta de potenciación para el desarrollo de la potencia (82, 84). Basándose en dicha literatura, Haff y Nimphius (40) sugieren que  $2,0 \times$  la masa corporal, en una sentadilla posterior, es el requerimiento mínimo para emprender un entrenamiento especializado para maximizar el rendimiento de potencia. Estos autores también sugieren que los profesionales de la fuerza y del acondicionamiento siempre deben incluir la fuerza máxima como parte de los procesos de entrenamiento para optimizar la producción de potencia (40).

## Índice de manifestación de la fuerza

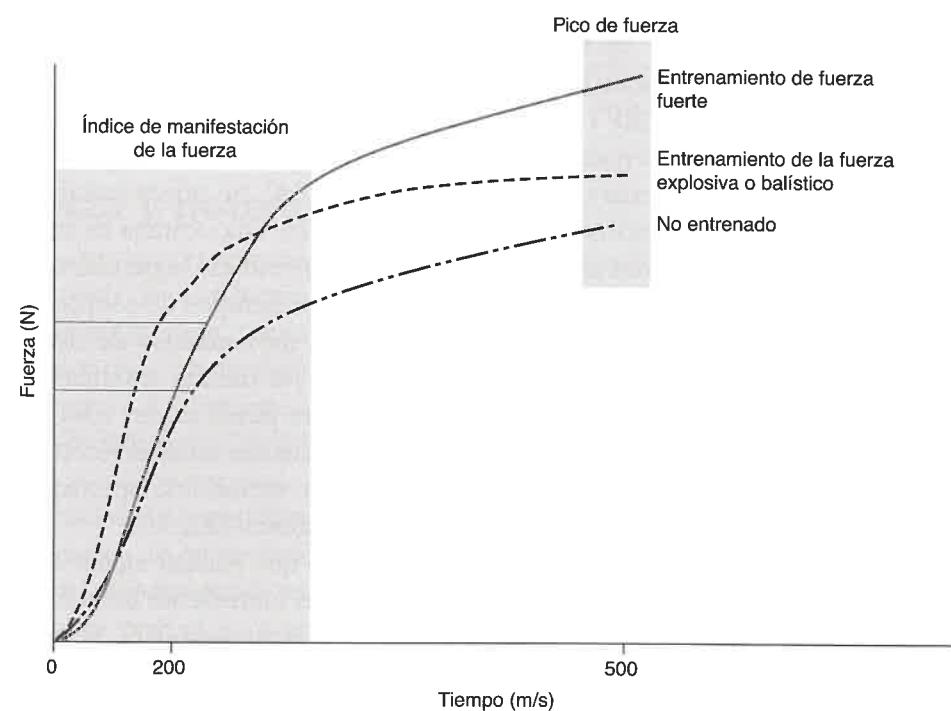
Con frecuencia, el porcentaje en el que la fuerza se expresa durante el movimiento deportivo se denomina IMF (Índice de Manifestación de la Fuerza), o fuerza muscular explosiva (1, 67). En su forma más simple, el IMF está determinado por la pendiente de la curva fuerza-tiempo (108) (figura 3.14). Se puede calcular el IMF de diferentes formas, incluyendo el valor del pico en una ventana de muestreo predeterminada y bandas de tiempo específicas, como en la pendiente de 0-200 metros por segundo (m/s) (41). Normalmente, los tiempos de contracción de 50-250 m/s se asocian con el salto, el esprint y los movimientos de cambio de dirección. Es improbable que puedan desarrollarse las fuerzas máximas con tiempos de contracción cortos, y se ha informado que se puede tardar >300 m/s para generarlas (1, 95, 97). Teniendo esto en cuenta, muchos autores recomiendan realizar ejercicios balísticos con cargas ligeras como método de optimizar el IMF y, consiguientemente, el rendimiento de potencia global (21, 75).

Cuando se examina la literatura científica, está claro que realizar ejercicios de entrenamiento de fuerza con cargas pesadas provoca un incremento de la fuerza máxima (21, 75) y del IMF en la gente más débil o no entrenada (62). Mientras que, en la mayoría de los deportistas, entrenar con cargas pesadas incrementa sus reservas de fuerza, y puede afectar positivamente en su IMF, es probable que los ejercicios explosivos o balísticos sean necesarios para optimizar el IMF en



**Figura 3.14** Curva isométrica de fuerza-tiempo.

Reproducido con autorización de G. G. Haff and S. Nimphius, 2012, «Training principles for power», *Strength and Conditioning Journal* 34(6): 2-12.

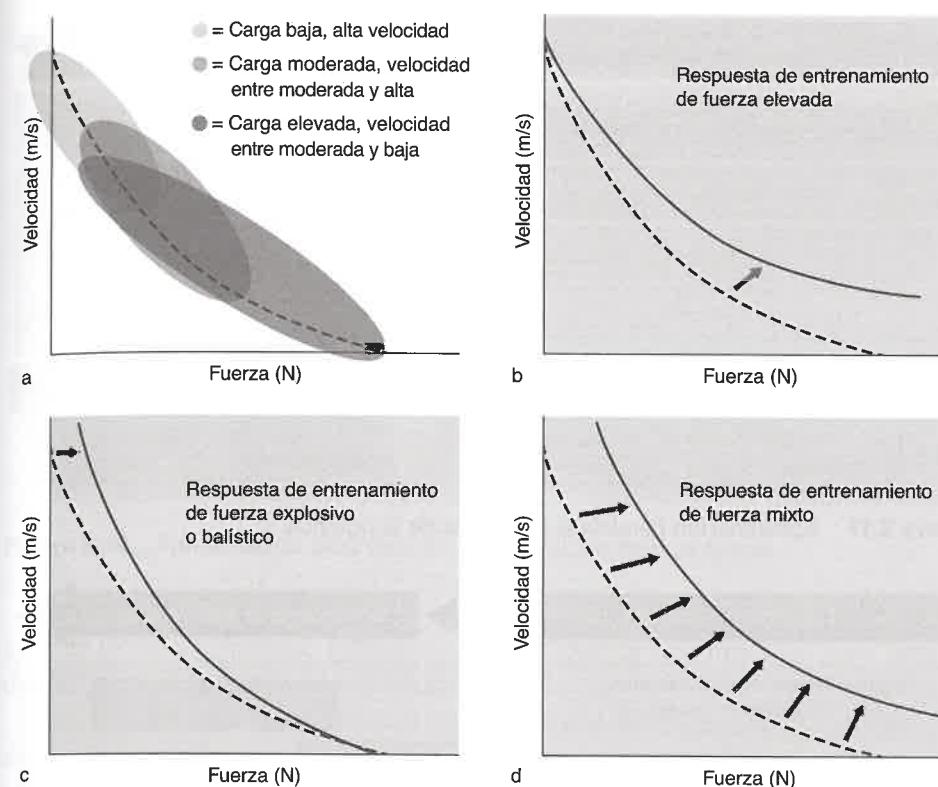


**Figura 3.15** Curva isométrica de fuerza-tiempo representando la respuesta de la curva fuerza-tiempo al entrenamiento.

Reproducido con autorización de G. G. Haff y S. Nimphius, 2012, «Training principles for power», *Strength and Conditioning Journal* 34(6): 2-12.

los deportistas más fuertes y con más experiencia (21, 43). Basándose en este fenómeno, Haff y Nimphius (40) sugieren que variando el centro de atención del entrenamiento se pueden afectar las diferentes partes de las curvas de fuerza-tiempo (figura 3.15) y de fuerza-velocidad (figura 3.16).

El entrenamiento de fuerza fuerte, y el entrenamiento de la fuerza explosiva o balístico tienen el potencial de incrementar la fuerza máxima y el IMF en los deportistas no entrenados (figura 3.15). Por el contrario, el entrenamiento balístico no incrementa la fuerza máxima pero produce un mayor aumento en el IMF, cuando se compara con el entrenamiento de fuerza más duro en los deportistas más fuertes. Cuando se examina la relación fuerza-velocidad, está claro que el entrenamiento de fuerza fuerte provoca incrementos en la velocidad del movimiento al final de la parte de fuerza elevada de la curva (figura 3.16b), mientras que los movimientos balísticos consiguen un aumento en la velocidad del movimiento al extremo de fuerza-baja de la curva de fuerza-velocidad (figura 3.16c). Está claro que es necesario mezclar los métodos que tienen como objetivo los movimientos de alta velocidad y de gran fuerza para ejercer un efecto global mayor en la relación fuerza-velocidad (figuras 3.16a y 3.16d) y, al final, incrementar el resultado del IMF y de la producción de potencia (40).



**Figura 3.16** Intervenciones potenciales de entrenamiento que afectan a la curva fuerza-velocidad.

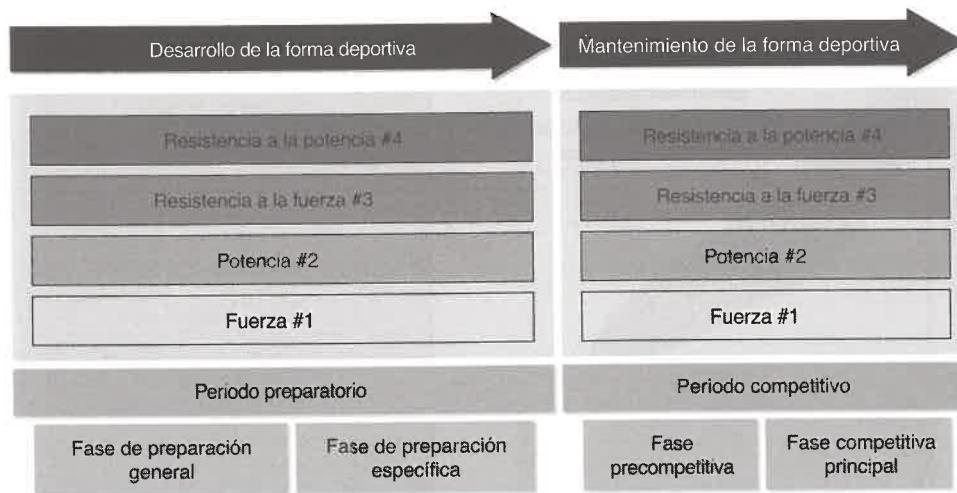
Reproducido con autorización de G. G. Haff y S. Nimphius, 2012, «Training principles for power», *Strength and Conditioning Journal* 34(6): 2-12.

## PLANIFICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO Y DESARROLLO DE LA POTENCIA

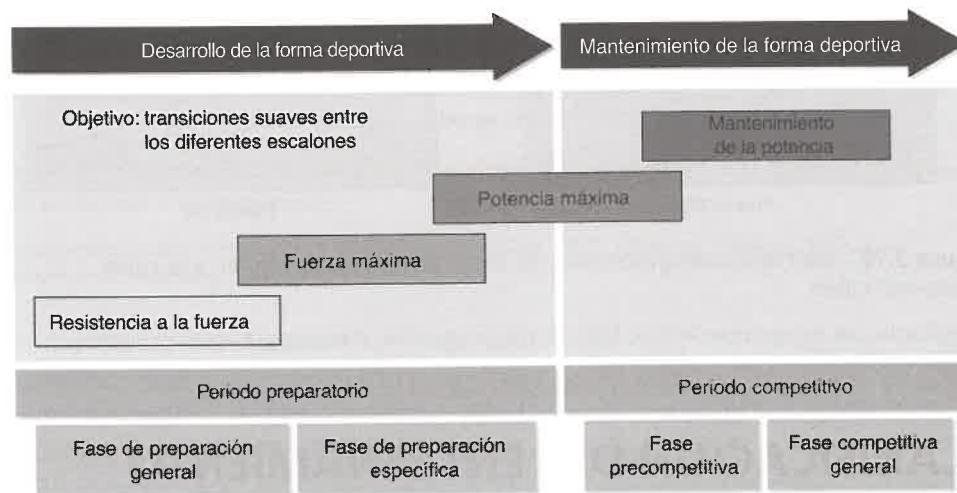
Cuando observamos la literatura sobre la periodización, se pueden elegir muchos modelos de planificación con el objetivo de maximizar la potencia. La primera aproximación es la utilización del modelo tradicional, en el que el deportista intenta desarrollar todas las habilidades biomotoras clave de forma paralela (figura 3.17).

En esta aproximación, se presta la misma atención a cada atributo clave a través de los planes de entrenamiento anual completo. Como se señaló previamente, esta aproximación puede funcionar para los deportistas jóvenes o neófitos, pero probablemente no es la ideal para los atletas de un nivel superior. Estos últimos pueden necesitar otros estándares de aproximación más avanzados con el fin de maximizar por completo el desarrollo de la potencia.

La segunda aproximación al desarrollo de la potencia es la del modelo secuencial de la periodización. Fuertes argumentos científicos demuestran que cuando



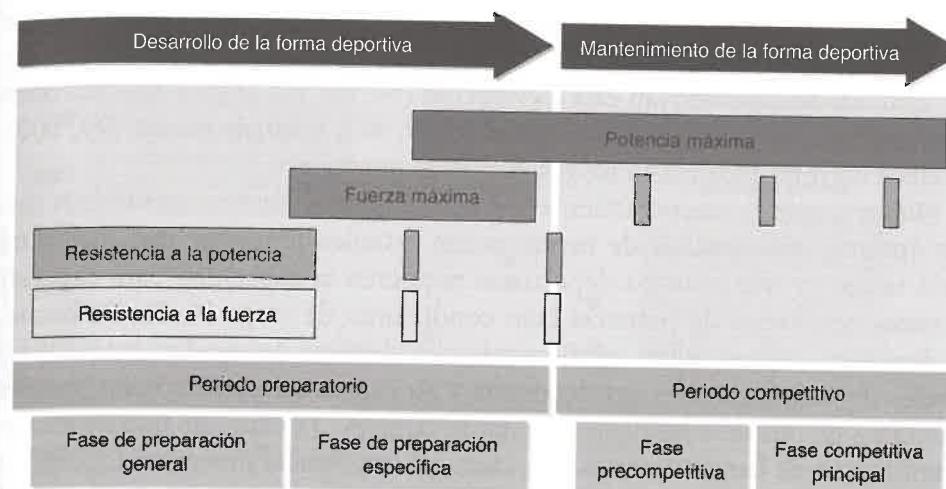
**Figura 3.17** Aproximación paralela al desarrollo de la potencia.



**Figura 3.18** Aproximación secuencial al desarrollo de la potencia.

se dedican períodos específicos de tiempo a un objetivo, pueden desarrollarse sus atributos clave de modo secuencial, dando como resultado la optimización de la capacidad para generar potencia. Basándose en el modelo propuesto por Zamparo *et al.* (112) y Minetti (69), el entrenador puede utilizar una aproximación de objetivos secuenciales de hipertrofia muscular, de fuerza máxima, de potencia-fuerza y, a continuación, de desarrollo de la potencia (figura 3.18).

Este modelo es similar a la aproximación presentada por Stone, O'Bryant, y Garhammer (93), en su comunicación original sobre la periodización del entrenamiento de fuerza. En este modelo, sus diferentes objetivos de entrenamiento se desarrollaron secuencialmente a través de un plan de entrenamiento de 12 semanas, dando como resultado un incremento significativo en la capacidad de



**Figura 3.19** Aproximación de énfasis para el desarrollo de la potencia.

generar potencia máxima. Esta aproximación parece que funciona bien para los deportistas intermedios y avanzados.

El tercer modelo de planificación que se puede utilizar es la aproximación del énfasis. En ella, los principales factores de entrenamiento se integran en una secuencia vertical y horizontal (figura 3.19).

Los factores complementarios de entrenamiento se entrena con diferente nivel de énfasis y, a continuación, se secuencian en una serie de bloques de mesociclo para optimizar la transferencia de las respuestas adaptativas claves al desarrollo de la potencia. Al mismo tiempo, se proporcionan estímulos de entrenamiento para minimizar los efectos de desentrenamiento que pueden darse en los modelos secuenciales. Como en el modelo secuencial, esta aproximación funciona bien en los deportistas intermedios y avanzados.

## PROGRAMACIÓN Y DESARROLLO DE LA POTENCIA

Una vez que se han establecido el plan de periodización global y el modelo de entrenamiento, puede desarrollarse un programa de trabajo. Lo principal de la programación es establecer la intensidad del entrenamiento, la estructura de las series empleadas, los tipos de ejercicios usados, los complejos de potenciación fuerza-potencia y el orden de los ejercicios.

### Intensidad del entrenamiento

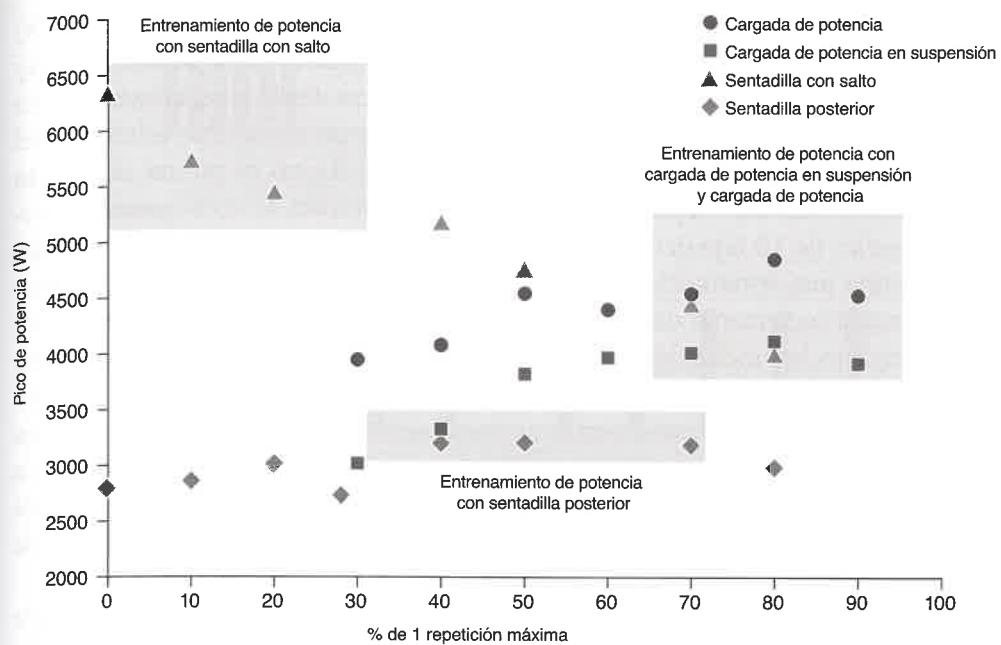
Muchos estudios se han llevado a cabo para determinar la *carga óptima* para desarrollar la potencia cuando se realiza el entrenamiento de fuerza. Se ha sugerido

que la utilización de la carga óptima es una metodología efectiva para mejorar los resultados de potencia (21, 54, 55, 68, 70, 99, 100, 109). Sin embargo, pocos estudios actuales apoyan esta aseveración (54, 68, 70, 109), y muchos otros sugieren que entrenar con cargas pesadas (19, 47), o cargas mixtas (99, 100), produce mayores mejoras en los resultados de potencia.

Mientras que, conceptualmente, parece sensato el entrenamiento con cargas óptimas, los estudios de investigación actuales muestran que puede no serlo tanto, ya que muchos deportistas requieren la capacidad para expresar elevados resultados de potencia bajo condiciones de carga (4, 5). De hecho, en deportes como el rugby, un discriminador decisivo del rendimiento son los niveles de fuerza globales del deportista y su capacidad para expresar grandes resultados de potencia bajo condiciones de carga (4, 5). Para este tipo de atletas, la utilización de cargas óptimas para desarrollar potencia provocará un cambio en su habilidad para mejorar los niveles de fuerza (19, 47, 68, 99, 100), lo cual será perjudicial para ellos. Por tanto, puede ser seguro emplear cargas de entrenamiento por encima de la carga óptima con el fin de mejorar la capacidad de expresar altos resultados de potencia bajo condiciones de carga. En apoyo de esta afirmación, Moss *et al.* (70) informaron de que el entrenamiento con cargas elevadas ( $> 80\%$  de 1RM) mejora el desarrollo de la potencia bajo condiciones de carga ( $> 60\%$  de 1RM), comparado con el realizado con cargas moderadas o bajas ( $< 30\%$  de 1RM). Cuando se trabaja con deportistas que deben expresar elevados niveles de potencia en condiciones de carga (por ejemplo, el rugby, el fútbol americano), es fundamental que el desarrollo de la fuerza sea un componente central del entrenamiento.

Muchos deportistas deben producir fuerza contra fuentes externas de resistencia y, por tanto, necesitan manejar una variedad de cargas de entrenamiento con el fin de desarrollar más potencia global en diferentes situaciones. Esto es importante cuando estos deben desarrollar potencia en condiciones sin carga, como cuando esprintan y son obligados a hacer grandes cambios de dirección con frecuencia, lo cual magnifica la carga que deben resistir o contra la que han de moverse (40). Además, los deportistas también deben producir fuerzas en actividades contra resistencias externas, como en el placaje o durante el remo, en las que hay que afrontar continuamente fuerzas elevadas durante la prestación. Debido a que en el deporte los atletas se encuentran en un continuo de cargas, es imperativo exponerlos a una variedad de ellas en el entrenamiento (40). Por tanto, para optimizar el espectro de necesidades de potencia en el deporte, el profesional de la fuerza y el acondicionamiento debe adoptar un modelo de metodología mixta de entrenamiento que trabaje la habilidad de los deportistas para generar potencia a través del rango completo de su perfil fuerza-velocidad (40, 55).

Cuando se construye un programa de entrenamiento, una estrategia para emplear la aproximación de métodos mixtos es la de utilizar una variedad de cargas de trabajo (40). Por ejemplo, por lo general, la sentadilla posterior utiliza cargas más



**Figura 3.20** Ejercicios de entrenamiento de fuerza y zonas de potencia.

Reproducido con autorización de G. G. Haff y S. Nimphius, 2012, «Training principles for power,» *Strength and Conditioning Journal* 34(6): 2-12.

elevadas ( $> 75\%$  de 1RM) para desarrollar la fuerza del tren inferior. Sin embargo, puede realizarse con cargas más ligeras (por ejemplo, 30-70% de 1RM) para desarrollar potencia (figura 3.20).

Una consideración adicional en el entrenamiento basado en la potencia es el uso de una serie de calentamiento como contribuidor clave para el rendimiento del entrenamiento en diferentes partes de la relación fuerza-velocidad (40). Por ejemplo, si el atleta está haciendo sentadillas posteriores, para desarrollar la fuerza del tren inferior, con cargas del 80 al 85% de 1RM, debería realizar unas series de calentamiento con poca carga y, si las hace explosivamente, podría utilizarlas para desarrollar la potencia (57). Levantar cargas submáximas y máximas tan rápido como sea posible de forma explosiva proporciona un mayor potencial para desarrollar potencia a través de un rango de cargas de entrenamiento, incluso cuando se utilizan ejercicios que se reservan tradicionalmente para el desarrollo de la fuerza (40, 57).

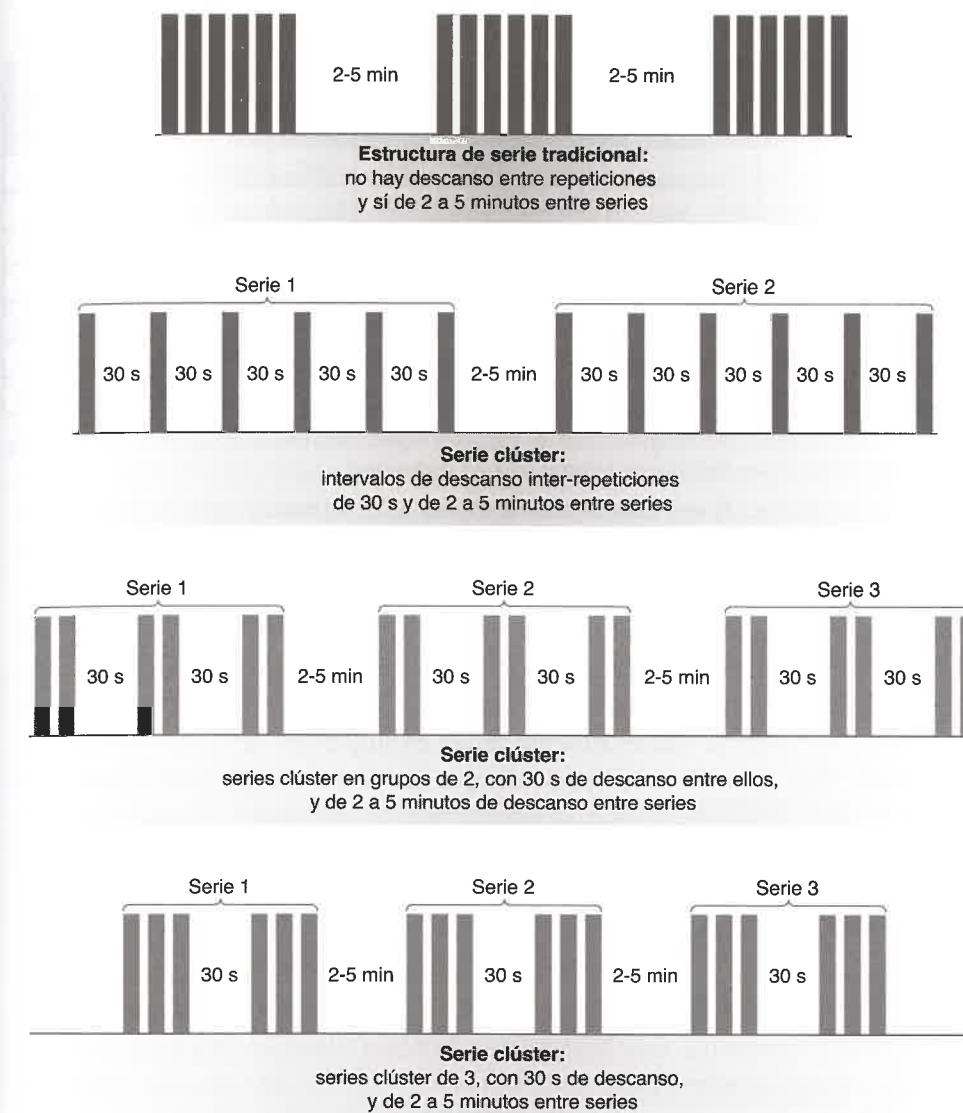
## Estructura de las series

La estructura de las series puede desempeñar una función esencial en un ejercicio dado, cuando se trata de la habilidad para desarrollar potencia. Las estructuras tradicionales de las series, en las que las repeticiones se realizan de forma continua, sin períodos de descanso entre ellas, provocan que se reduzca el resultado

de potencia conseguido en cada repetición (44). Por ejemplo, Hardee *et al.* (44) informaron de que en una serie de 6 repeticiones de la cargada de potencia hay un 15,7% de reducción en el rendimiento de potencia desde la repetición 1 hasta la 6. Además, Gorostiag *et al.* (30) señalaron que se producía una reducción del 7-20% en el porcentaje del pico de potencia durante el *press* de pierna, utilizando series tradicionales de 5 repeticiones, y una disminución del 35-45% cuando se realizaron series de 10 repeticiones. Curiosamente, un mayor volumen de las series implicó una mayor reducción del ATP y la fosfocreatina, en tanto que se demostró un mayor incremento del lactato (30), lo cual puede explicar parcialmente por qué se redujo la producción de potencia tras la antedicha estructura de series. Conjuntamente, estos datos sugieren que cuando se intenta maximizar el rendimiento de potencia, utilizando estructuras de series tradicionales, son necesarias series con menos de 6 repeticiones. Para maximizar el resultado de potencia durante el entrenamiento, puede ser seguro optar por otras estrategias de series de entrenamiento de fuerza, como las series clúster, especialmente si este es de elevado volumen (35, 39).

Las series clúster se definen, según Haff *et al.* (35, 39), como una estructura de series que aplica un intervalo de descanso corto (15-45 s) entre cada repetición, o entre pequeños grupos de repeticiones, con el fin de inducir recuperaciones parciales y maximizar la velocidad y la potencia del movimiento (3, 21). Hardee *et al.* (44) señalaron que al realizar cargadas de potencia con el 80% de 1RM, utilizando series clúster con 20 segundos de descanso entre repeticiones, solo se producía una reducción del 5,5% en la potencia tras 6 repeticiones. Estos autores compararon este resultado con el de una serie tradicional, que mostró una reducción del 15,7%. Cuando el intervalo de descanso utilizado en las series clúster se amplió a 40 segundos, la reducción del resultado de potencia fue solo del 3,3%. El incremento de potencia que se produce por el aumento del intervalo de descanso inter-repetición a 30-40 segundos, parece que se debe a la posibilidad de llenar parcialmente los depósitos de fosfocreatina y de ATP durante estos períodos de recuperación (35, 39).

A la hora de estructurar series clúster, Haff *et al.* (35) sugieren utilizar tres variantes básicas: la estándar, la ondulante y la ascendente (tabla 3.2). La serie clúster estándar utiliza un esquema de cargas en el que cada repetición se realiza con una carga exactamente igual y se maneja solo un intervalo de descanso inter-repetición. Una aproximación alternativa es utilizar una serie clúster ondulante y/o ascendente, en la que se manipulan las cargas de la repetición y los intervalos de descanso inter-repetición. En la estructura de series ondulante, la carga se incrementa de una forma piramidal, mientras que en la ascendente se aumenta la carga de cada repetición realizada en una serie. Una modificación adicional de las series clúster puede conseguirse mediante la manipulación del número de repeticiones realizadas. Por ejemplo, una serie clúster de 6 repeticiones puede realizarse con períodos de descanso entre cada repetición (6/1), entre



**Figura 3.21** Ejemplo de estructuras de series clúster utilizadas para el desarrollo de la potencia.

pares de repeticiones (6/2) o entre grupos de 3 repeticiones (6/3), variando los intervalos de descanso. Pueden desarrollarse diferentes aspectos de la potencia modificando las repeticiones y los intervalos de descanso entre ellas, o entre las agrupaciones. Cuando se intenta maximizar la potencia, con independencia de la estructura de las series clúster empleada, los intervalos de descanso entre series son, normalmente, de 2 a 5 minutos (37).

Cuando lo contextualizamos al plan de entrenamiento periodizado, las series clúster parecen proporcionar sus mejores beneficios durante las fases específicas

**Tabla 3.2** Ejemplo de estructuras de series clúster para la arrancada de potencia.

Tipo de clúster	Se-ries	x	Reps.	Ejemplo de estructura de series clúster con repeticiones con carga (peso en kilos/repeticiones [núm])		Intervalo de descanso inter-repetición (s)			
Estándar	1-3	x	5/1	106/1	106/1	106/1	106/1	106/1	30
	1-3	x	6/2	106/2	106/2	106/2			30
	1-3	x	5/3, 2	102/3	102/2				30
Ondulante	1-3	x	5/1	103/1	106/1	113/2	106/2	103/2	30
	1-3	x	6/2	104/2	110/2	104/2			30
Ascendente	1-3	x	5/1	98/1	103/1	105/1	110/1	113/1	30
	1-3	x	6/2	100/2	106/2	113/2			30

5/1 = 5 repeticiones totales divididas en 5 clúster de 1; 6/2 = 6 repeticiones totales divididas en 3 clúster de 2; 5/3,2 = 5 repeticiones totales divididas en 1 clúster de 3 y 1 clúster de 2.

Todos los pesos se basan en una arrancada de potencia máxima de 125 kg (106 kg = 85% de 1RM).

Cada serie tiene un porcentaje de intensidad de 106 kg u 85% de 1RM.

de preparación dentro del plan de entrenamiento anual (80). Por ejemplo, Roll y Omer (80) recomiendan utilizar series clúster con ejercicios de cargada y press de banca durante la fase preparatoria específica (por ejemplo, en la fase fuerza-potencia) del plan de entrenamiento anual en jugadores de fútbol americano. Igualmente, Haff *et al.* (35, 39) sugieren que las series clúster se adaptan a las fases de preparación específica, cuando el objetivo básico del entrenamiento es maximizar el desarrollo de la potencia.

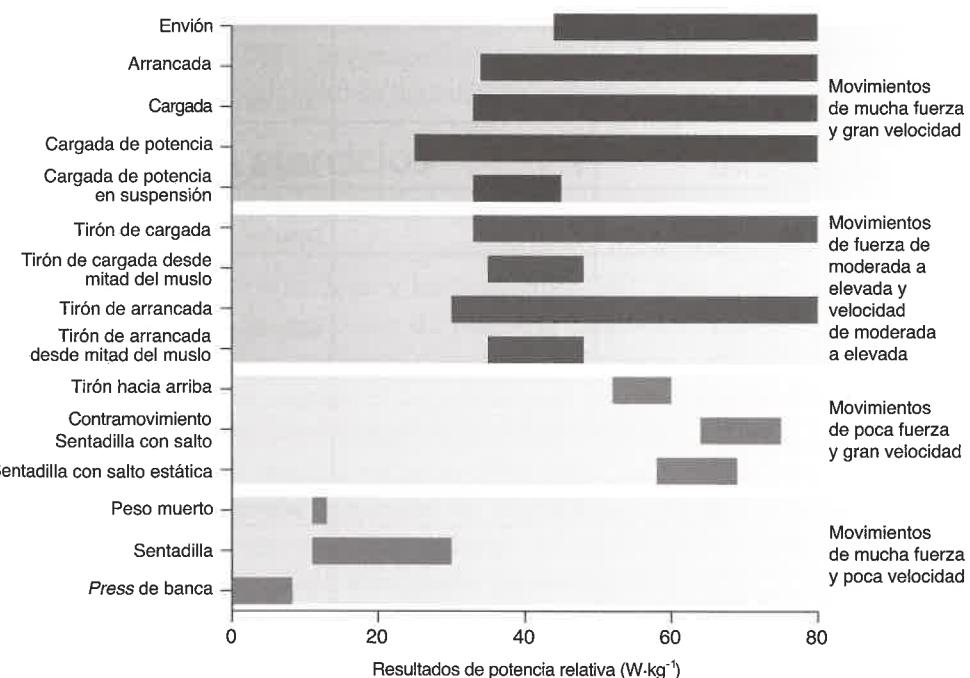
## Tipos de ejercicios utilizados

Cuando se desarrolla un programa de entrenamiento de fuerza, en línea con la periodización y las metas de planificación, la selección de los ejercicios de entrenamiento concretos desempeña una función clave en la efectividad del desarrollo de la potencia. Haff y Nimphius (40) sugieren que una aproximación de métodos mixtos es esencial cuando se intentan desarrollar diferentes partes de la curva fuerza-velocidad. Los ejercicios de entrenamiento pueden ser divididos en muchas categorías distintas, incluyendo los métodos de fuerza de choque o reactiva, velocidad-fuerza, fuerza-velocidad, fuerza máxima y fuerza supramáxima. Cada uno de ellos desarrolla diferentes aspectos de la curva fuerza-velocidad y, como tal, afectan de forma diferente al desarrollo de la potencia. Por ejemplo, el entrenamiento de choque o fuerza reactiva maximiza la acción del ciclo estiramiento-acortamiento y, generalmente, requiere que el deportista junte acciones musculares excéntricas y concéntricas de forma explosiva. El mejor ejemplo de una actividad de fuerza reactiva es la pliometría de alto nivel, como los saltos en profundidad o los saltos en caída desde el cajón que exigen que el deportista salte rápidamente en vertical después de contactar con el suelo (capítulo 6). El entrenamiento de velocidad-fuerza mejora el IMF y, en general, tiene un elevado

rendimiento de potencia (94). De otro lado, los objetivos de entrenamiento fuerza-velocidad son el desarrollo del IMF, pero tiende a utilizar cargas más elevadas. Sin embargo, estas no son tan altas como las que se utilizan para desarrollar la fuerza máxima o supramáxima. Algunos de estos métodos se tratan aquí, pero serán desarrollados con mayor detalle en el capítulo 8.

Por ejemplo, los métodos balísticos pueden utilizar actividades pliométricas cuyo objetivo es la porción poca-fuerza gran-velocidad de la curva fuerza-tiempo (40). Los métodos de fuerza-velocidad pueden utilizar cargas moderadas, del 50-85% de 1RM, con ejercicios como el tirón de cargada o la cargada de potencia para desarrollar la potencia a través de un amplio rango de la curva fuerza-velocidad. Los métodos de fuerza máxima podrían utilizar cargas de > 85% de 1RM y utilizar una serie de ejercicios, como la sentadilla posterior, para desarrollar el rendimiento de potencia con carga en el extremo de fuerza-máxima al final de la curva de fuerza-velocidad. Cada ejercicio tiene un perfil de potencia diferente y puede utilizarse de distintas formas, dependiendo de la carga, para afectar al desarrollo de los atributos de fuerza específica y de potencia, en función de cómo se empleen en el programa de entrenamiento.

Cuando examinamos el perfil de potencia de una serie de ejercicios, es evidente que cada uno tiene un perfil de potencia diferente (ver figura 3.22). Por ejemplo, los movimientos de halterofilia (por ejemplo, la arrancada, la cargada y

**Figura 3.22** Resultados de potencia relativa en una serie de ejercicios.

Reproducido con autorización de G. G. Haff y S. Nimphius, 2012, «Training principles for power», *Strength and Conditioning Journal* 34(6): 2-12.

el envión) y sus derivados (por ejemplo, el tirón de cargada, el tirón de arrancada y el press de empuje) ofrecen la capacidad para desarrollar una gran cantidad de potencia a través de un amplio rango de la relación fuerza-velocidad (capítulo 7).

Por el contrario, los ejercicios de powerlifting (la sentadilla, el press de banca y el peso muerto) producen muy poca potencia. Por tanto, estos afectan a la porción de gran-fuerza de la curva fuerza-potencia.

## Complejos de potenciación fuerza-potencia

Recientemente, ha crecido el interés en la utilización de los complejos de potenciación fuerza-potencia, en los que se utiliza una contracción muscular previa para mejorar el incremento de la producción de fuerza y potencia del ejercicio subsiguiente (85, 88). Estos complejos contienen una actividad de acondicionamiento con cargas elevadas seguida de otra de rendimiento de alta potencia. Normalmente, la franja de tiempo que media entre ambas puede tener un rango entre 4 a 10 minutos, aunque lo habitual es que dure 5 minutos. El examen de

**Tabla 3.3** Ejemplo de complejos de potenciación de fuerza-potencia.

Actividad inductora de potencia	Tiempo de recuperación (min)	Actividad de rendimiento
Sentadilla con cargas elevadas 3 repeticiones al 90% 1RM	4-5	40 m de esprint
Cargada de potencia con cargas elevadas 3 repeticiones al 90% 1RM	7	20 m de esprint
Sentadillas con cargas elevadas 3 repeticiones al 90% 1RM	7	20 m de esprint
Sentadillas con cargas elevadas 3 repeticiones al 90% 1RM	3-6	Salto con sentadilla
Sentadilla ascendente 5 repeticiones al 30% 1RM 4 repeticiones al 50% 1RM 3 repeticiones al 70% 1RM	4-5	40 m de esprint
Sentadilla ascendente 5 repeticiones al 30% 1RM 3 repeticiones al 50% 1RM 3 repeticiones al 70% 1RM 3 repeticiones al 90% 1RM	4-5	5 saltos pliométricos horizontales
Sentadilla ascendente 2 repeticiones al 20% 1RM 2 repeticiones al 40% 1RM 2 repeticiones al 60% 1RM 2 repeticiones al 80% 1RM 2 repeticiones al 90% 1RM	4-5	Saltos verticales

Basado en Seitz *et al.* (84), Seitz *et al.* (88), Gourgoulis *et al.* (31), McBride *et al.* (66), Ruben *et al.* (82), y Yetter *et al.* (111).

las diferentes actividades de acondicionamiento utilizadas para el tren inferior de los complejos de potenciación fuerza-potencia revela que se utilizan tanto la sentadilla posterior como la cargada de potencia (88). Sin embargo, recientes investigaciones de Seitz *et al.* (88) sugieren que esta última produce un rendimiento de esprint significativamente mayor, comparada con la sentadilla posterior. Independientemente del protocolo del ejercicio utilizado, el formato general de la actividad de acondicionamiento utiliza normalmente protocolos de cargas elevadas o ascendentes que llegan hasta ~ 90% de 1RM del atleta (tabla 3.3).

Cuando se examina detenidamente la utilización de los complejos de potenciación fuerza-potencia, parece que la capacidad para maximizar las ganancias de rendimiento, a partir de la actividad de acondicionamiento, se ve afectada en gran medida por la fuerza global del deportista, el ejercicio utilizado en la actividad de acondicionamiento, el periodo de tiempo tras la actividad de acondicionamiento y el ejercicio utilizado durante dicha actividad (84, 98).

Al programar complejos de potenciación fuerza-potencia en un plan de entrenamiento periodizado, se ha de considerar dónde pueden estar mejor situados dentro del programa. Estas actividades se utilizan normalmente en fases para optimizar el rendimiento de potencia, o la transición desde el desarrollo de la fuerza máxima al desarrollo de la potencia. Habitualmente, estos se utilizan en la fase de preparación específica (80, 85). Sin embargo, debido a que los complejos de potenciación fuerza-potencia son actividades de métodos mixtos, cuyos objetivos simultáneos son la fuerza y la potencia, pueden ser útiles durante las fases pre-competitiva y la competitiva principal, dentro del plan de entrenamiento anual. Esta modalidad se discute con más detalle en el capítulo 8.

## Orden de los ejercicios

Cuando se elabora un programa de entrenamiento, la mayoría de las normas de ordenación de los ejercicios sugieren que los de potencia deben realizarse antes que los ejercicios de base y los auxiliares (37). Este orden es efectivo ya que, muchas veces, los ejercicios de potencia exigen más esfuerzo, destreza y atención que los básicos multiarticulares y los auxiliares monoarticulares y, por tanto, deben realizarse cuando el deportista está fresco. Aunque esa estrategia es excelente, puede que no sea la mejor aproximación para los atletas más fuertes y desarrollados, ya que pueden necesitar estructuras de entrenamiento más avanzadas para maximizar sus ganancias de rendimiento. Otro modo de organizar un programa de entrenamiento es mediante el trabajo ascendente o descendente (96). Las sesiones de trabajo ascendente comienzan con ejercicios de choque o de fuerza reactiva, seguidos por balísticos de fuerza-velocidad y de fuerza con cargas elevadas (tabla 3.4). Los programas de trabajo ascendente incrementan la aplicación de la fuerza y reducen la velocidad del movimiento durante las sesiones de entrenamiento.

Por el contrario, las sesiones de trabajo descendente invierten este orden comenzando con cargas pesadas, con ejercicios de fuerza, y terminando con ejercicios balísticos o de choque (3.5). Invirtiendo el orden de la sesión, el deportista progresó desde las actividades de mucha a poca fuerza, mientras que incrementa la velocidad del movimiento.

Ambos métodos, de ascenso y descenso, permiten desarrollar diferentes porciones de la curva fuerza-velocidad y pueden afectar al desarrollo de la potencia a través de una variedad de estructuras de carga.

**Tabla 3.4** Ejemplo de programa de trabajo ascendente.

Ejercicios	Series	x	Repetic.	Carga (% 1RM)	Foco
Salto en profundidad	3	x	5	0	Fuerza reactiva o de choque
Sentadilla con salto	3	x	5	0-30	Balística
Cargada de potencia	3	x	5	75-85	Fuerza-velocidad
Sentadilla posterior	3	x	5	80-85	Fuerza

**Tabla 3.5** Ejemplo de programa de trabajo descendente.

Ejercicios	Series	x	Repetic.	Carga (% 1RM)	Foco
Sentadilla posterior	3	x	5	80-85	Fuerza
Cargada de potencia	3	x	5	75-85	Fuerza-velocidad
Sentadilla con salto	3	x	5	0-30	Balística
Salto en profundidad	3	x	5	0	Fuerza reactiva o de choque

## CONCLUSIÓN

Basado en el conocimiento científico actual, los planes de entrenamiento periodizados son un componente esencial en el desarrollo del rendimiento deportivo. Una vez que está establecido el plan de entrenamiento multianual o anual, se puede planificar la organización de las estructuras de entrenamiento y determinar qué métodos de trabajo incluir en el programa para desarrollar la potencia. Una estructura de planificación en paralelo puede ser una herramienta adecuada para guiar los procesos de entrenamiento en los deportistas noveles. Sin embargo, para los atletas avanzados o de nivel intermedio, los modelos secuenciales o de énfasis proporcionan un estímulo de entrenamiento superior para maximizar tanto la fuerza como la potencia. Independientemente de la planificación utilizada en la estructura, es esencial que el profesional de la fuerza y el acondicionamiento comprenda que la fuerza es el fundamento a partir del cual se construye la potencia, y que el desarrollo de la fuerza debe ser siempre una parte del proceso de entrenamiento. Cuando el objetivo es el desarrollo de la fuerza y de la

potencia, es necesaria una aproximación de modelo de entrenamiento mixto. Las estructuras de entrenamiento, como los complejos de potenciación fuerza-potencia y las series clúster, pueden ser útiles cuando se establecen las intervenciones de entrenamiento. Además, las estructuras ascendentes y descendentes pueden ser componentes útiles de un plan de trabajo para desarrollar el desarrollo de la potencia.

# Entrenamiento de la potencia en diferentes poblaciones

N. Travis Triplett,  
PhD, CSCS,\*D

Rhodri S. Lloyd,  
PhD, CSCS,\*D

Muchos profesionales de la fuerza y del acondicionamiento trabajan con clientes con un rango de diferentes edades y de atletas. Este capítulo presenta las normas de actuación para el entrenamiento de potencia en poblaciones que tienen características distintas y, por ello, puedan necesitar que se modifiquen los protocolos de entrenamiento estándar con el fin de maximizar los efectos del trabajo y minimizar el riesgo de lesión. Cuando se diseñan programas para mejorar la potencia, es importante tener en cuenta que el entrenamiento de esta en el contexto de la juventud, de los deportistas en desarrollo y de los mayores, puede verse afectado por una serie de factores de la historia médica de cada uno.

## ENTRENAMIENTO PARA POBLACIONES JÓVENES

Tanto en los niños como en los adolescentes que están implicados en deportes competitivos, que participan en una actividad física recreativa o que simplemente deben cubrir las necesidades de sus tareas físicas diarias, la capacidad para producir una potencia neuromuscular máxima es una capacidad física esencial. Para el rendimiento deportivo dinámico, hay que tener la capacidad de producir gran cantidad de potencia neuromuscular (30) debido a que los rendimientos elevados de potencia es una característica típica del éxito deportivo (57). También, la potencia muscular es un atributo físico importante para la absorción de

fuerzas en los cambios rápidos de dirección cuando se afrontan movimientos sin anticipación previa (65). Por ello, tanto los niños como los adolescentes deben implicarse en los métodos de entrenamiento que estimulen el desarrollo de su potencia neuromuscular.

La modalidad de entrenamiento más común para desarrollar la potencia neuromuscular es alguna forma de entrenamiento de fuerza. Este tipo de trabajo es un método especializado de entrenamiento en el que la persona trabaja contra un amplio rango de cargas de resistencia aplicadas a través de la utilización del peso corporal, las máquinas de peso, los pesos libres (barras y mancuernas), las bandas elásticas y los balones medicinales (40). A pesar de la preocupación previa que suscitó con respecto a su seguridad, en la actualidad, el entrenamiento de fuerza está reconocido como un vehículo seguro y efectivo para desarrollar la fuerza muscular y la potencia en niños y adolescentes, y debería servir como parte esencial de la actividad física diaria de todos los jóvenes (40). Los entrenadores que planifican, llevan a cabo y desarrollan los programas atléticos para jóvenes, tendrían que poseer conocimientos de la ciencia del ejercicio pediátrico, una cualificación reconocida sobre la fuerza y el acondicionamiento (por ejemplo, certificado de especialista en fuerza y acondicionamiento), una cierta experiencia en pedagogía (es decir, método y práctica para enseñar) y la capacidad para comunicarse con los jóvenes de diferentes edades y capacidades.

## Evaluación de la potencia en las poblaciones de jóvenes

En la actualidad, se dispone de un amplio rango de equipamiento para evaluar la cinética y la cinemática del rendimiento deportivo isométrico y dinámico, siendo las diferentes formas de salto, esprint y lanzamiento las que están implicadas en los protocolos de evaluación predominantes (51) (ver capítulo 2). Las herramientas de medida previamente utilizadas para evaluar la potencia neuromuscular en la población joven incluyen las plataformas de fuerza y los transductores de posición lineal (15, 27), las plataformas de contacto (43), los sistemas de análisis del movimiento (37) y la dinamometría isocinética (11). Otro elemento del equipamiento que, con frecuencia, se emplea para determinar en los jóvenes el rendimiento de potencia a corto plazo es el cicloergómetro y, muchas veces, dicho rendimiento, tanto en niños como en adolescentes, se ha evaluado utilizando el test anaeróbico de Wingate (2). Independientemente del equipamiento o los protocolos de los test, es fundamental la forma en la que se apliquen estas pruebas. Los jóvenes necesitan sesiones de familiarización, los niños instrucciones claras y cordiales y, siempre que sea posible, un equipamiento adaptado a su tamaño.

Mientras que los estudios de investigación han utilizado el test anaeróbico de Wingate para evaluar los resultados de la potencia a corto plazo, el rendimiento es menos dependiente de la coordinación neuromuscular y, discutiblemente, más

dependiente de la resistencia bioquímica (50). Como consecuencia, con el fin de determinar cómo comparar dos niños en términos de potencia neuromuscular, para evaluar la efectividad de la intervención del entrenamiento, el entrenador debe procurar utilizar protocolos del test que requieran esfuerzos máximos únicos, a velocidades y cargas submáximas. El protocolo del test que aparece con más frecuencia en la literatura pediátrica, y que es el que emplean con mayor frecuencia los técnicos, es el salto vertical (45). Como se estableció en el capítulo 2, con la plataforma de fuerza se cuantifica el pico de potencia a partir de la reacción de las fuerzas contra el suelo y la velocidad de desplazamiento del centro de gravedad, mientras que este puede calcularse indirectamente utilizando una plataforma de contacto a través de la altura del salto y la masa corporal. Dada su relativamente fácil administración, los protocolos del salto vertical se utilizan rutinariamente dentro del escenario pediátrico, además de ser los preferidos por los entrenadores por el bajo coste de las plataformas de contacto, o del equipamiento similar para medir la altura de salto, comparado con el mayor precio de equipamientos como las plataformas de fuerza. Los resultados del salto vertical se han utilizado para guiar el desarrollo de las destrezas motoras en los jóvenes de edad escolar (25, 31), evaluar el rendimiento de los deportistas jóvenes (48) y monitorizar la efectividad de las intervenciones del entrenamiento (47); también se utiliza habitualmente como un componente de los protocolos de identificación de talentos deportivos (69).

Las investigaciones demuestran que, en la niñez y en la adolescencia, los incrementos de la potencia muscular se producen de modo no lineal, y tanto los niños como las niñas de todas las edades y niveles de maduración son capaces de mostrar mejoras tan solo como resultado del crecimiento y la maduración (7). Este es un factor importante que deben ponderar los investigadores y los entrenadores al planificar y llevar a cabo los programas de la fuerza y el acondicionamiento, ya que los incrementos de la potencia neuromuscular relacionados con el crecimiento y la madurez pueden malinterpretarse como adaptaciones inducidas por el entrenamiento. Como consecuencia, los técnicos deberían comprender las típicas ganancias en el rendimiento que se esperan como resultado del crecimiento y la maduración, unido al error de medición asociado con el equipamiento del test utilizado para determinar con confianza los cambios significativos en el rendimiento asociados al entrenamiento.

## Desarrollo natural de la potencia neuromuscular en los jóvenes

El desarrollo natural de la potencia neuromuscular refleja el de la fuerza muscular lo cual, como era de esperar, se debe a que ambas cualidades físicas se hallan íntimamente relacionadas (77). Por supuesto, a semejanza de la fuerza muscular, se ha demostrado que la ganancia natural de potencia neuromuscular

(cuando se mide por el rendimiento en el salto de longitud desde la posición de bipedestación) se produce en los niños pre-puberales entre los 5 y 10 años (9). Por lo general, la maduración del sistema nervioso central durante la niñez es la responsable de las adaptaciones que se registran en la potencia neuromuscular. Específicamente, tanto la capacidad para activar y coordinar las unidades motoras como el incremento de la mielinización neural, mejoran el estímulo nervioso durante esta fase de desarrollo (23). Un «brote» de aumento natural secundario de potencia neuromuscular aparece aproximadamente 18 meses antes del comienzo del pico de mayor crecimiento (aproximadamente, 10,5 años en las niñas y 12,5 años en los niños), con picos de mejoras que, normalmente, se producen a los 6-12 meses después del «estirón» (6). El pico de mayor velocidad de altura del adolescente se refiere al porcentaje máximo que alcanza durante su curva de crecimiento. Además de la continua maduración del sistema nervioso, la adolescencia se asocia con cambios estructurales y arquitecturales en el tejido contráctil el cual, al final, incrementa su capacidad para generar fuerza. El aumento de la concentración hormonal (incluidos la testosterona, la hormona del crecimiento y el factor de crecimiento similar a la insulina) median en los cambios en el volumen muscular, el ángulo muscular de pennación y las futuras diferenciaciones de las unidades motoras (78).

La capacidad para producir altos niveles de potencia muscular depende del tipo de acción muscular implicada, y las investigaciones han demostrado que cuando un músculo utiliza el ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA) puede producir mayores resultados de potencia que con una contracción concéntrica aislada (36). Dada la dinámica del deporte y la actividad física, rara vez se utiliza aisladamente una acción concéntrica; por tanto, es importante considerar cómo cambia la habilidad del niño joven, a medida que madura, para utilizar con efectividad el CEA. Las investigaciones muestran que el desarrollo del CEA no es lineal, con períodos de aceleración adaptativa en una serie de medidas de la función del CEA, para rangos de edad indicativos de picos de velocidad pre- y post-crecimiento (44). Además, los mismos investigadores examinaron la forma en la que cambia la regulación neural de la función CEA en niños de diferentes grupos de maduración, y demostraron que cuando los niños se hacen mayores o más maduros, se hacen más dependientes de los mecanismos de compensación (pre-activación) para regular las actividades cíclicas de alta velocidad que producen un elevado nivel de fuerza, como los saltos sobre una pierna sobre el terreno sub-máximos y máximos (46). La actividad de compensación refleja la actividad muscular involuntaria anticipatoria previa a la observación de cualquier actividad refleja espinal o supra-espinal.

## Entrenabilidad de la potencia neuromuscular en los jóvenes

Las investigaciones muestran que el entrenamiento de fuerza tradicional, los ejercicios balísticos, la pliometría y el levantamiento de peso son las formas más comunes de entrenamiento de fuerza para desarrollar la potencia neuromuscular (13). Mientras que es escasa la literatura que analiza la interacción entre el crecimiento, la maduración y la entrenabilidad de la potencia neuromuscular, muchos estudios demuestran que, tanto los niños como los adolescentes son capaces de incrementar esta cualidad física tras su exposición a intervenciones apropiadas de entrenamiento de fuerza. En la literatura pediátrica, las investigaciones demuestran que el entrenamiento de fuerza tradicional (52), la pliometría (47), el levantamiento de peso (11), el entrenamiento de fuerza explosiva (28) y el entrenamiento combinado (83), son todos ellos métodos seguros y efectivos para mejorar los diversos índices de potencia neuromuscular. El entrenamiento de fuerza también ha demostrado que incrementa la sensibilidad a la insulina en los jóvenes obesos debido a que este modo de trabajo puede incrementar tanto el volumen como el reclutamiento de las fibras musculares de contracción rápida (74).

Debido a que hay pocas evidencias de adaptaciones hipertróficas en los niños, es probable que las ganancias inducidas por el entrenamiento de fuerza en la potencia neuromuscular durante la niñez estén determinadas por los cambios en el sistema nervioso (5). Por el contrario, las ganancias inducidas por el entrenamiento de la potencia neuromuscular durante la adolescencia, normalmente no solo son consecuencia de las adaptaciones del sistema nervioso, sino también de las propiedades estructurales y arquitecturales (53). Se requieren más investigaciones para examinar los mecanismos específicos que median entre las ganancias inducidas por el entrenamiento en la potencia neuromuscular en los jóvenes, especialmente en aquellas adaptaciones que subyacen a largo plazo durante las diferentes fases de su maduración.

Existe una relación fundamental entre la fuerza muscular y la potencia neuromuscular. Las evidencias demuestran que los que poseen niveles de fuerza elevada tienen una mayor capacidad para producir potencia (13). Dados sus múltiples beneficios para la salud y para el rendimiento, y su capacidad para reducir el riesgo de lesión, el entrenamiento de fuerza debe ser parte integral de cualquier programa de acondicionamiento y de fuerza destinado a los jóvenes (40). Los entrenadores deben asegurarse de que a todos los niños y adolescentes se les proporcionan estrategias de entrenamiento apropiadas para desarrollar una mecánica motora saludable, a la vez que, incrementan sus niveles de fuerza muscular (40). En conjunto, la competencia motora y la fuerza muscular servirán como fundamentos para un robusto sistema a través del cual puedan producirse niveles elevados de potencia muscular y disminuir durante las actividades diná-

micas de todo el cuerpo. Es esencialmente prudente considerar el énfasis sobre la fuerza muscular y la competencia motora, teniendo en cuenta la tendencia negativa de los niveles de fuerza muscular y forma física motora en los jóvenes de nuestros días (12, 70). Debido al incremento del sedentarismo de los niños (79), y al hecho de que tengan menos capacidad para reclutar al máximo las unidades motoras tipo II de umbral elevado (18), es muy probable que los entrenadores, en la mayoría de los casos y, simplemente, centrándose en el incremento de la competencia motora y las capacidades de fuerza muscular, puedan incrementar indirectamente la potencia neuromuscular de sus atletas.

Los investigadores han examinado los efectos de un programa de la fuerza, de 2 años de duración, sobre el rendimiento de la fuerza en jóvenes futbolistas y han demostrado que la magnitud de los aumentos se incrementa con la edad (35). La exposición a largo plazo a un entrenamiento de fuerza periodizado resultó en unos niveles de fuerza relativa de  $0,7 \times$  el peso corporal en el grupo de 11-12 años, de  $1,5 \times$  peso corporal en el de 13-15 años y de  $2,0 \times$  peso corporal en el de 16-19 años (35). En un estudio separado, el mismo grupo de investigadores mostró que, después de dos años de entrenamiento de la fuerza, los futbolistas de 13, 15 y 17 años mejoraron todos ellos el valor de 1RM en sentadilla (100 a 300%) y la velocidad del esprint (3% al 5%), utilizados como sustitución de la medición de potencia (71).

No todos los jóvenes desean implicarse en deportes competitivos, por tanto, los entrenadores no deberían basar sus prescripciones de entrenamiento de la fuerza y la potencia sobre los datos basados en poblaciones homogéneas (por ejemplo, futbolistas jóvenes de élite). Los investigadores han examinado la efectividad de las intervenciones del entrenamiento muscular integradas sobre las medidas de salud y destrezas de forma física en niños en edad escolar de 7 años (21). El estudio mostró que los niños fueron capaces de obtener mejoras significativas en el rendimiento de abdominales y fondos (incremento de la fuerza muscular y la resistencia), y también de saltos de longitud y saltos sobre una pierna (incremento de la potencia neuromuscular), tras seguir un programa de entrenamiento de 8 semanas, 2 veces a la semana (sesiones de 15 minutos) (21). El estudio de seguimiento mostró que después de 8 semanas de desentrenamiento, se mantuvieron las ganancias inducidas por el entrenamiento en los abdominales y en los saltos sobre una pierna (fuerza muscular y resistencia), mientras que en las de los saltos de longitud (potencia neuromuscular) disminuyeron significativamente (22). Esto puede sugerir que es más fácil que en los niños se mantenga la fuerza muscular, mientras que las capacidades de potencia neuromuscular requieren estímulos más frecuentes para prevenir el desentrenamiento.

También se han demostrado mejoras en la potencia muscular en jóvenes de edad escolar que seguían un programa de entrenamiento pliométrico de 4 semanas (47). Este estudio demostró que niños de 12 a 15 años fueron capaces de mejorar significativamente la función CEA, y aunque los de 9 años presen-

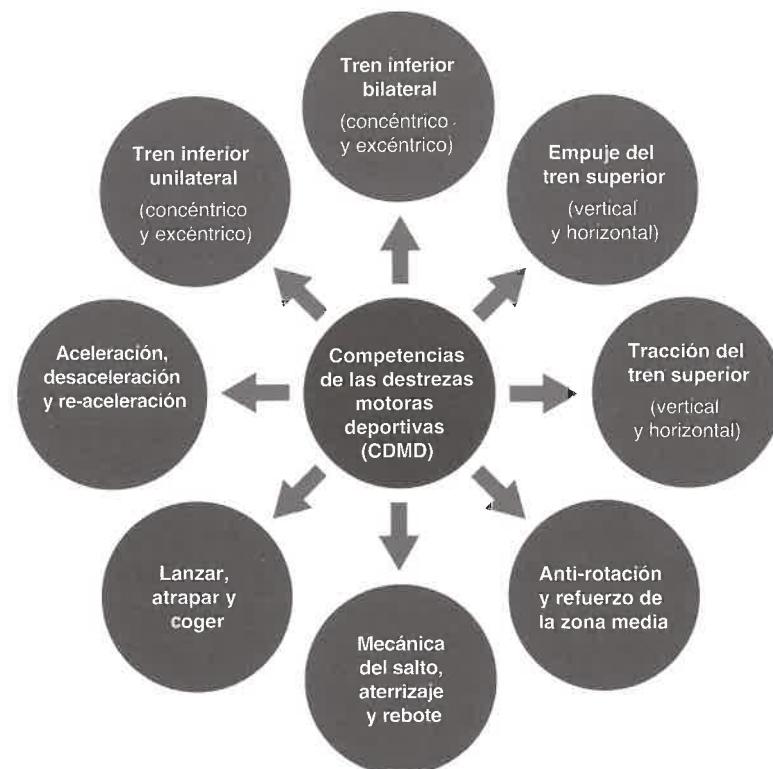
taron alguna mejora, esta no fue significativa. Esto puede resaltar que existe una respuesta dependiente de la edad al entrenamiento pliométrico, y puede indicar que los niños más jóvenes posiblemente requieran una cantidad diferente de entrenamiento para lograr mejoras similares a la de sus homólogos más maduros y con más experiencia. Por el contrario, puede sugerir simplemente que las adaptaciones inducidas por el entrenamiento tardan más tiempo en materializarse en los niños más jóvenes, lo cual apoya la noción de un entrenamiento a largo plazo para el desarrollo atlético de los jóvenes. Además, estos estudios mostraron que tanto los niños como los adolescentes pueden lograr ganancias con el entrenamiento de fuerza en potencia neuromuscular, y que los jóvenes pueden mejorar en potencia muscular como resultado del incremento de sus capacidades de fuerza muscular y que, en estos, las ganancias inducidas por el entrenamiento en potencia neuromuscular pueden disminuir en un porcentaje más rápido que la fuerza muscular.

### Trasladar la ciencia al diseño del programa

Cuando se diseñan programas de entrenamiento para niños y adolescentes, la progresión debe basarse principalmente sobre la competencia técnica de la persona. Los entrenadores deben también considerar la edad de entrenamiento de los niños y adolescentes (55), la cual refleja su experiencia relativa (por ejemplo, el número de años) de entrenamiento formal y, potencialmente, el tipo de trabajo al que han estado expuestos. Asimismo, han de ser conscientes de la valoración biológica de la persona, ya que las fases de desarrollo se caracterizan por adaptaciones fisiológicas únicas que pueden afectar al diseño del programa de entrenamiento (42). Debido a las variaciones implícitas en el tiempo, el ritmo y la magnitud de maduración, la edad cronológica no debe determinar las prescripciones de entrenamiento para los jóvenes. La madurez psicosocial también ha de tenerse en cuenta cuando se diseña un programa para afrontar las necesidades individuales del niño (40). Por ejemplo, la falta de confianza de un niño introvertido e inexperto puede exigir ejercicios más simples, con progresiones más conservadoras y un mayor grado de paciencia que en un adolescente extrovertido con confianza y experiencia. El siguiente caso de estudio demuestra cómo se altera la prescripción del entrenamiento, en función de las necesidades individuales de los niños o adolescentes con diferentes grados de experiencia y competencia técnica.

### Caso de estudio 1: el niño sin experiencia de entrenamiento y con baja competencia técnica

Cuando un niño joven se expone por primera vez a un programa formalizado de acondicionamiento físico y de la fuerza, es improbable que sea capaz de demostrar competencia en una serie de destrezas motoras. Como consecuencia,



**Figura 4.1** Competencias de las destrezas motoras deportivas.

De, J. A. Moody, F. Naclerio, P. Green, y R. S. Lloyd, 2013, Motor skill development in youths. In *Strength and conditioning for young athletes: Science and application*, editado por R. S. Lloyd y J. L. Oliver (Oxon: Routledge), 53. Reproducido con permiso de Taylor & Francis Books UK.

el interés inicial debería dirigirse hacia el desarrollo de los diversos rangos de destrezas motoras que beneficiarán a su desarrollo atlético global (figura 4.1). Antes de tratar de desarrollar la potencia muscular, los entrenadores deben tratar de que incremente sus niveles de fuerza muscular, ya que el niño no entrenado, y con baja competencia técnica, estará a una considerable distancia de su techo de capacidad de producir fuerza. Por tanto, además de entrenar las destrezas motoras, también ha de trabajar los niveles básicos de fuerza muscular durante las primeras fases del programa de entrenamiento para que pueda expresar rendimientos más elevados de potencia neuromuscular. Asimismo, esta aproximación debe también proporcionar al joven un sistema neuromuscular fuerte y de gran coordinación para que pueda resistir las fuerzas reactivas e impredecibles que, normalmente, se experimentan en el juego libre, el deporte o las actividades físicas recreativas. En la tabla 4.1 se proporciona una sesión de entrenamiento para un niño no experimentado y con baja competencia técnica.

Los niños con baja competencia técnica deben integrarse en una serie de actividades que les capaciten para desarrollar simultáneamente otras cualidades de la forma física, como la coordinación, la velocidad, la potencia, la agilidad y la flexibilidad (41). Esto viene motivado por la elevada plasticidad neuronal asociada a la niñez y la entrenabilidad que acompaña a sus cualidades neuromusculares (5). Mientras que el desarrollo de la potencia neuromuscular es decisiva para el rendimiento deportivo, la actividad física recreativa, la salud general y el bienestar, adoptar una aproximación más amplia para el desarrollo atlético del joven es importante debido a la inseparable entrenabilidad de todos los componentes de la forma física en todas las fases del desarrollo (41). Como consecuencia, los entrenadores de la fuerza y el acondicionamiento no se tienen que centrarse tan solo en uno o dos parámetros de la forma física, sino que han de proporcionar un entrenamiento complementario de actividades que desarrollen un amplio rango de componentes de la forma física.

Además, desde una perspectiva pedagógica, es necesaria una aproximación variada y holística al desarrollo del deportista para mantener sesiones de entrenamiento divertidas, interesantes y motivantes para el niño (39). Los entrenadores deben recordar que muchas de las actividades que los niños aplican en sus juegos (por ejemplo, el juego de la rayuela) presentan oportunidades para entrenar la potencia, y que las actividades socializantes infantiles, que no reflejan modos de entrenamiento tradicionales (por ejemplo, pliometría avanzada o levantamiento de peso), pueden ser efectivas en el desarrollo de la potencia neuromuscular.

En términos de desarrollo de la potencia neuromuscular, los entrenadores deben observar la niñez como una oportunidad para consolidar los fundamentos del desarrollo atlético general que los capacitarán, cuando sean jóvenes, para participar en las estrategias de entrenamiento más avanzadas al tener mayor experiencia. Por ejemplo, una meta principal para el profesional que trabaja con niños con baja competencia técnica, puede ser el desarrollo de la habilidad del salto y la efectividad del aterrizaje. Esta debería verse como una destreza motora atlética crítica necesaria para una serie de actividades como, por ejemplo, el entrenamiento pliométrico. Más adelante, y a medida que la competencia técnica y la fuerza muscular se incrementan, el niño puede plantearse retos con esquemas de movimiento de estímulos de entrenamiento pliométrico más elevados que le proporcionen un estrés excéntrico mayor (por ejemplo, saltos en profundidad o rebotes). Otro ejemplo puede ser el del desarrollo de la habilidad de levantamiento de peso, en el que la niñez debería verse como una oportunidad para desarrollar destrezas motoras básicas que ayudarán al niño en la ejecución de los movimientos completos de levantamiento de peso y sus derivados, como mejora de su competencia técnica.

**Tabla 4.1** Ejemplo de sesión de entrenamiento para un niño sin experiencia de entrenamiento y baja competencia técnica.

Fase	Ejercicio	Descripción	Volumen (ser. x reps.)	Intensidad	Descanso (s)
Calentamiento divertido	Juegos de calentamiento con esquemas motores animales	Los niños se mueven por el suelo en múltiples direcciones, utilizando diferentes formas de traslación animal (por ejemplo, el oso, el cangrejo, la foca, etc.).	4 x 30 segundos	El peso corporal	30
Manejo del peso corporal	Cochinillas	Los niños se tumban de espalda, con los brazos extendidos hacia el techo y las caderas, las rodillas y los tobillos en 90 grados. A continuación, el niño extiende una pierna y un brazo sincronizadamente y los vuelve al centro. El niño coloca las manos por delante de los pies y, a continuación, camina sobre las manos separándolas tanto como sea posible, mientras mantiene control sobre el tronco. A continuación, el niño camina con los pies hacia las manos.	2 x 10 (cada lado)	El peso corporal	30
	Gusanos	El niño rueda a partir de una posición de disco, arqueando la espalda y vuelve a la posición de disco sin que los pies, las manos o la cabeza toquen con el suelo. El primer niño adopta una posición de sentadilla frontal, mientras que el compañero le sujetá por los tobillos y las espinillas. A continuación, el primer niño se mueve alrededor del suelo en múltiples direcciones y mantiene el control del tronco.	2 x 8	El peso corporal	30
	Rollos con discos sin arco		2 x 8 (cada lado)	El peso corporal	30
	Caminar con soporte frontal		2 x 10 m	El peso corporal	45

Fase	Ejercicio	Descripción	Volumen (ser. x reps.)	Intensidad	Descanso (s)
Principal	Salto al cajón de 30 cm. Sentadillas con los brazos sobre la cabeza con banda de resistencia. Fondos. Remo de pie con bandas de resistencia.		3 x 4 3 x 6 3 x 6 3 x 6	El peso corporal El peso corporal más la tensión de la banda El peso corporal El peso corporal más la tensión de la banda	45 60 45 45

### Caso de estudio 2: adolescente técnicamente competente con 6 años de experiencia de entrenamiento

Cuando un niño ha estado implicado en un entrenamiento formalizado durante su niñez, la adolescencia puede servir como una oportunidad ideal para construir sobre los niveles existentes de forma física neuromuscular. Durante el desarrollo, puede prescribirse un entrenamiento apropiado para trabajar sinérgicamente con la elevación de las concentraciones hormonales que se produce durante la pubertad. Esto capacita al adolescente para conseguir mayores adaptaciones neurales, estructurales y arquitecturales. Consecuentemente, los adolescentes técnicamente competentes, con una edad razonable de entrenamiento, deberían ser capaces de generar unos resultados de fuerza a mayor velocidad y, por tanto, de mejorar su habilidad para producir altos niveles de potencia neuromuscular. Como parte del programa de desarrollo deportivo, los adolescentes con competencia técnica de edad apropiada de entrenamiento, deben incorporar una variedad de modos de entrenamiento de fuerza para desarrollar la potencia neuromuscular, como utilizar intensidades más elevadas (por ejemplo, mayor carga externa o velocidad de movimiento), más estrategias sofisticadas de entrenamiento (por ejemplo, complex training o entrenamiento clúster), más exigencias técnicas avanzadas (por ejemplo, mayor énfasis en el entrenamiento pliométrico, derivados del levantamiento de peso) o una combinación de estas variables. Los entrenadores han de revisar regularmente la competencia de las destrezas motoras de los adolescentes, independientemente de su historia de entrenamiento, con el fin de prevenir los déficits técnicos que se producen, a lo largo del tiempo, por estirones de crecimiento súbito, desequilibrios hormonales o lesiones. En la tabla 4.2, se ofrece un ejemplo de sesión de entrenamiento para un adolescente experimentado y técnicamente competente.

**Tabla 4.2** Ejemplo de sesión de entrenamiento para un adolescente técnicamente competente con 6 años de experiencia.

Fase	Ejercicio	Descripción	Volumen (ser. x reps.)	Intensidad (% 1RM)	Descanso (min)
Preparación física	Rodar sobre <i>foam roller</i>	El niño rueda suavemente sus partes específicas del cuerpo sobre un <i>foam roller</i> prestando particular atención a las áreas de rigidez o molestias musculares.	2 x 10 (cada lado)	N/A	1
	Caminar con mini bandas elásticas	El niño da pasos lateralmente con mini bandas elásticas colocadas justamente por debajo de las rodillas o alrededor de los tobillos.	2 x 10 (cada lado)	N/A	1
	Puente de glúteos	Tumbado sobre la espalda, con las rodillas elevadas y los pies en contacto con el suelo, el niño contrae sus glúteos para extender sus caderas hacia el techo.	2 x 10 (cada lado)	N/A	1
	Saltos con una pierna y mantener		2 x 4 (cada pierna)	N/A	1
Principal	Caída desde el cajón de 30 centímetros.		4 x 3	Peso corporal	1-2
	Cargas de potencia.		4 x 2	85	2-3
	Sentadilla posterior.		4 x 5	85	2-3
	Sentadilla con salto.		4 x 4	30	2-3

## No todos se ajustan a lo mismo: la necesidad de una programación flexible

La tabla 4.2 muestra la aproximación que un entrenador puede adoptar para desarrollar la potencia neuromuscular de un adolescente que haya estado implicado en un entrenamiento formalizado durante su niñez. Sin embargo, este plan puede que no sea apropiado para el deportista que no posea una edad de entrenamiento adecuada, ni la competencia técnica necesaria para implicarse en estrategias de entrenamiento avanzado. En tal situación, el entrenador debe basar la prescripción del entrenamiento sobre la competencia técnica; de todos modos, la pedagogía implicada en los métodos de entrenamiento más básicos (destrezas motoras fundamentales) para los jóvenes de más edad, probablemente se diferenciará de la utilizada con los niños. Además, a la vez que se posibilita que adquieran mayores niveles de fuerza muscular, los adolescentes no entrenados, con falta de flexibilidad o con desequilibrios musculares, deben incluirse en las primeras fases del programa antes de intentar en ellos el desarrollo específico de la potencia neuromuscular. Por el contrario, si se entrena a un niño naturalmente dotado y altamente atlético, se debe permitir que progrese a unas estrategias de entrenamiento más avanzadas, o a intensidades mayores, cuidando de no sacrificar la competencia técnica. Estos escenarios subrayan la necesidad de que el entrenador, cuando entrena a jóvenes, adopte una aproximación flexible e individualizada.

## ENTRENAMIENTO DE ADULTOS MAYORES

La capacidad de los adultos mayores ( $\geq 65$  años) para producir potencia es vital para retener la función neuromuscular durante el envejecimiento, así como también para prevenir caídas, las cuales provocan un incremento de la morbilidad y la mortalidad (3, 26, 76). Conservar la función neuromuscular es importante por una serie de razones, entre las que se incluyen la realización de las actividades de la vida diaria y la preservación de la masa muscular, esencial para mantener el peso y una composición corporal saludable (49, 58, 67). Al igual que ocurre en los jóvenes, los adultos mayores desarrollan mejor la potencia neuromuscular mediante el entrenamiento de fuerza, incluidos los movimientos explosivos o balísticos, y los realizados con cargas pesadas. Sin embargo, los adultos mayores deben tener en cuenta sus limitaciones físicas y realizar este tipo de entrenamiento solo después de haber desarrollado una base de fuerza (63). Por tanto, los entrenadores de adultos mayores que eligen incorporar un entrenamiento de la potencia en los programas de ejercicio de fuerza, deben ajustarse al análisis de las necesidades e historia médica de sus atletas. Estos profesionales también deben poseer una cualificación de fuerza y acondicionamiento físico, preferentemente específica para la población mayor, y comprender la respuesta fisiológica y biomecánica y la adaptación que puede esperarse de los adultos mayores.

## El declive neuromuscular del envejecimiento

Para comprender las adaptaciones potenciales del entrenamiento en un programa de fuerza y de potencia en la población mayor, es necesario familiarizarse primero con el declive natural de las funciones fisiológicas de los sistemas musculares, neurales y esqueléticos. Uno de los cambios más evidentes en el cuerpo del anciano es la atrofia muscular o la pérdida de masa muscular. La sarcopenia es la pérdida de masa muscular esquelética, de su calidad y de la fuerza asociada con el envejecimiento (19, 38, 64). Gran parte de esta pérdida está causada por la desaparición desproporcionada de las fibras musculares tipo II de contracción rápida (38, 75), probablemente como resultado de la reducción de las actividades que emplean mucha fuerza y que son rápidas o explosivas (19). Junto con la atrofia de las fibras musculares tipo II, también las neuronas motoras de las que dependen disminuyen en su función, estimulándolas en un menor rango (81, 82). Además, las unidades motoras (el grupo de fibras musculares y neuronas motoras que las inervan) se remodelan dando como resultado una denervación de la fibra muscular tipo II y la re-inervación por neuronas asociadas con fibras musculares tipo I de contracción lenta (81, 82). Otros cambios provocados por la edad incluyen la disminución de la cantidad de mielina que recubre la neurona motora, lo que reduce la transmisión de la señal neural a la célula muscular (33, 34, 81). Combinadas, estas alteraciones reducen la producción de fuerza y la velocidad de contracción y, por tanto, reducen la producción de potencia en el músculo envejecido.

El tejido conectivo que forma las articulaciones y las uniones entre los músculos y los huesos pierde parte de su elasticidad, con lo que se incrementa su rigidez más allá de lo que es adecuado para la traslación de la fuerza del músculo al tendón (1). La capacidad del tendón para absorber la fuerza muscular y almacenar su energía potencial es decisiva para el funcionamiento del ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA). Por tanto, la reducción del almacenaje de energía elástica provoca la reducción de la producción de fuerza y potencia (1). Entre los 30 y los 50 años, la fuerza y la potencia disminuyen gradualmente. El mayor declive en estos parámetros se produce después de los 60 años, viéndose una reducción más rápida de la potencia que de la fuerza. Por ejemplo, entre los 60 y los 65 años, y los 80 y los 85, los niveles de fuerza disminuyen en un porcentaje de alrededor del 1% o más por año, lo cual parece mínimo, pero en 20 años puede ser tan importante como el 25 o el 30% (64, 75). En los mismos rangos de edad, la pérdida anual de potencia es de más del 3%, así que las pérdidas funcionales son mucho más evidentes en el mismo periodo de 20 años (8, 63, 75).

## Entrenabilidad de la potencia en la población mayor

Numerosas investigaciones han utilizado diversas modalidades de entrenamiento de potencia y de programas para poblaciones de mayores (80). Las modalidades más habituales han sido las máquinas de ejercicio de resistencia neumáticas o hidráulicas y los pesos libres (16, 24, 58, 61, 67), y los test más comunes implicados son los saltos con contramovimiento o los ejercicios realizados con la intención de moverse con rapidez (por ejemplo, el *press* con dos piernas en máquina hidráulica o neumática) (10, 49). Debido al declive neural secundario a la edad mencionado previamente, las máquinas de ejercicio pueden ser más fáciles para que aprendan los levantadores novatos, ya que los movimientos son menos complejos y, generalmente, se restringe a un plano de movimiento lo cual, además, mejora la seguridad. También, las resistencias neumáticas o hidráulicas se acomodan y ajustan al nivel de esfuerzo de los levantadores. El rendimiento en esos ejercicios está menos limitado por la carga que con los pesos libres, con los que se debe incrementar su seguridad. Sin embargo, los levantadores más entrenados deben ser capaces de utilizar pesos libres con efectividad. En cualquier edad, la relación entre la fuerza muscular y la potencia neuromuscular es la misma, por lo que los más fuertes tienen más capacidad para producir potencia (13). Por tanto, los beneficios del entrenamiento de la potencia en poblaciones de mayores se consiguen mejor después de establecer una base de fuerza. El otro componente primario de la potencia –la velocidad de movimiento– puede manipularse con éxito en un programa de entrenamiento para adultos mayores (20, 24, 54, 73). A pesar de que la magnitud de la mejora es más modesta que en los jóvenes, las adaptaciones funcionales positivas son posibles, y diversos estudios sobre entrenamiento de potencia en adultos mayores muestran diferentes niveles de éxito (32, 54, 59, 61, 68, 72).

Más específicamente, el entrenamiento de la potencia puede llevarse a cabo de dos formas. La más común es realizar movimientos explosivos de alta velocidad (29, 56, 62), mientras que el otro método consiste en realizar movimientos con la intención de hacerlos rápidamente (4, 49), los cuales pueden, o no, ser lastreados. Cada aproximación tiene sus pros y sus contras. Realizar ejercicios explosivos requiere aplicar más fuerza de frenado para ralentizar el movimiento antes de que alcance el final del rango de su trayectoria. La excepción es si el ejercicio permite un rango completo de movimiento a velocidad máxima, como la sentadilla con salto, el lanzamiento del *press* de pierna o el *press* de banca con lanzamiento, debido a que el cuerpo frena el contacto con el suelo (sentadilla con salto) o con el peso (lanzamiento del *press* de pierna o el *press* de banca con lanzamiento). Mientras que la sentadilla con salto no requiere equipamiento especializado (aunque es más seguro realizarlo con una jaula de levantamiento), y la mayoría de las máquinas de *press* de pierna con pesos libres pueden acomodarse a las repeticio-

nes explosivas, un *press* de banca con lanzamiento requiere una máquina Smith por motivos de seguridad. Debido a las pérdidas anteriormente mencionadas de masa muscular, función neuronal motora y elasticidad de los tejidos conectivos, los levantadores mayores incluso se ven más afectados por las fuerzas más altas que se producen en los ejercicios de potencia explosiva. Esto puede implicar un riesgo de lesión, así que el énfasis debe centrarse en cuantificar primero la base de fuerza actual y asegurarse de que no presenta ningún problema la técnica del ejercicio. Los ejercicios que se hacen en las máquinas hidráulicas o neumáticas tienen la ventaja de que los movimientos pueden realizarse con el intento de hacerlos rápido, pero carecen de las características balísticas al final del rango articular del movimiento. Esto se debe a que la adaptación de la resistencia solo permite la velocidad que el levantador puede ejercer, así que para los levantadores que sean mecánicamente más débiles será más lento el final del rango de su movimiento. Un inconveniente es que muchos de estos ejercicios se hacen en un plano fijo de movimiento, por lo que es menos probable que imiten a los movimientos normales.

## Evaluación de la potencia en las poblaciones mayores

El equipamiento más común utilizado para evaluar la potencia neuromuscular en los adultos mayores incluye las plataformas de fuerza y los transductores de posición lineal (10), las máquinas de resistencia neumática (16, 67), la dinamometría (61) y la acelerometría (66). Especialmente cuando se combinan con la electromiografía (EMG), estas herramientas de medición son muy sensibles a los cambios inducidos por el entrenamiento en la potencia de los adultos mayores. Debido a que los cambios en las mediciones de la potencia explosiva, por ejemplo, los del rendimiento del salto vertical, son más pequeños y tardan más tiempo en producirse en los adultos mayores, en comparación con los jóvenes, puede que los test de campo de rendimiento del salto (por ejemplo, los test de salto vertical, plataformas de contacto) no sean lo suficientemente sensibles como para detectar cambios sutiles. Sin embargo, aparte del propósito de la investigación, es posible que no sea tan importante monitorizar los rendimientos de potencia actual en los adultos mayores que, por lo general, no entran para un evento específico, cuando lo que se debe evaluar son las mejoras en el rendimiento de las actividades de su vida diaria.

## Trasladar la ciencia al diseño del programa

Cuando se diseña un programa de entrenamiento de fuerza para adultos mayores, que incluya ejercicios de potencia o fases de desarrollo de la potencia, el concepto clave es la necesidad del análisis de las diferencias individuales de entrenamiento y de la historia médica, los cuales influirán enormemente no solo

en la selección de los ejercicios sino también en la periodización del trabajo (esquema de series y repeticiones). Los mayores deben ser revisados por un médico antes de participar en un programa de ejercicios, y no deberían tener patologías ortopédicas o cardiorrespiratorias importantes, ni tomar medicamentos que pudieran interferir con su capacidad para hacer ejercicio físico (60). Un concepto secundario cuando se diseña un programa de entrenamiento de fuerza para una población mayor es la cantidad de tiempo de recuperación, que se sugiere que sea de mayor duración, independientemente de si el objetivo del programa fundamental es la hipertrofia, la fuerza o la potencia (por ejemplo, 72 horas en lugar de 48 horas entre sesiones). Sin embargo, no hay investigaciones que hayan estudiado específicamente las adaptaciones físicas y el rendimiento después de diferentes intervalos de recuperación entre las sesiones de trabajo en los adultos mayores.

Después de haber completado la evaluación de un adulto mayor y la autorización médica, si es necesaria, pueden seleccionarse los ejercicios. Para entrenar la potencia, lo más común y efectivo son los ejercicios explosivos que impliquen múltiples articulaciones y músculos, y que se realicen en máquina y con pesos libres, como sentadillas con salto y *press* de pierna con lanzamiento. Los entrenadores han de tener en cuenta que es necesario el desarrollo de una base de fuerza para cada ejercicio antes de intentar realizarlo de modo balístico o explosivo. Lo más beneficioso para un desarrollo físico bien equilibrado es la incorporación de una serie de ejercicios, dentro de un programa periodizado, pero un adulto mayor puede necesitar más tiempo para aprender cada uno a fondo y ser capaz de realizarlo con la técnica apropiada debido a los cambios que se producen con el envejecimiento en el reclutamiento de las unidades motoras (81, 82). Por tanto, puede que rotar los ejercicios con excesiva frecuencia dentro del programa no sea lo mejor, especialmente en los levantadores primerizos.

Una vez que se han elegido los ejercicios, el siguiente paso es incorporarlos a un programa periodizado (capítulo 3). Algunos puede que no se realicen en una fase concreta del programa porque no sean la mejor elección para el esquema de series y repeticiones en esa fase (por ejemplo, deben evitarse los ejercicios aislados en los períodos de cargas más elevadas), así que es importante pensar qué ejercicios se realizarán para cada meta fundamental de entrenamiento (por ejemplo, la hipertrofia, la fuerza, la potencia). Para el levantador mayor neófito, el objetivo de cada fase es más singular. El desarrollo muscular (hipertrofia) debe ser el centro inicial de interés, seguido del desarrollo de la fuerza y, por fin, el de la potencia (ver tabla 4.3). Un adulto mayor altamente entrenado puede ocupar menos tiempo en desarrollar la fuerza, si el objetivo primordial de su entrenamiento es la potencia, o progresar más rápidamente en una fase particular mediante una mezcla de estilos de ejercicio (ver tabla 4.4).

Un aspecto que deben afrontar los profesionales de la fuerza y el acondicionamiento es el de cuál es la mejor forma de establecer la carga del ejercicio cuando

**Tabla 4.3** Ejemplo de un programa de entrenamiento de la potencia con pesos libres para un adulto mayor neófito.

Ejercicio	DÍA 1 SEMANA										
	1-2	3-5	6-8	9-11	12 (recup.)	13-15	16-18	19-21	22-24	25 (recup.)	
Sentadilla posterior*	1 × 10-12 (50-55%)	2 × 10 (60-65%)	3 × 8 (70-75%)	3 × 6 (80%)	1 × 10 (60%)	3 × 12 (60%)	3 × 10 (65%)	3 × 8 (75%)	3 × 6 (80%)	1 × 10 (60%)	
Cargada de potencia o cargada de potencia desde bloques	1 × 6 (50-55%)	2 × 6 (60-65%)	3 × 5 (70-75%)	3 × 5 (80%)	1 × 6 (60%)	3 × 6 (65%)	3 × 6 (75%)	3 × 5 (80%)	1 × 6 (60%)		
Fondo o fondo con banda*	1 × 10-12	2 × 10	2 × 8	2 × 6	1 × 10	2 × 12	2 × 10	2 × 8	2 × 6	1 × 10	
Press de hombros con mancuerna	1 × 10-12 (50-55%)	2 × 10 (60-65%)	2 × 8 (70-75%)	2 × 6 (80%)	1 × 10 (60%)	2 × 12 (60%)	2 × 10 (65%)	2 × 8 (75%)	2 × 6 (80%)	1 × 10 (60%)	
Tracción de banca	1 × 10-12 (50-55%)	2 × 10 (60-65%)	2 × 8 (70-75%)	2 × 6 (80%)	1 × 10 (60%)	2 × 12 (60%)	2 × 10 (65%)	2 × 8 (75%)	2 × 6 (80%)	1 × 10 (60%)	
DÍA 2											
Sentadilla posterior*	1 × 10-12 (50-55%)	2 × 10 (60-65%)	3 × 8 (70-75%)	3 × 6 (80%)	1 × 10 (60%)					1 × 10 (60%)	
Remo de pie con banda elástica	1 × 10-12 (50-55%)	2 × 10 (60-65%)	3 × 8 (70-75%)	3 × 6 (80%)	1 × 10 (60%)	2 × 12 (60%)	2 × 10 (65%)	2 × 8 (75%)	2 × 6 (80%)	1 × 10 (60%)	
Fondo o fondo con banda**	1 × 10-12	2 × 10	2 × 8	2 × 6	1 × 10					1 × 10	
Press de hombros con mancuerna	1 × 10-12 (50-55%)	2 × 10 (60-65%)	2 × 8 (70-75%)	2 × 6 (80%)	1 × 10 (60%)	2 × 12 (60%)	2 × 10 (65%)	2 × 8 (75%)	2 × 6 (80%)	1 × 10 (60%)	
Tracción de banca	1 × 10-12 (50-55%)	2 × 10 (60-65%)	2 × 8 (70-75%)	2 × 6 (80%)	1 × 10 (60%)	2 × 12 (60%)	2 × 10 (65%)	2 × 8 (75%)	2 × 6 (80%)	1 × 10 (60%)	
Sentadilla con salto						3 × 4 (30%)	3 × 5 (35%)	3 × 5 (40%)	3 × 4 (45%)		
Salto con sentadilla						3 × 4 (30%)	3 × 5 (35%)	3 × 5 (40%)	3 × 4 (45%)		
Press de banca						2 × 12 (60%)	2 × 10 (65%)	2 × 8 (75%)	2 × 6 (80%)	1 × 10 (60%)	

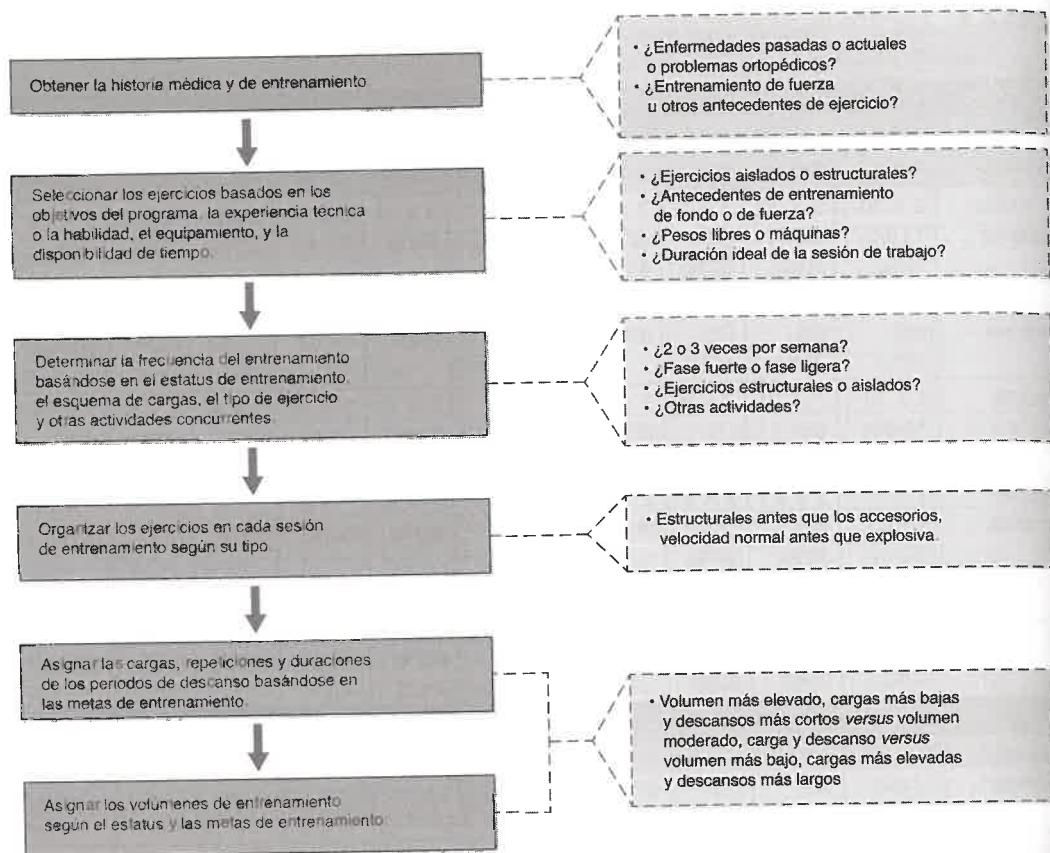
\*Si es preciso, puede reemplazarse por press de pierna.

\*\*Puede realizarse como fondo asistido o fondo con banda, en función de la capacidad de la persona.

**Tabla 4.4** Ejemplo de programa de entrenamiento para la potencia con pesos libres para un adulto mayor y experimentado.

Ejercicio	DÍA 1 SEMANA										
	1-2	3-5	6-8	9-11	12 (recup.)	13-15	16-18	19-21	22-24	25 (recup.)	
Sentadilla posterior*	2 × 10-12 (60-65%)	3 × 10 (65-70%)	3 × 8 (75-80%)	3 × 6 (80-85%)	1 × 10 (65%)	3 × 12 (60%)	3 × 10 (65%)	3 × 8 (75%)	3 × 6 (80%)	1 × 10 (65%)	
Cargada de potencia	2 × 6 (60-65%)	3 × 6 (65-70%)	3 × 5 (75-80%)	3 × 5 (85%)	1 × 6 (65%)	3 × 6 (60%)	3 × 6 (65%)	3 × 5 (75%)	3 × 5 (80%)	1 × 6 (65%)	
Press de banca	2 × 10-12 (60-65%)	3 × 10 (65-70%)	2 × 8 (75-80%)	2 × 6 (80-85%)	1 × 10 (65%)	2 × 12 (60%)	2 × 10 (65%)	2 × 8 (75%)	2 × 6 (80%)	1 × 10 (65%)	
Press de hombros con mancuerna	2 × 8-10 (60-65%)	3 × 8 (65-70%)	2 × 6 (75-80%)	2 × 5 (85%)	1 × 10 (65%)	2 × 10 (65%)	2 × 8 (70%)	2 × 6 (75%)	2 × 5 (80%)	1 × 10 (65%)	
Tracción de banca	2 × 10-12 (60-65%)	3 × 10 (65-70%)	2 × 8 (75-80%)	2 × 5 (85%)	1 × 10 (65%)	2 × 10 (65%)	2 × 8 (70%)	2 × 6 (75%)	2 × 6 (80%)	1 × 10 (65%)	
DÍA 2											
Sentadilla posterior*	2 × 10-12 (60-65%)	3 × 10 (65-70%)	3 × 8 (75-80%)	3 × 5 (85%)							
Arrancada de potencia	2 × 6 (60-65%)	3 × 6 (65-70%)	3 × 6 (75-80%)	3 × 5 (85%)		2 × 6 (60%)	2 × 6 (65%)	2 × 5 (75%)	2 × 5 (80%)		
Press de banca	2 × 10-12 (60-65%)	3 × 10 (65-70%)	2 × 8 (75-80%)	2 × 6 (80-85%)	1 × 10 (65%)					1 × 10 (65%)	
Press de hombros con mancuerna	2 × 8-10 (60-65%)	3 × 8 (65-70%)	2 × 6 (75-80%)	2 × 5 (85%)	1 × 10 (65%)	2 × 12 (60%)	2 × 10 (65%)	2 × 8 (75%)	2 × 6 (80%)	1 × 10 (65%)	
Tracción de banca	2 × 10-12 (60-65%)	3 × 10 (65-70%)	2 × 6 (75-80%)	2 × 5 (85%)	1 × 10 (65%)	2 × 12 (60%)	2 × 10 (65%)	2 × 8 (75%)	2 × 6 (80%)	1 × 10 (65%)	
Sentadilla con salto						3 × 6 (30%)	3 × 6 (40%)	3 × 4 (50%)	3 × 5 (50%)		
Salto con sentadilla						3 × 4 (30%)	3 × 6 (40%)	3 × 5 (50%)	3 × 4 (50%)		
Remo de pie con banda elástica						1 × 10 (65%)	2 × 12 (60%)	2 × 10 (65%)	2 × 8 (75%)	2 × 6 (80%)	1 × 10 (65%)

\*Si es preciso, puede reemplazarse por press de pierna.



**Figura 4.2** Pasos para elaborar un programa periodizado para un adulto mayor.

se entrena la potencia en adultos mayores. Desgraciadamente, esta cuestión es la más confusa debido a que la potencia puede incrementarse en los mayores utilizando cargas del 20% al 80% de su máximo (16, 17, 24, 68). Pueden emplearse, perfectamente, una variedad de cargas, pero su determinación se verá influida tanto por la selección del ejercicio como por el objetivo final del entrenamiento (ver capítulo 3). Algunos investigadores han demostrado que el equilibrio y la velocidad de la marcha influyen más positivamente con cargas en el rango más bajo de entrenamiento (del peso corporal al 40% del máximo), mientras que levantarse de una silla o subir escaleras se beneficia más con cargas del 50% al 80% del máximo (14, 68). Las fases del programa que utilizan estas cargas variables pueden también modificar su duración. Los adultos mayores más entrenados pueden emplear eficazmente una fase corta (2 semanas) para conseguir mejoras significativas, mientras que el levantador novato, más frágil, puede necesitar 8 semanas (ver tablas 4.3 y 4.4).

Por otra parte, el diseño de los programas para adultos mayores, no es tan diferente del diseño de un adulto joven con la excepción de la progresión global

más lenta. Las cargas son relativamente dependientes al nivel de fuerza propia de una persona y la programación debe estar orientada al objetivo el objetivo con una variedad y una recuperación adecuadas (ver figura 4.2).

## CONCLUSIONES

Cuando se desarrolla la potencia neuromuscular en los jóvenes, los entrenadores deben considerar los siguientes puntos clave:

- Tanto los niños como los adolescentes, de manera natural, incrementaran la potencia neuromuscular como resultado del crecimiento y maduración.
- Todos los jóvenes pueden lograr ganancias apreciables en potencia neuromuscular cuando se exponen a un programa de entrenamiento apropiado.
- Mientras que mejorar la potencia neuromuscular puede ser el propósito final del programa basado en la fuerza y el acondicionamiento para jóvenes, los entrenadores previamente deberían intentar desarrollar su competencia en destreza motora y los niveles requeridos de fuerza muscular.
- Independientemente de si los programas de entrenamiento intentan desarrollar destrezas motoras, fuerza muscular o, incluso, potencia neuromuscular, la progresión debe basarse en una combinación de competencia técnica, edad de entrenamiento y maduración biológica y psicosocial.
- Los entrenadores deben ser flexibles en la programación para asegurar que la prescripción del entrenamiento se ajusta a las necesidades individuales.

Cuando el objetivo fundamental del entrenamiento es desarrollar la potencia neuromuscular en el adulto mayor, los entrenadores deben considerar los siguientes puntos clave:

- La potencia neuromuscular está en función tanto de los niveles del pico de fuerza como de la capacidad para realizar un movimiento con rapidez.
- Un adulto mayor tiene la capacidad de mejorar su potencia neuromuscular en tanto su programa de entrenamiento esté bien diseñado e implementado, pero el grado en que esta mejora se produce depende de sus limitaciones físicas individuales y su historia médica.
- El entrenamiento para desarrollar la potencia neuromuscular debería realizarse solo después de que el adulto mayor tenga establecida una base de fuerza y pueda realizar los movimientos con una técnica adecuada, tanto con cargas como con velocidad rápida.

**PARTE II**

---

**Ejercicios para  
el desarrollo  
de la potencia**

# Ejercicios de potencia para el tren superior

Disa L. Hatfield,  
PhD, CSCS,\*D

La potencia del tren superior es fundamental en deportes que implican lanzamientos con la mano hacia arriba y hacia abajo, golpeo, lucha y propulsiones. La fisiología y la física del desarrollo de la potencia del tren superior son las mismas que las del tren inferior. Sin embargo, el trabajo de la potencia del tren superior presenta unas consideraciones únicas de entrenamiento. Las diferentes recomendaciones sobre la intensidad del entrenamiento basadas en el sexo, la experiencia y el deporte, pueden convertir en todo un reto la programación para desarrollar la potencia del tren superior. Además, los estudios de investigación no se han orientado adecuadamente hacia los muy habituales problemas de debate, como la programación de ejercicios rotacionales *versus* ejercicios isométricos para desarrollar la fuerza abdominal. Este capítulo tratará de las ayudas para el rendimiento, las herramientas de entrenamiento y los dispositivos de evaluación específicos para el trabajo de la potencia del tren superior, así como el de proporcionar las técnicas, las instrucciones y las variantes de los ejercicios de potencia del tren superior.

## AYUDAS ESPECIALES PARA EL ENTRENAMIENTO DEL TRENO SUPERIOR

Los entrenadores y los atletas siempre están buscando herramientas de entrenamiento que estimulen el rendimiento del deportista. Además de las dietas y las ayudas ergogénicas de los suplementos, existen una serie de productos que pueden mejorar el entrenamiento de la potencia y el rendimiento.

## Ayudas para el entrenamiento de la potencia

Los balones medicinales son los elementos del entrenamiento más populares que se utilizan en el entrenamiento pliométrico. El balón medicinal ha evolucionado a lo largo de los últimos 10 años. En la actualidad, contamos con variedades con manillares, cuerdas y sin capacidad de rebotar (balones de lanzamiento blandos). Se fabrican con diferentes volúmenes y pesos. Se venden tanto en tiendas minoristas como a través de fabricantes de equipamiento de *fitness*, y son económicos, comparados con otros elementos del entrenamiento de fuerza. Muchos de los ejercicios descritos en este capítulo utilizan balón medicinal, que representa el equipamiento mínimo requerido para el entrenamiento de la potencia del tren superior.

Algunas formas de entrenamiento del *powerlifting* incluyen las bandas de resistencia en su *press de banca* (ver figura 5.4) para incrementar el índice de manifestación de la fuerza (IMF). Estas bandas mejoran la carga excéntrica del ejercicio provocando que se maximice la producción de potencia durante la fase concéntrica (5, 17, 22). Además, los que proponen este método de entrenamiento sugieren que puede ser beneficioso al desacelerar la velocidad de la barra (22). Sin embargo, las investigaciones sobre la efectividad de la utilización de bandas para incrementar la fuerza son conflictivas y chocan con problemas de potencial validez (5, 8, 21, 22, 32). Hasta la fecha, solo un estudio ha medido la potencia del tren superior tras entrenarse con banda elástica y no encontró diferencias significativas entre los resultados de entrenarse con bandas de resistencia y los obtenidos con pesos libres, después de siete semanas de trabajo con el *press de banca* (17). Un inconveniente potencial de la utilización de bandas de resistencia durante el entrenamiento tradicional con peso libre es que no puede caracterizarse fácilmente la intensidad de la carga debido a las diferencias individuales de la trayectoria de la barra, y su duración, con y sin bandas. Mientras que la literatura actual es demasiado escasa como para recomendar añadir bandas de resistencia, como componente necesario para el entrenamiento de la potencia, estas pueden considerarse como algo novedoso para entrenar, tanto con beneficios como con potenciales limitaciones. Estas modalidades de trabajo se tratan con más detalle en el capítulo 8.

## Ayudas agudas de rendimiento

Solamente un pequeño cuerpo de la literatura se ha ocupado de las ayudas especializadas que mejorarán la producción de potencia del tren superior mediante ajustes agudos en la sesión de entrenamiento individual. Un estudio sugiere que la utilización de protectores bucales especiales bien adaptados durante el lanzamiento del *press de banca* incrementa la producción de potencia, tanto en el hombre como en la mujer (13). Sin embargo, no se evaluaron parámetros de rendimiento atlético, como la velocidad de lanzamiento, y este hallazgo no se ha replicado en otros estudios de entrenamiento de fuerza.

La utilización de prendas de compresión, como una ayuda aguda de rendimiento atlético, no se ha comprendido en su totalidad. Algunas evidencias sugieren que las prendas de compresión pueden ayudar en la recuperación tras una sesión de entrenamiento de fuerza extenuante, pero la información específica que ofrecen sobre el rendimiento es limitada (18, 19, 25). Solo un estudio reciente se ha ocupado de su empleo en relación con la potencia del tren superior específica del deporte o del rendimiento anaeróbico (19). Los autores concluyeron que las prendas de compresión mejoraban la precisión en ambos casos, pero no afectaron a la velocidad del *swing* en golf o a la velocidad de lanzamiento. Entre otras posibilidades, esto puede sugerir que las referencias propioceptivas que proporciona una prenda de compresión pueden ser útiles en los ajustes agudos de rendimiento en los que tanto la potencia como la precisión son importantes.

A pesar de los pocos estudios realizados sobre esta área, las prendas de compresión para el rendimiento del tren superior del atleta son populares en ciertas poblaciones deportivas, en especial, entre los *powerlifters*. Muchas veces, estos atletas utilizan prendas denominadas «camisetas de *press de banca*» para mejorar su rendimiento en dicho ejercicio. Estas prendas están hechas de una variedad de materiales, desde una simple tela de poliéster hasta una de multidrill. Funcionan comprimiendo, y están diseñadas para ayudar durante la parte concéntrica del ejercicio, ya que el beneficio propuesto de mayor almacenamiento de energía se consigue durante la parte excéntrica del ejercicio. Estas camisetas han derivado hacia el desarrollo de la *Sling Shot*, utilizada por los levantadores aficionados. La *Sling Shot* es una banda elástica que se utiliza cruzándola alrededor del pecho mientras se hacen los ejercicios de banca. Como la camiseta de *press de banca*, teóricamente almacena la energía potencial cuando se estira en la parte excéntrica del ejercicio, permitiendo una acción muscular concéntrica con mayor potencia.

## Elementos para medir la velocidad y la potencia de la barra para monitorizar el progreso del entrenamiento

Independientemente del rendimiento del deportista, existe una variedad de métodos para monitorizar el progreso del entrenamiento de la potencia del tren superior. Habitualmente utilizado como test de campo, se incluye la medición de la distancia de lanzamiento de un simple balón medicinal, como en un pase de pecho (ver capítulo 2). Mientras que este método es ciertamente barato y fácil de administrar, existen pocos datos normativos que puedan utilizarse para comparar entre deportistas de población similar (16).

Se comercializan numerosos dispositivos que pueden medir la potencia y la velocidad durante los ejercicios con barra, balón medicinal y peso corporal. Estos elementos utilizan tanto la tensiómetría, para medir la velocidad de la barra,

como la acelerometría, para cuantificar la velocidad. Aunque la literatura ha validado la utilidad de estos elementos, pueden ser costosos y, como ocurre con los test de campo, no existen datos normativos que puedan usarse para una amplia variedad de poblaciones (11, 16). Aparte de para evaluar, las evidencias anecdóticas sugieren que tanto los entrenadores como los deportistas utilizan algunos de estos elementos durante el entrenamiento para monitorizar la potencia y la velocidad en las sesiones agudas. Por lo general, los atletas tratan de mantenerse dentro de un cierto porcentaje de su rendimiento de potencia máxima y, de este modo, reciben información instantánea que los motiva para mantener la producción de potencia elevada en cada repetición o lanzamiento. Si bien el análisis con software cinemático ha mostrado que es efectivo en la enseñanza de los movimientos complejos, no se ha estudiado en la programación basada en los rendimientos de la potencia y en la velocidad de la barra o del balón (30). La utilización del entrenamiento basado en la velocidad (EBV) se tratan con más detalle en el capítulo 8.

## **CONSIDERACIONES SOBRE EL ENTRENAMIENTO DE LA POTENCIA DEL TREN SUPERIOR**

Hay múltiples factores a considerar cuando se entrena para mejorar la potencia del tren superior. Por ejemplo, la producción de potencia del tren superior rara vez tiene lugar sin los movimientos concomitantes del tren inferior. Optimizando la transferencia de la fuerza y la producción de potencia desde los movimientos del tren inferior, se pueden mejorar los rendimientos de la potencia de la parte superior (denominado como transferencia del impulso). Además, en las investigaciones basadas en la evidencia, la prescripción de variables del programa de resistencia aguda en el entrenamiento de la potencia, como la intensidad, no está tan bien determinada como la de otros componentes de rendimiento, como la fuerza.

### **Transferencia del impulso**

Los ejercicios balísticos en los que se anula la desaceleración de la barra o de la persona son necesarios para el entrenamiento de la potencia del tren superior. La desaceleración es necesaria en ejercicios tales como el *press de banca*, en el que la barra debe ralentizarse al final del movimiento de tal manera que no abandone las manos del deportista. Sin embargo, es necesaria una gran cantidad de acciones musculares excéntricas para ralentizar el impulso, el cual puede causar una lesión. Además, los músculos agonistas no están activos concéntricamente durante todo el rango de movimiento (ROM). El impulso es la tendencia de un objeto a continuar moviéndose, y se define como la masa multiplicada por

la velocidad. Para superar el fenómeno de la desaceleración, es necesario tanto transferir el impulso a otro objeto como continuar la aceleración y permitir que la barra deje las manos del atleta, como ocurre en el lanzamiento del *press de banca* (29). Las bandas de resistencia disminuyen la necesidad de desaceleración excéntrica, incrementando la resistencia externa a través del ROM concéntrico y permitiendo que el músculo continúe trabajando concéntricamente a través de un mayor ROM (17, 22).

Muchos estudios sugieren que la potencia del tren superior tiene una relación significativa con la potencia del tren inferior, similar a la que tiene con la fuerza dinámica del core (7, 9, 10). En un marco agudo, la distancia de un lanzamiento, su velocidad y el resultado del pico de potencia del tren superior se incrementan significativamente cuando los miembros inferiores se utilizan en el movimiento (7, 9, 10). Acciones como lanzar un peso, una pelota de baloncesto o un puñetazo, requieren una secuencia de activación desde el suelo en la que el impulso pasa desde la parte inferior del cuerpo al tronco, del tronco a los hombros, de los hombros al codo, del codo a las muñecas y a los dedos y, al final, al implemento (29). Por tanto, los movimientos y ejercicios de potencia del tronco y del tren inferior, que transfieren impulso hacia el tren superior, deben incluirse en las sesiones de entrenamiento agudo y en los programas de entrenamiento a largo plazo.

### **Intensidad**

Las investigaciones indican que la intensidad del entrenamiento de la potencia del tren superior puede depender del sexo, el deporte, la longitud de los brazos y la experiencia de entrenamiento (1, 2, 4). Por ejemplo, los estudios indican que los deportistas entrenados producen potencia máxima a un menor porcentaje de su 1RM, en comparación con los no entrenados (2, 4). Estas adaptaciones del entrenamiento son importantes porque indican la habilidad de los entrenados para reclutar sincrónicamente unidades motoras y desplazar hacia arriba la curva de fuerza-velocidad. Básicamente, los entrenados son más explosivos y requieren menos resistencia inicial para reclutar fibras de contracción rápida.

La literatura indica que, en diferentes poblaciones deportivas, el resultado de potencia máxima durante un lanzamiento de *press de banca* oscila entre el 15 y el 60% de 1RM (1, 3, 6, 26, 29). Los atletas deben esforzarse en realizar ejercicios de potencia con peso del tren superior con la intensidad que produzca una mayor potencia. Como se describió antes en este capítulo, las herramientas que miden la velocidad de la barra permiten una fácil monitorización de la potencia durante un ejercicio como el lanzamiento en *press de banca*. Si estos elementos no están disponibles, optar por cargas de entre el 30 al 60%. Al menos un estudio indica que mientras se produzca un pico de potencia del tren superior al 30% de 1RM en la población de muestra, no se hayan diferencias significativas en la potencia al 30, 40 o 50% de 1RM (6). Además, la carga que produce el pico de potencia en el tren superior fue diferente de la que producía el pico de potencia

del tren inferior. Debido a los muchos factores que influyen en la carga en la que se produce el pico de potencia, puede ser esencial monitorizar la potencia durante el entrenamiento para así establecer una prescripción de entrenamiento individualizada.

A pesar de todo, existen pocos métodos de campo que monitoricen la velocidad y la potencia mientras se realizan ejercicios de potencia del tren superior, como los lanzamientos de balón medicinal y los ejercicios de pliometría. A pesar de la falta de recomendaciones revisadas por pares acerca de la intensidad de la carga para los ejercicios de balón medicinal, el entrenamiento con dicho balón y el trabajo pliométrico sí han demostrado que mejoran los parámetros de rendimiento en los deportistas, como la velocidad de lanzamiento y de golpeo (9, 16). Como tales, el entrenamiento pliométrico y con balón medicinal deben ser esenciales en el entrenamiento de la potencia del tren superior puesto que ambos trabajos mejoran el ciclo estiramiento-acortamiento (CEA) y, por tanto, incrementan la capacidad explosiva y la potencia a lo largo del tiempo.

## Mecánica del manguito de los rotadores

Los músculos de la articulación del hombro tienen muchos cometidos durante los movimientos de potencia, incluyendo la estabilización dinámica de la articulación, la generación de fuerza y la desaceleración excéntrica hacia el final del ROM completo (20, 23, 39). Al contrario que otras articulaciones, la articulación glenohumeral es enormemente inestable, debido a que solo una pequeña parte de ella se articula con la fosa glenoidea y, por tanto, la función de la musculatura circundante es, principalmente, la de provocar su estabilización y no la de producir potencia. Las funciones únicas de estos músculos junto con la anatomía de la articulación, resultan en un alto elevado porcentaje de distensiones, pinzamientos y tendinitis de las estructuras que circundan la articulación del hombro (20). El desequilibrio muscular causado por el movimiento repetitivo o por la sobreutilización es un factor de producción de estas lesiones (23). Aunque, a pesar de la incidencia de las lesiones del hombro, se han llevado a cabo pocas investigaciones centradas en la programación de la fuerza y el acondicionamiento del volumen, la técnica del ejercicio y las adaptaciones del ejercicio, que puedan ayudar a reducir el riesgo de lesión en los deportistas (23). Las investigaciones existentes son altamente especializadas y, con frecuencia, utilizan equipamientos clínicos como las máquinas isocinéticas, que no son fácilmente accesibles (16). Probablemente, la herramienta generalizada más común para entrenar la mecánica del manguito de los rotadores es el control de los desequilibrios musculares que pueden conducir a la lesión (12, 23).

Para los fines de este capítulo, los entrenadores y los deportistas deben tener en cuenta lo siguiente:

- A pesar de la menor carga de muchos ejercicios de potencia, aquellos que trabajan el tren superior para mejorar las porciones excéntricas deben ser clasificados como de alta intensidad. Los ejercicios con las cargas ayudadas por un compañero, los rebotes y los que se hacen con bandas de resistencia incrementarán la carga excéntrica de la articulación de los hombros, por lo que deberán realizarse con volúmenes pequeños. Mientras que las bandas de resistencia ofrecen un incremento de la resistencia en la parte final del ejercicio, lo que ayuda a la desaceleración del movimiento, también incrementan la fuerza excéntrica, lo cual puede incrementar el riesgo de lesión. No se han abordado suficientemente los efectos agudos y crónicos del entrenamiento de estos aparatos sobre la mecánica y movimiento de los hombros.
- Los ejercicios de lanzamientos, como el lanzamiento de *press* de banca y los ejercicios con balón medicinal, pueden reducir, pero no anular por completo, la necesidad de desaceleración.
- No existe ningún ejercicio de potencia para el romboides y el dorsal ancho, cuya función principal sea la de estabilizar la articulación. Si un entrenamiento deportivo regular de un deportista implica rotaciones externas repetidas, o movimientos de empuje, puede exacerbar los desequilibrios musculares entre la parte anterior y posterior del cuerpo. Mientras que algunos ejercicios de potencia utilizan la musculatura de los hombros implicada en la rotación externa e interna, muy pocos ejercicios de potencia trabajan el fascículo posterior del deltoides, el romboides y el dorsal ancho. Cuando se programan ejercicios de potencia para el tren superior, hay que igualar el volumen de los grupos musculares que empujan y que tiran, o equilibrar las desigualdades en las rutinas del entrenamiento de fuerza tradicional de los deportistas, para prevenir los desequilibrios musculares que puedan provocar lesiones del manguito de los rotadores (23).

## Ejercicios de rotación

La literatura actual sugiere que la fuerza isométrica del segmento medio se relaciona con la prevención de las lesiones y con el rendimiento deportivo (14, 24, 27, 28). Esto, junto con la preocupación de que los ejercicios abdominales dinámicos exacerban el dolor lumbar, ha provocado que se programen únicamente ejercicios isométricos para el core, como la plancha, para mejorar la fuerza abdominal (27). Sin embargo, las investigaciones centradas en la función de los músculos del tronco en el rendimiento deportivo sugieren que el entrenamiento dinámico de la musculatura lateral del abdomen (los oblicuos) permite que se transfieran efectivamente las fuerzas desde el tren inferior y se incremente el desarrollo de la potencia del tren superior (15, 31). Mientras que la búsqueda del rendimiento determina que los deportistas tengan que entrenarse con los movimientos que

realizarán en su deporte, los entrenadores también deben individualizar la evaluación del historial de lesiones lumbares y el estatus de entrenamiento de sus pupilos para, a continuación, optar por los ejercicios adecuados. Además, puede ser prudente tener en consideración los esquemas de transferencia del impulso específicos del deporte. Por ejemplo, se ha constatado que los déficits de fuerza del tren inferior alteran la cadena cinética y contribuyen al síndrome del pinzamiento en los hombros (20, 23).

## EJERCICIOS DE POTENCIA PARA EL TREN SUPERIOR

La elección de ejercicios para incluirlos en un programa que entrene la potencia del tren superior depende de muchos factores. Algunas de las consideraciones son las cargas, la experiencia de entrenamiento del deportista y el tipo de movimiento. Para facilitar mejor estas opciones, en este capítulo los ejercicios se describen categorizados como balísticos, de fuerza variable (pliométricos) u olímpicos. Tradicionalmente, los ejercicios balísticos se definen como aquellos en los cuales la fuerza resistiva abandona las manos del atleta, o el deportista se eleva del suelo anulando la necesidad de desaceleración, durante las acciones musculares concéntricas (como el lanzamiento en *press de banca*). Los ejercicios de fuerza variable, como los que se realizan con bandas de resistencia, se incluyen en esta categoría debido a que normalmente mejoran la carga excéntrica que comparten con los ejercicios balísticos. Con frecuencia, los ejercicios pliométricos también son balísticos por su naturaleza, pero habitualmente utilizan un balón medicinal. Por ejemplo, ejercicios como los rebotes o los saltos en profundidad son balísticos (el deportista se eleva del suelo y la porción concéntrica no se desacelera). Sin embargo, los ejercicios pliométricos también buscan mejorar el CEA, lo cual es una mejora del componente excéntrico. Las progresiones de los ejercicios de levantamiento olímpico son variantes o técnicas utilizadas como parte de los principales levantamientos olímpicos (ver capítulo 7).

Dentro de estas categorías, los ejercicios se caracterizan además en niveles para principiantes, para intermedios y para avanzados. Los ejercicios destinados a los neófitos utilizan esquemas de movimiento relativamente simples y de baja intensidad. Los de nivel intermedio emplean esquemas de movimiento más complejos o un incremento de la intensidad del ejercicio debido a la mejora de la parte excéntrica. Los ejercicios avanzados utilizan tanto esquemas de movimiento complejos como cargas excéntricas más elevadas.

## EJERCICIOS BALÍSTICOS Y DE FUERZA VARIABLE

### FONDO DE BRAZOS CON SALTO

**Nivel:** Principiante.

#### Acción

1. Comenzar en la parte alta del fondo, con la cabeza en posición neutra y los brazos extendidos (figura 5.1a).
2. Realizar un fondo estándar con un ROM completo (figura 5.1b), mientras se extienden los brazos explosivamente, de manera que las manos se eleven del suelo y aterricen en el mismo lugar (figura 5.1c).
3. Comenzar la siguiente repetición inmediatamente después del aterrizaje.

#### Variantes

Ver el fondo de brazos con banda elástica y el fondo de brazos con salto en caída.



**Figura 5.1** Fondo de brazos con salto en (a) posición de inicio, (b) al final del contramovimiento, y (c) después de la acción concéntrica balística.

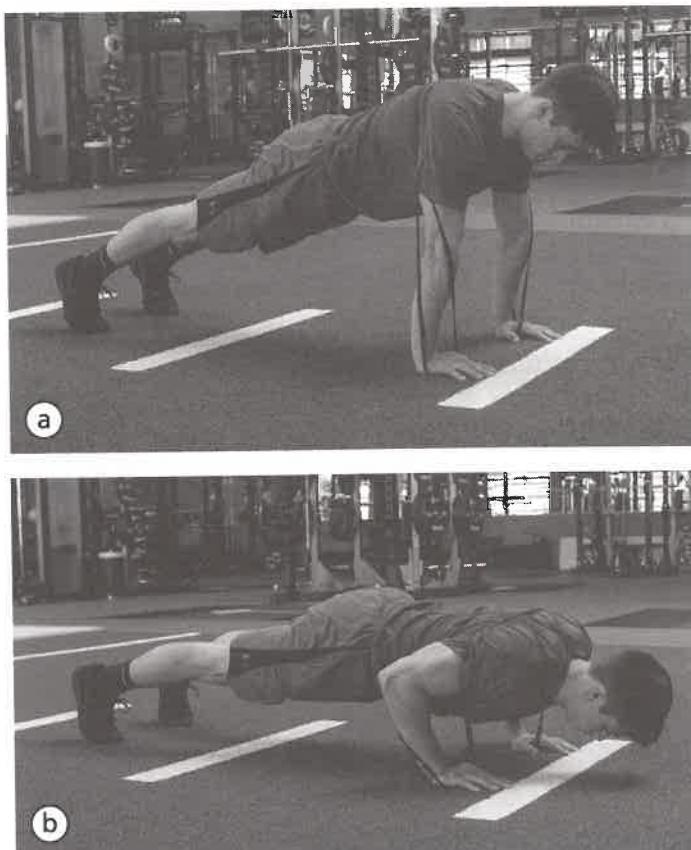
## FONDO DE BRAZOS CON BANDA ELÁSTICA

Una banda elástica o un tubo elástico ofrece tanta resistencia durante la acción muscular concéntrica como una mejora de la acción excéntrica (lo contrario de lo que ocurre si se coloca un peso o una mancuerna sobre la espalda del deportista, que no proporciona una mejora de la carga).

**Nivel:** Intermedio.

### Acción

1. En la posición de fondo, sujetar un extremo de una banda de resistencia o tubo elástico con cada mano, procurando que rodee la parte superior de la espalda y la parte posterior del deltoides (figura 5.2a).
2. Realizar un fondo estándar (figura 5.2b)



**Figura 5.2** Fondo de brazos con banda elástica en (a) posición de inicio y (b) final del con-tramovimiento.

### Variantes

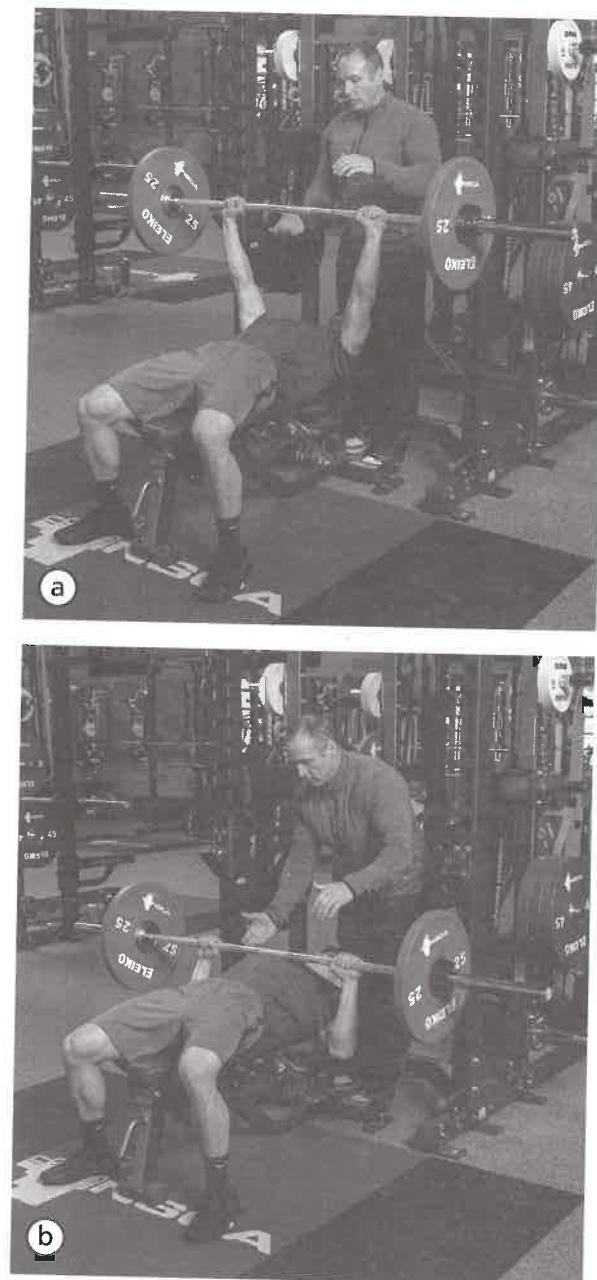
Incrementar la intensidad elevándose del suelo, de modo similar al fondo de brazos con salto (nivel avanzado).

## PRESS DE BANCA

**Nivel:** Intermedio.

### Acción

1. Tumbarse supino sobre un banco, en la posición de cinco puntos en contacto: los pies sobre el suelo, la cabeza y las nalgas sobre el banco, y los hombros y la parte superior de la espalda en contacto con el banco. Los pies deben estar tan cerca como sea posible del centro del cuerpo para facilitar el movimiento de las piernas.
2. Agarrar la barra con las manos ligeramente más separadas que la anchura de los hombros.
3. Un compañero debería ayudar a descolgar la barra del soporte y situarla por encima del centro del pecho.
4. Mantener la barra con los codos completamente extendidos por encima del centro del pecho (figura 5.3a).
5. Bajar el peso directamente hacia el centro del pecho (entre la línea de los pezones y la apófisis xifoides). Al final del movimiento, los codos deben estar ligeramente plegados hacia el cuerpo, sin que estén perpendiculares a los hombros o cerca del cuerpo (5.3b).
6. Sin rebotar la barra sobre el pecho, extender los codos y empujar el peso directamente hacia arriba.
7. Mantener la posición de contacto corporal de los cinco puntos durante todo el ejercicio.
8. El compañero debe ayudar a retirar la barra una vez terminado el ejercicio.



**Figura 5.3** Press de banca: (a) inicio y (b) posición final.

## PRESS DE BANCA CON BANDA ELÁSTICA

**Nivel:** Avanzado.

### Acción

- Realizar el ejercicio de la misma forma que el press de banca estándar (figura 5.3).
- Enlazar el extremo de una banda elástica resistente (o un tubo elástico que no sea excesivamente fuerte para este ejercicio) a cada lado de la barra por dentro de la abrazadera de los discos.
- Atar el otro extremo de la banda en el soporte (los nuevos modelos disponen de enganches en el borde de la plataforma, cerca del suelo) o en una mancuerna pesada sobre el suelo. Si se utilizan mancuernas, deberán ser lo suficientemente pesadas para que no se levanten durante el movimiento. Normalmente, el peso total de las mancuernas deberá superar el peso de la barra.
- La tarea del ayudante es similar a la de press de banca con barra. Sin embargo, la resistencia añadida de las bandas incrementará la tensión cuando las manos de éste se separen de la barra, pudiendo provocar una mayor inestabilidad en ese momento. El ayudante debe liberar la barra suavemente en las manos del levantador. Además, el compañero tiene el riesgo añadido de que las bandas puedan romperse o que las mancuernas rueden.
- La banda debe estar tan vertical como sea posible cuando la barra esté fuera del soporte y en la posición de partida estándar (figura 5.4a).
- La banda de resistencia ofrecerá una mejora en la carga excéntrica y más resistencia al final de la acción concéntrica, ayudando a ralentizar la velocidad del movimiento. Esta tensión puede provocar un movimiento oscilante de la barra en el caso de que el levantador no tenga un control completo de esta, y también provocar un efecto de rebote al final del movimiento, cuando la banda «encaje» la barra en el descenso.
- Centrarse en el movimiento explosivo de la barra a través del ROM completo, pero sin que esta rebote sobre el pecho (figura 5.4b).

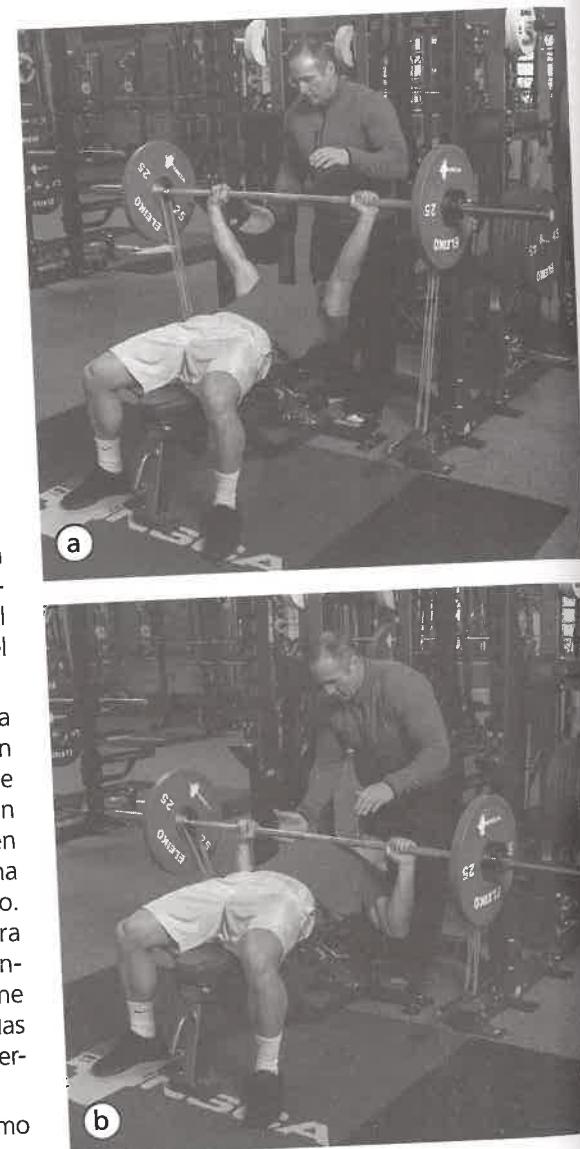


Figura 5.4 Press de banca con banda elástica en (a) posición de inicio y (b) final del contramovimiento.

### Variantes

Se puede modificar la intensidad variando el peso de la barra y la longitud y grosor de la banda de resistencia. Los entrenadores y los atletas deberían considerar este movimiento como de potencia y, por tanto, elegir una carga y una banda de resistencia que el deportista pueda mover con gran velocidad.

## PRESS DE BANCA CON LANZAMIENTO EN MÁQUINA SMITH

**Nivel:** Avanzado.

### Acción

- La mayoría de las máquinas Smith están equipadas con bloqueos de seguridad o soportes, que pueden utilizarse ajustándolos al nivel preciso del pecho, de tal forma que la barra no toque el pecho del deportista. Ajustar los bloqueos de seguridad a la altura que prevenga que la barra caiga sobre el levantador en el lanzamiento, si este y el compañero fallan al cogerla.
- Utilizar un compañero para este ejercicio.
- La posición de inicio es la misma que en el press de banca con barra estándar (figura 5.3). Con cuidado, separar el carro del soporte, manteniéndolo con los brazos extendidos. El ayudante ayuda al levantador a sacar la barra de soporte. Si el levantador rota sus manos durante este proceso, puede volver a reponerlas en el soporte apropiado después de girar la barra para bloquearla (un re-agarre). Si ello es necesario, el ayudante debería ayudar a estabilizar la barra durante este proceso.
- Comenzar flexionando los codos y bajar la barra hacia el pecho.
- En el fondo del movimiento, rápidamente extender los codos y liberar la barra cuando el codo alcance su extensión completa.
- Coger la barra en su camino de caída y bajarla rápidamente a la distancia autoseleccionada; entonces, comenzar la siguiente repetición. El compañero debe ayudar a coger la barra, asegurándose de que el atleta mantenga el control y que los bloqueos de seguridad estén colocados de forma que la barra no pueda tocar el pecho del deportista.
- El ayudante debe permanecer diligente durante todo el movimiento para ayudar al deportista a coger la barra.

### Variantes

Existen dispositivos que sujetan la barra y que la atrapan automáticamente cuando comienza a descender después del lanzamiento; sin embargo, estos anulan la optimización de la carga excéntrica del ejercicio.

## REMO CON BANDA ELÁSTICA

**Nivel:** Principiante.

### Acción

1. Sujetar una banda de resistencia a un enganche en la pared, o engancharla con seguridad alrededor de un soporte estable al nivel del pecho aproximadamente.
2. De pie, con los pies separados a la anchura de los hombros, agarrar los extremos de la banda.
3. Comenzar el movimiento con los brazos completamente extendidos, manteniendo la banda tirante pero no estirada (figura 5.5a).
4. Flexionar por completo los codos para realizar un movimiento de remo a través de su ROM completo (figura 5.5b); a continuación, rápidamente volver a la posición de inicio y comenzar la siguiente repetición.

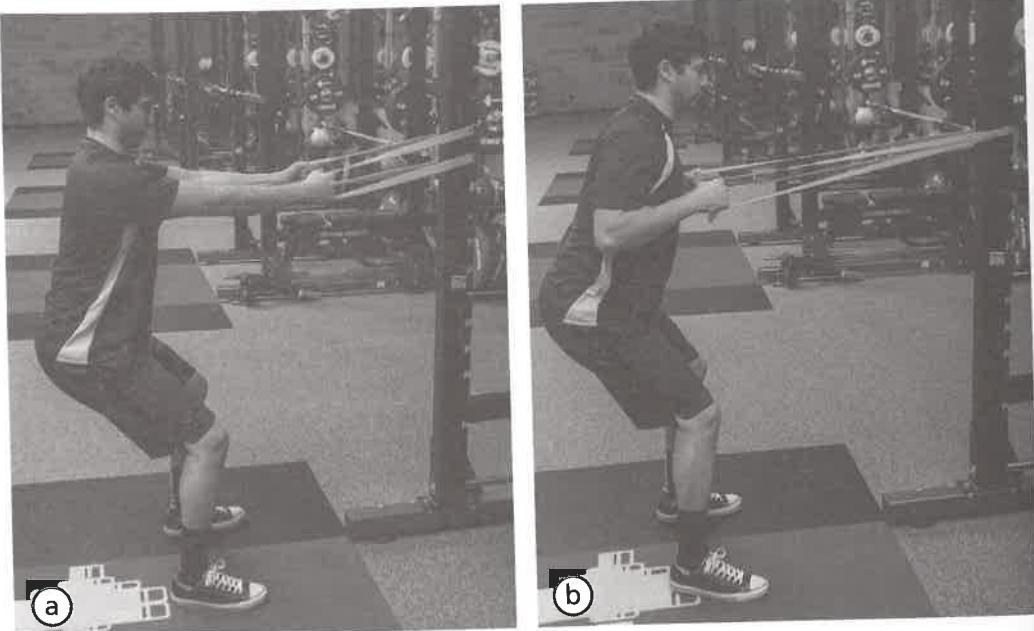


Figura 5.5 Remo con banda elástica en (a) posición de inicio y (b) final del contramovimiento.

### Variantes

- La intensidad depende del grosor y longitud de la banda utilizada, así como de la distancia a la que el deportista se sitúa desde la sujeción de la banda.
- Este ejercicio puede variarse de la misma forma que un ejercicio de remo con barra o mancuernas.

## FONDO RODANDO SOBRE EL FITBALL

**Nivel:** Principiante.

### Acción

1. Tumbado prono, con los brazos y piernas extendidas sobre un *fitball*. El balón debe de ser lo suficientemente grande para que los pies toquen el suelo en la posición de comienzo (5.6a).
2. Con cuidado, fijar las rodillas y, a continuación, extender las piernas rápidamente mientras que el tronco rueda por encima del balón.
3. Una vez que las manos alcanzan el suelo, flexionar los codos a partir de un contramovimiento (figura 5.6b).
4. Rápidamente extender los codos y rodar hacia atrás a la posición de inicio.

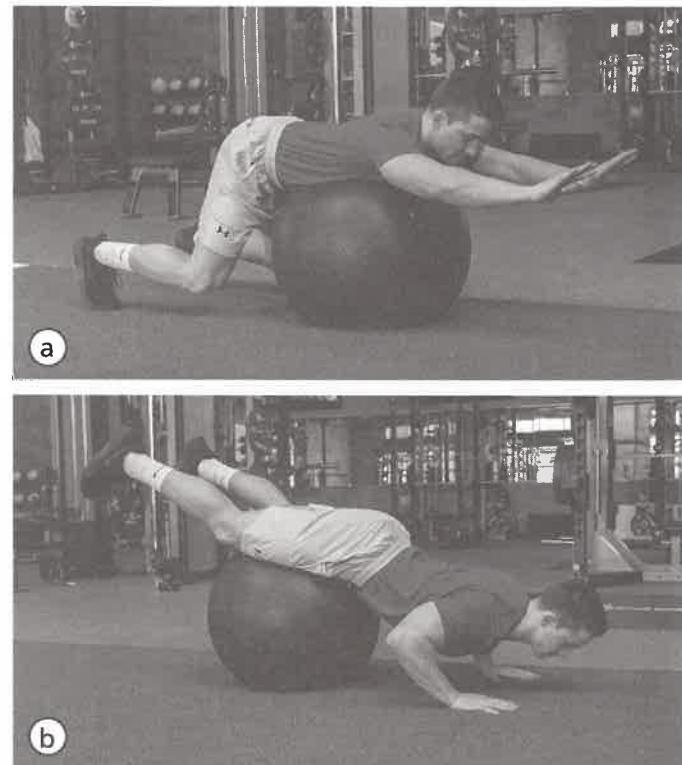


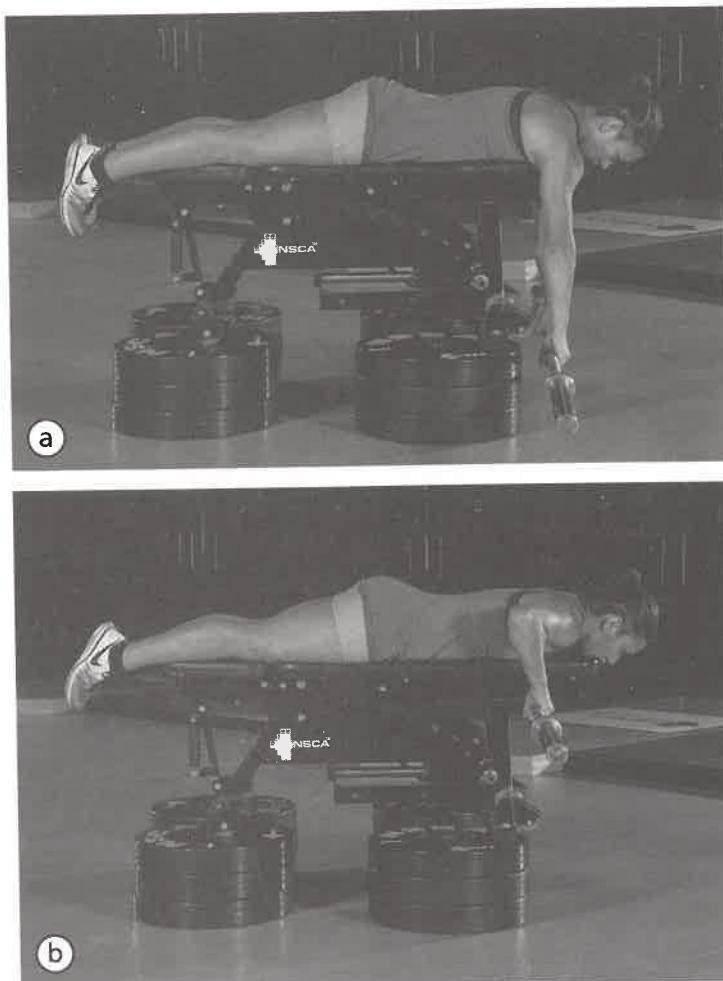
Figura 5.6 Fondo rodando sobre el *fitball* en (a) posición de inicio y (b) al final del contramovimiento.

## TRACCIÓN DE BANCA

**Nivel:** Intermedio.

### Acción

1. Tumbado boca abajo en un banco, sujetar la barra con un agarre prono y cerrado, ligeramente más separado que la anchura de los hombros (figura 5.7a).
2. La altura del banco debe ajustarse para que el atleta pueda mantener la barra en posición de suspensión con el peso separado del suelo.
3. Levantar la barra desde la posición de suspensión, dirigiéndola hacia la parte inferior del pecho, con los codos dirigidos hacia fuera y la cabeza manteniéndose en contacto con el banco (figura 5.7b)
4. Tirar de la barra hacia arriba, hasta que toque ligeramente la parte inferior del banco y, a continuación, bajarla de forma controlada hasta la extensión completa de los codos, sin que llegue a tocar el suelo.



**Figura 5.7** Tracción de banca en (a) posición de inicio y (b) durante el movimiento de levantamiento.

## FONDO DE BRAZOS CON SALTO EN CAÍDA

**Nivel:** Avanzado.

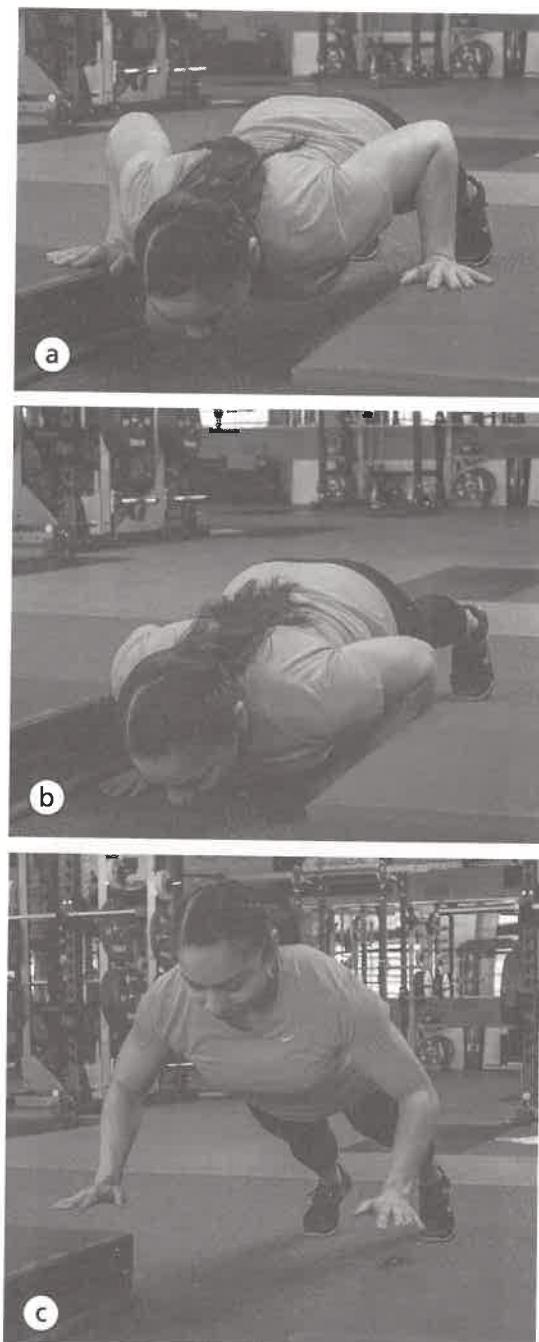
### Acción

1. Comenzar en la parte baja de la posición de fondo de brazos con las manos sobre unas plataformas (de igual altura) situadas a ambos lados de los hombros. Por lo general, la altura de las plataformas, los bloques o, a veces, los discos de goma que se utilicen, debe ser de entre 5 y 15 cm (figura 5.8a).
2. Comenzar el movimiento extendiendo los brazos.
3. Mover las manos separándolas de las plataformas y colocarlas sobre el suelo (figura 5.8b).
4. Explosivamente, extender los brazos de tal manera que las manos dejen el suelo (figura 5.8c) y aterricen de nuevo sobre las plataformas.

La altura de las plataformas varía en función de la intensidad deseada, la experiencia y la longitud de los brazos del deportista. Las más altas pueden provocar mayor carga excéntrica, por lo que son más apropiadas para los atletas experimentados

### Variantes

- Comenzar en la posición baja del fondo, con las manos sobre un balón medicinal (alineado con la parte superior del pecho) y los brazos extendidos.
- Mover las manos desde el balón al suelo (separadas aproximadamente la anchura de los hombros) y realizar un fondo hasta el nivel del balón.
- Extender explosivamente los brazos de tal manera que las manos dejen el suelo y aterricen de nuevo sobre el balón medicinal.
- La altura del balón medicinal varía en función de la intensidad deseada, la experiencia y la longitud de los brazos del deportista.



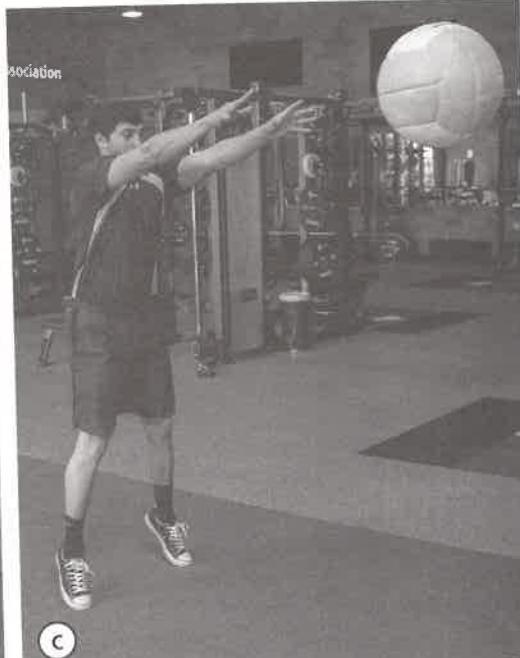
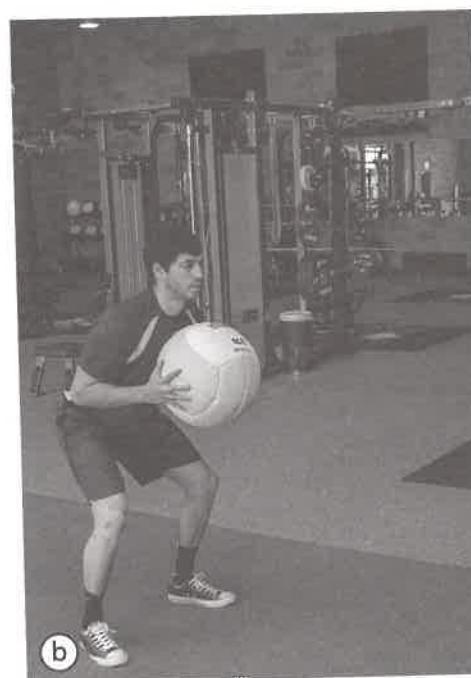
**Figura 5.8** Fondo de brazos con salto en caída en (a) posición de inicio, (b) al final del contramovimiento y (c) después de la acción concéntrica balística.

## PASE DE PECHO

**Nivel:** Principiante.

### Acción

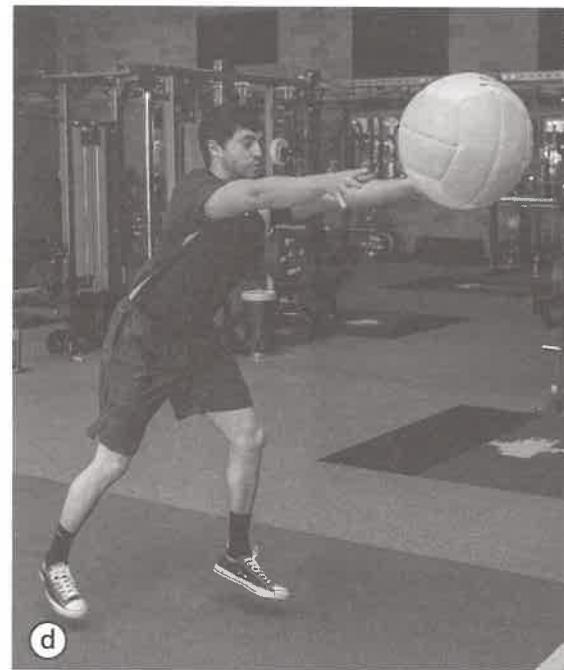
1. De pie, con los pies separados a la anchura de los hombros.
2. Mantener un balón medicinal en el centro del pecho (figura 5.9a).
3. Realizar, con un contramovimiento, la flexión de los codos antes del lanzamiento.
4. Flexionar ligeramente las rodillas y las caderas para producir un contramovimiento del tren inferior (figura 5.9b).
5. Durante la extensión de las rodillas y las caderas, extender los brazos y liberar el balón con una extensión completa (figura 5.9c).



**Figura 5.9** Pase de pecho en (a) posición de inicio, (b) al final del contramovimiento y (c) después de la acción concéntrica balística.

### Variantes

- Realizar los pases de pecho tan rápidamente como sea posible con un compañero para permitir mejorar la carga excéntrica y optimizar el CEA.
- Como ejercicio para el deltoides, lanzar al aire el balón medicinal, directamente hacia arriba desde el centro del pecho. Asegurarse de que nadie esté en el área inmediata, por si el lanzamiento se desvía, para que el atleta pueda estar preparado para coger el balón en el descenso.
- Para realizar el ejercicio sin compañero, lanzar un balón más blando (sin rebote) contra una pared. Este disminuye el efecto del rebote.
- Comenzar en la posición de inicio sobre ambos pies. Cuando el balón se libera, saltar explosivamente hacia delante sobre una pierna y aterrizar sobre la pierna contralateral, de modo similar a un pase hacia delante en baloncesto. Este es un ejercicio de nivel intermedio (figura 5.9d).
- Realizar el ejercicio utilizando un trampolín, como un minitramp vertical (nivel intermedio).



**Figura 5.9** Pase de pecho: (d) variante de salto hacia delante durante la liberación del balón.

## LANZAMIENTO EN CUCHARA

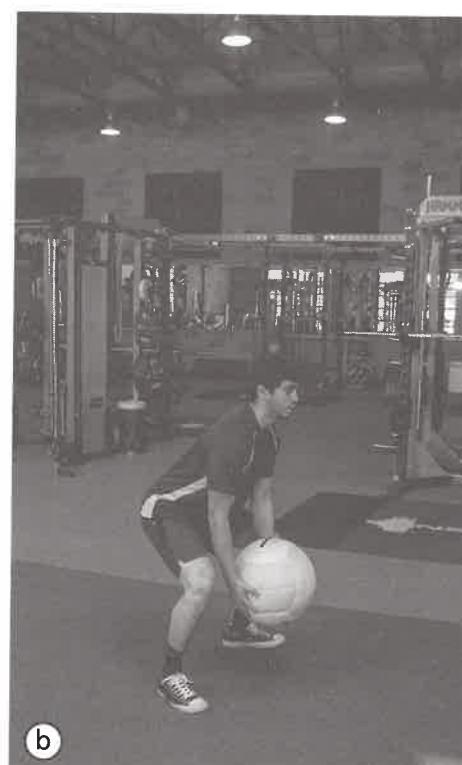
**Nivel:** Principiante.

### Acción

1. De pie, con los pies separados a la anchura de los hombros.
2. Mantener un balón medicinal a nivel de la cadera con los brazos completamente extendidos (figura 5.10a).
3. Realizar el contramovimiento flexionando las caderas y las rodillas hasta una posición aproximada de media sentadilla (figura 5.10b).
4. Extender concéntricamente las rodillas y las caderas, junto con la rotación externa en los hombros, para lanzar el balón hacia arriba y atrás por encima de la cabeza de forma rápida y controlada (figura 5.10c).



a



b



c

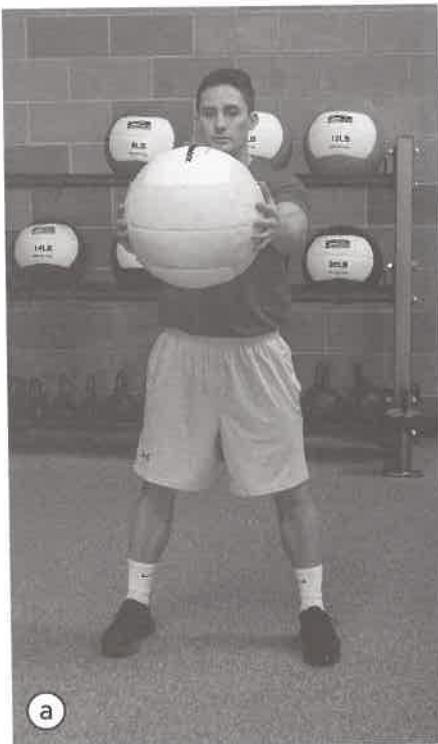
**Figura 5.10** Lanzamiento en cuchara en (a) posición de inicio, (b) al final del contramovimiento y (c) después de la acción concéntrica balística.

## LANZAMIENTO LATERAL (DESDE LA POSICIÓN BAJA Y ALTA)

**Nivel:** Intermedio.

### Acción

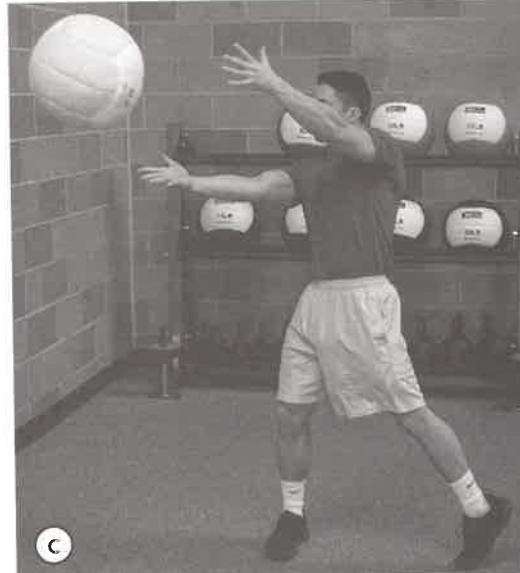
1. Comenzar con los pies separados a la anchura de los hombros en una posición atlética (las rodillas y las caderas ligeramente flexionadas).
2. Mantener el balón medicinal al nivel de la mitad del tronco con los brazos extendidos (figura 5.11a).
3. El contramovimiento inicial es la rotación del abdomen, con la flexión simultánea de las rodillas y las caderas, y un ligero descenso del balón medicinal hasta el nivel aproximado del muslo (posición baja) (figura 5.11b).
4. Concéntricamente, extender las rodillas y las caderas mientras se rota lateralmente y ligeramente hacia arriba, en dirección opuesta al lanzamiento del balón (figura 5.11c).
5. Repetir la serie comenzando desde una rotación derecha y el lanzamiento hacia la izquierda.



a



b



c

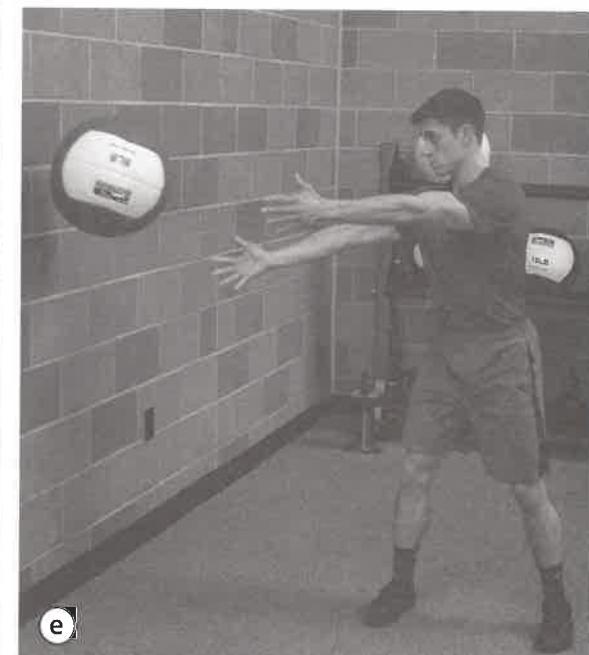


### Variantes

- En la variante de la posición alta, mantener el balón a nivel de la mitad del tronco y proyectarlo directamente, en lugar de hacerlo ligeramente hacia arriba (figura 5.11d-e).
- Pasarlo rápidamente a un compañero.
- Rebotar contra una pared utilizando un balón mayor blando y sujetándolo hacia arriba (la distancia de la pared varía según la habilidad del atleta pero, generalmente, es de 0,6 a 1 m).
- Realizar el ejercicio utilizando un trampolín, como un minitramp vertical.



d



e

**Figura 5.11** Lanzamiento lateral en la variante de la posición alta (d) en dicha posición alta hasta el final del contramovimiento y (e) después de la acción concéntrica balística de agarre alto.

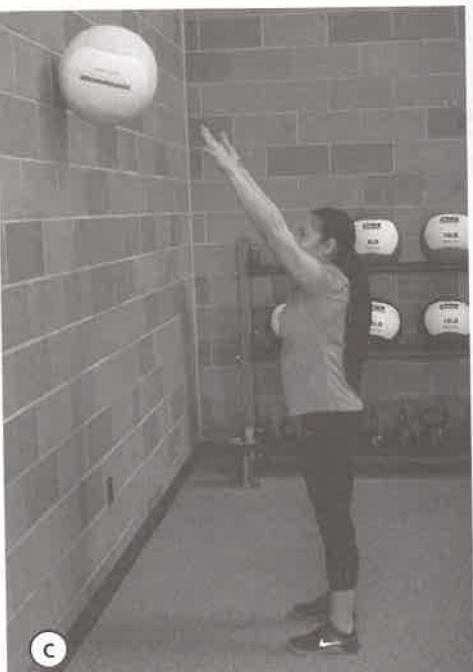
**Figura 5.11** Lanzamiento lateral (desde la posición baja y agarre alto): (a) posición de inicio, (b) al final del contramovimiento en la posición baja y (c) después de la acción concéntrica balística en el agarre bajo.

## LANZAMIENTO POR ENCIMA DE LA CABEZA

**Nivel:** Intermedio.

### Acción

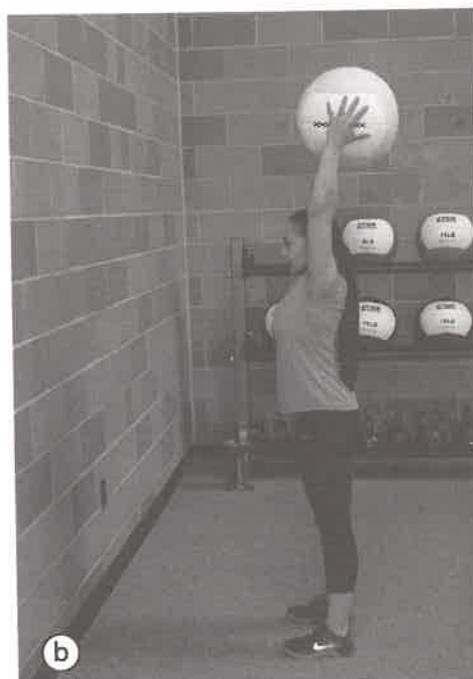
1. Comenzar con los pies separados a la anchura de los hombros.
2. Mantener el balón medicinal por delante del cuerpo con los brazos extendidos (figura 5.12a).
3. Flexionar los hombros para elevar el balón por encima y ligeramente por detrás de la cabeza (figura 5.12b).
4. Manteniendo los codos extendidos, extender los hombros para lanzar el balón hacia una pared, asegurándose de que la liberación del balón se realiza mientras está aún por encima de la cabeza (figura 5.12c).
5. Procurar que el balón dé en un lugar de la pared de tal forma que, cuando rebote, vuelva a las manos que se mantienen en la posición por encima de la cabeza.



(b)



(c)

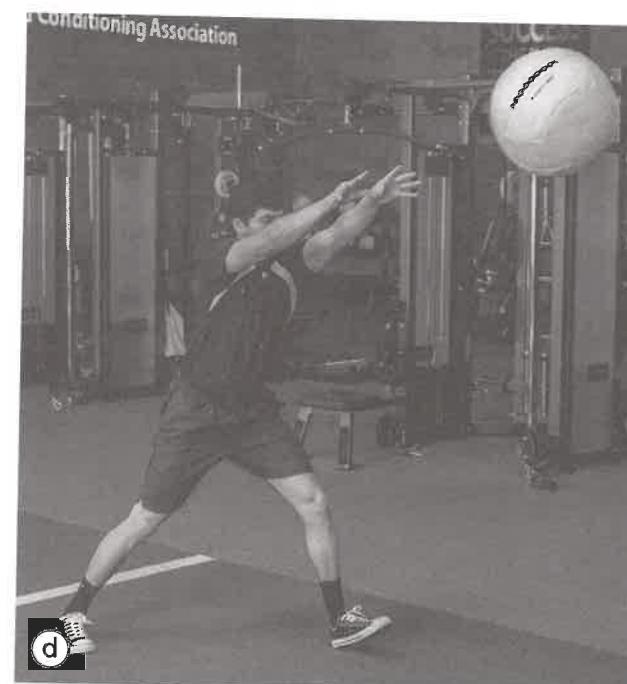


(d)

**Figura 5.12** Lanzamiento por encima de la cabeza en (a) posición de inicio, (b) al final del contramovimiento y (c) después de la acción concéntrica balística.

### Variantes

- Lanzar el balón para cubrir una distancia en lugar de utilizar una pared para que rebote (nivel principiante).
- En lugar de liberar el balón por encima de la cabeza, mantener el contacto con él y golpearlo hacia el suelo, mientras se flexionan simultáneamente las rodillas y las caderas en una posición aproximada de cuarto de sentadilla. Esta variante para nivel principiante habitualmente se denomina como rebote del balón medicinal utilizando un balón blando para un rebote mínimo.
- Para una variante avanzada, adoptar la posición de piernas abiertas en tijera y saltar explosivamente hacia delante durante el lanzamiento por encima de la cabeza, manteniendo conciencia del rebote (figura 5.12d).
- Para una variante de nivel intermedio, utilizar un trampolín.



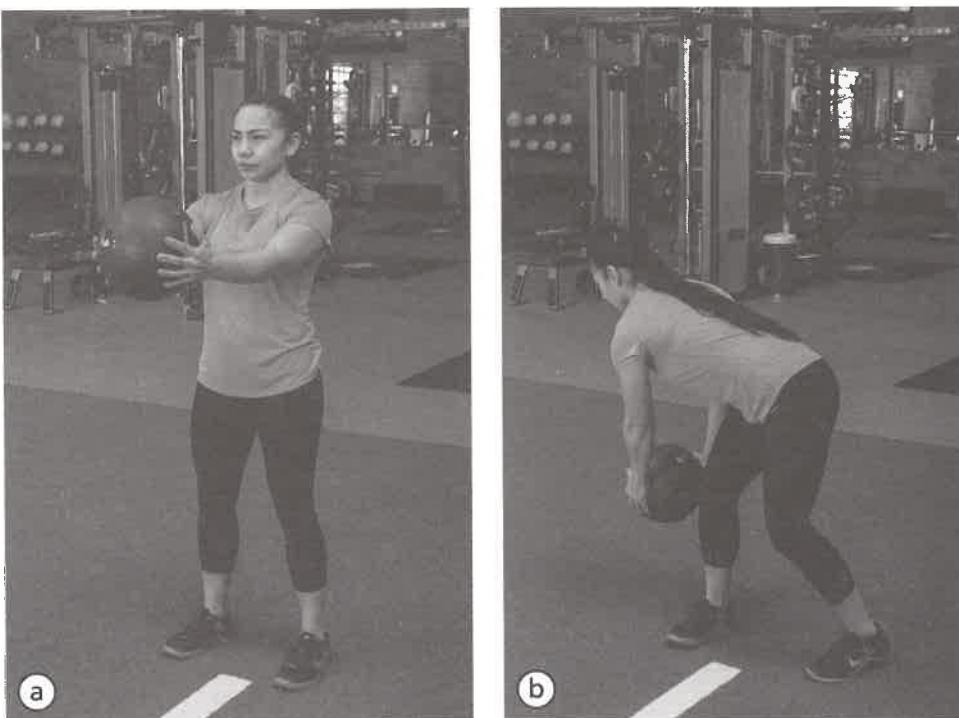
**Figura 5.12** Lanzamiento por encima de la cabeza (d) al final de la acción concéntrica de la variante por encima de la cabeza.

## LANZAMIENTO DEL LEÑADOR CON LAS DOS MANOS

**Nivel:** Intermedio.

### Acción

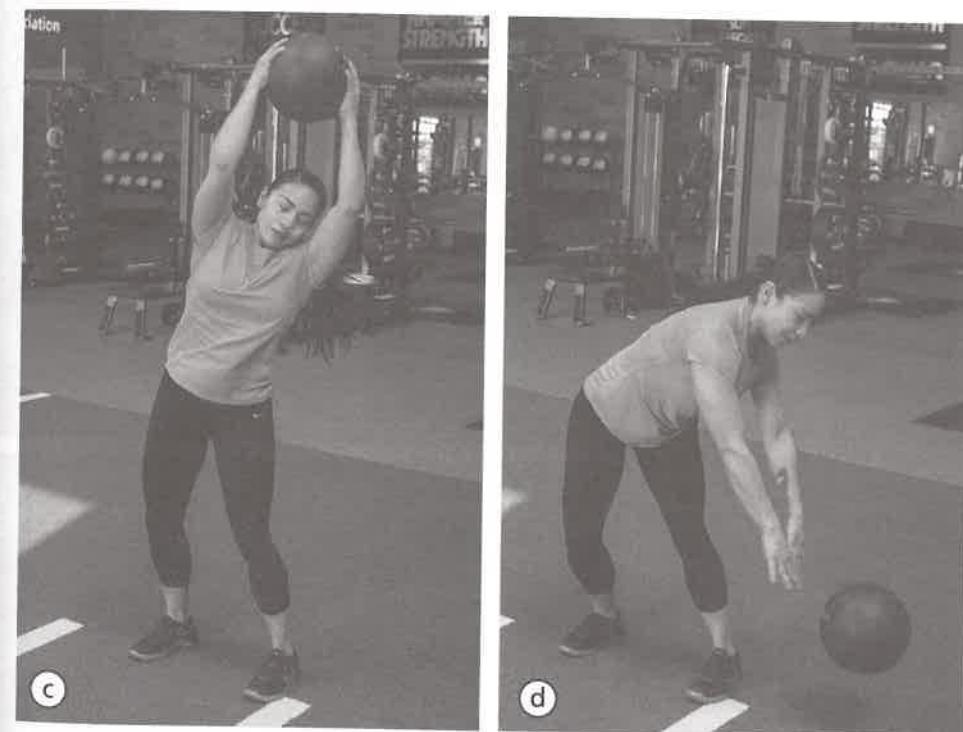
1. De pie con los pies separados a la anchura de los hombros.
2. Mantener el balón medicinal en el centro del pecho (figura 5.13a).
3. Similar al lanzamiento lateral desde una posición baja, rotar hacia la derecha a partir del abdomen flexionando simultáneamente las rodillas y las caderas, y bajar el balón medicinal hasta el nivel de las rodillas (los brazos deben estar completamente extendidos al alcanzar esta posición). Suele producirse un mayor grado de flexión en la pierna izquierda (figura 5.13b).
4. Mientras se extienden las rodillas y las caderas, mover el balón en forma de arco terminando con este por encima del lado derecho de la cabeza (figura 5.13c).
5. Lanzar el balón hacia el suelo de forma explosiva (figura 5.13d).
6. Repetir el movimiento pero rotando hacia la izquierda y lanzando el balón medicinal hacia el suelo sobre el lado derecho.



**Figura 5.13** Lanzamiento de leñador en (a) posición de inicio, (b) al final del contramovimiento, (c) final de la extensión de las caderas y las rodillas, justo antes de liberar el balón y (d) liberar el balón hacia el suelo.

### Variantes

- Utilizar un balón blando para limitar el rebote.
- Si se utiliza un balón medicinal estándar, coger el rebote e inmediatamente comenzar la secuencia de nuevo (nivel avanzado).
- Para evitar el contramovimiento inicial y las reacciones de la pierna, comenzar el ejercicio sujetando el balón por encima de la cabeza y hacia la derecha; el segundo movimiento es el lanzamiento del balón hacia el suelo de un modo similar a un leñador (nivel principiante).
- En todas las variantes, la proyección del balón puede ser hacia delante y en diagonal a un compañero, con un trampolín o fijando una distancia de lanzamiento.
- Para una variante avanzada, el deportista puede realizar este movimiento utilizando un mazo y un neumático grande. El mazo reemplaza al balón, pero sigue el mismo trayecto de movimiento que si se tratara de un gran lanzamiento hacia un lado (pero procurando que la trayectoria del mazo no se dirija hacia atrás y arriba o hacia la cara). El trabajo con el neumático, que es un aparato de rebote, también permite la transferencia del impulso. Se debe ser cuidadoso al soltar el mazo demasiado cerca para evitar el rebote hacia arriba. La cabeza del mazo puede pesar entre 1 y 9 kilos. El peso debe ser el adecuado a la habilidad del deportista.

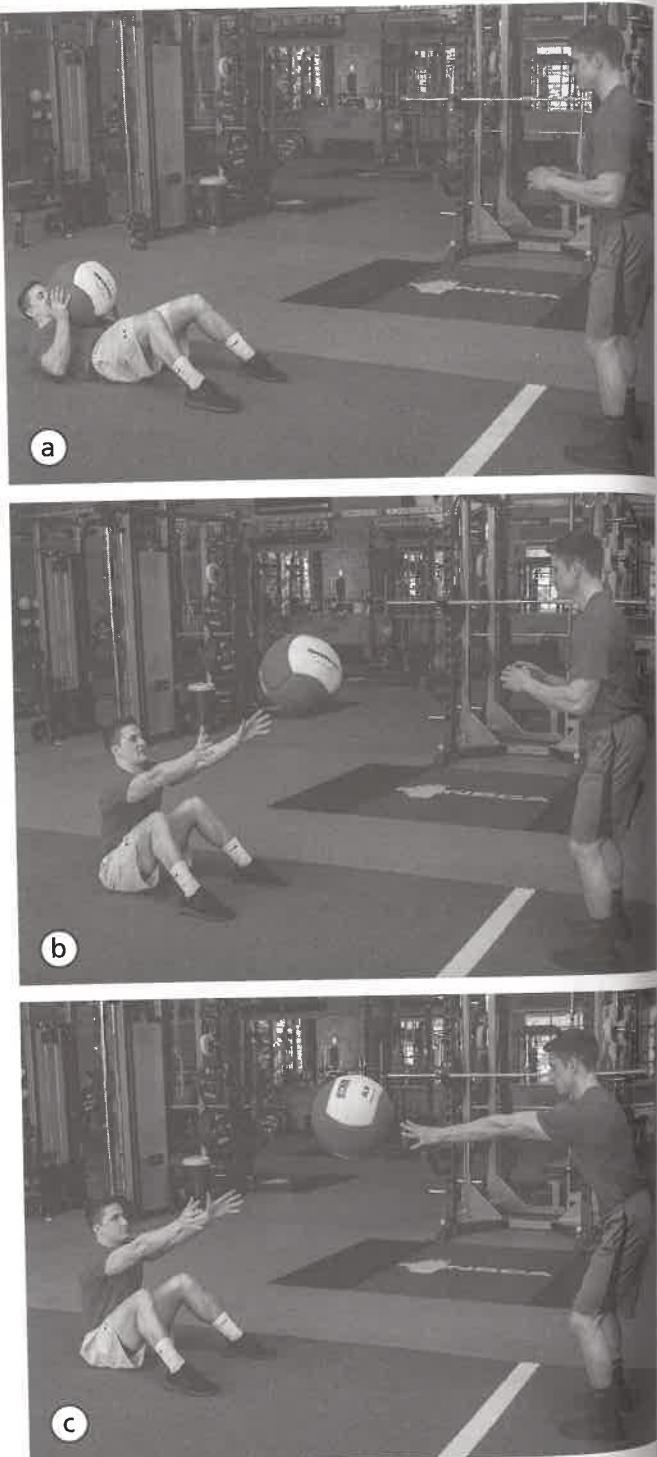


## FLEXIÓN ABDOMINAL CON LANZAMIENTO DE BALÓN

**Nivel:** Avanzado.

### Acción

1. Comenzar en posición de sentado en el suelo, con las rodillas flexionadas, los pies apoyados sobre el suelo y los brazos ligeramente flexionados. Mantener un balón medicinal en el centro del pecho (figura 5.14a).
2. Un compañero está de pie, separado entre 0,3 y 1 m, preparado para recibir el balón.
3. Realizar una flexión abdominal estándar y extender los brazos para hacer un lanzamiento explosivo del balón hacia el compañero (ver figura 5.14b).
4. Cuando el atleta esté en el proceso de bajada de la parte superior de la espalda de regreso a la posición de comienzo, el compañero realiza un pase de pecho (figura 5.14c) para lanzar el balón medicinal devolviéndoselo al deportista, que lo coge durante el movimiento de descenso. La repetición termina con el atleta y el balón en la posición de inicio (figura 5.14a).



**Figura 5.14** Flexión abdominal con lanzamiento de balón en (a) posición de inicio, (b) al final de la acción concéntrica, justamente después de la liberación del balón y (c) después de que el compañero haya realizado el pase de balón.

### Variantes

Realizar una ligera rotación durante el movimiento de flexión abdominal ante dos compañeros situados a la derecha y a la izquierda del atleta, y lanzar el balón al compañero de la derecha, recibir el balón de este compañero y repetir el movimiento hacia la izquierda (figura 5.14d).



**Figura 5.14** Flexión abdominal con lanzamiento de balón (d) durante la variante de lanzamiento del balón con torsión del tronco a cada lado, hacia los compañeros que están de pie.

## BALÓN EN CAÍDA

**Nivel:** Avanzado.

### Acción

1. Comenzar tumbado con la espalda plana sobre el suelo y un compañero de pie sobre un cajón situado cerca de la cabeza.
2. Extender los brazos por completo hacia el techo alineados con los hombros (y no por encima de la cara) (figura 5.15a).
3. El compañero sujetó el balón medicinal y lo dejó caer directamente sobre las manos del deportista.
4. Después de coger el balón, flexionar inmediatamente los codos llevando el balón al pecho (figura 5.15b).
5. Extender los brazos para lanzar el balón de forma explosiva directamente hacia arriba, hacia el compañero que lo recoge. El objetivo es lograr una fase de amortiguación corta (pausa entre las fases concéntrica y excéntrica) después de la fase de lanzamiento excéntrico (el balón comienza a caer y se mueve hacia el pecho) (figura 5.15c).

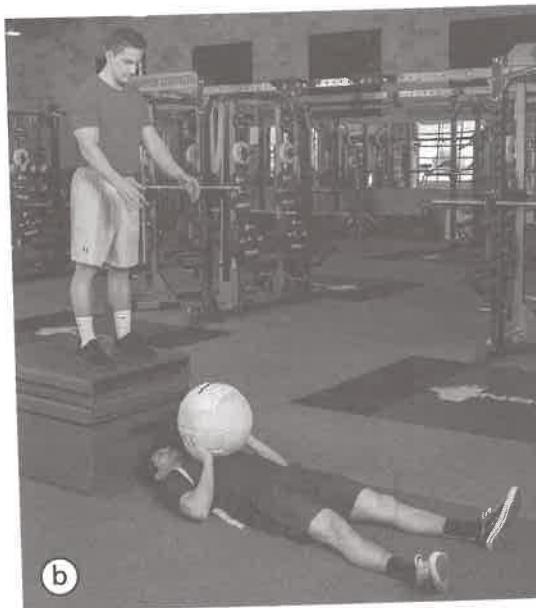
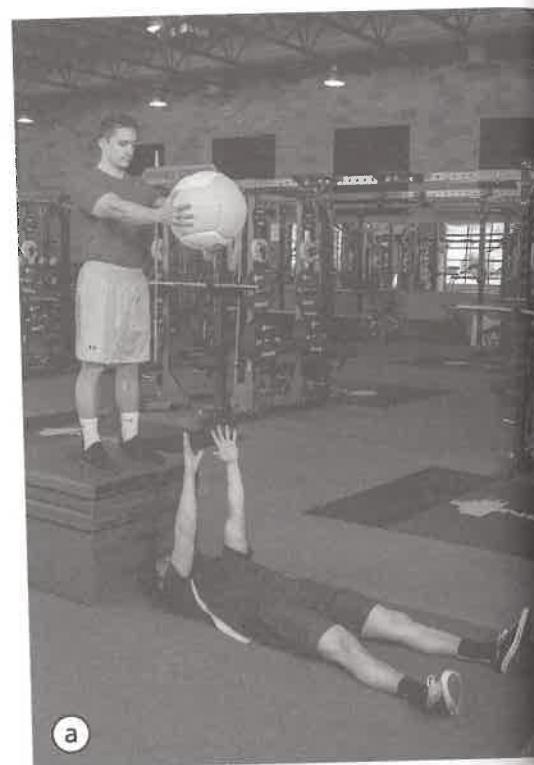


Figura 5.15 Balón en caída en (a) posición de inicio, (b) al final del contramovimiento y (c) después de la acción concéntrica balística.



## TORSIÓN ABDOMINAL

**Nivel:** Avanzado.

### Acción

1. Comenzar sentado en el suelo con las caderas y las rodillas flexionadas, y los pies planos sobre el suelo.
2. La posición de inicio es el final de la parte concéntrica de una flexión abdominal con torsión hacia la derecha.
3. En la posición de inicio, sujetar un balón medicinal estándar o un disco de goma con los brazos casi extendidos (figura 5.16a).
4. Rápidamente, hacer una torsión hacia la izquierda, manteniendo los brazos casi extendidos, de tal manera que el balón se desplace en forma de arco por delante del cuerpo y contacte con el suelo en el lado izquierdo (figura 5.16b).
5. Repetir este movimiento de regreso hacia el lado derecho para hacer una repetición completa.

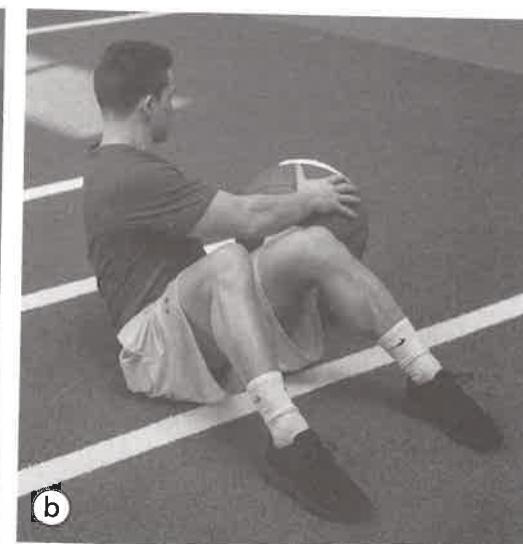
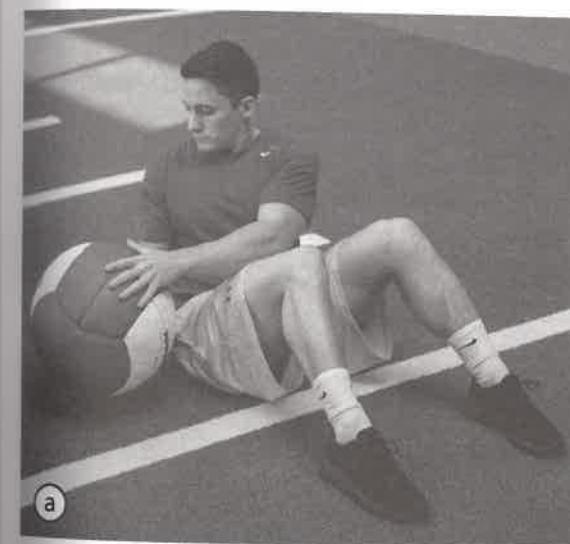


Figura 5.16 Torsión abdominal en (a) posición de inicio, (b) durante la acción concéntrica.

### Variantes

Este ejercicio también puede realizarse con un «balón de potencia», con cuerda y manillar. En esta variante se debe permitir que el balón dé un rebote pequeño para crear una corta fase de amortiguación para disminuir la necesidad de desacelerarlo hacia el final del movimiento (el cual es el que el atleta necesita hacer cuando mantiene el balón medicinal estándar o el disco de goma).

## CONCLUSIÓN

El desarrollo de la potencia del tren superior es complejo. Los entrenadores y los deportistas deben considerar el nivel del atleta (principiante, intermedio y avanzado) cuando se programan y eligen los ejercicios. Además, pueden utilizarse muchas ayudas de entrenamiento para mejorar las propiedades intrínsecas del desarrollo de la potencia, como las bandas elásticas y los ejercicios pliométricos. Sin embargo, la literatura no aporta una imagen clara de los efectos a largo plazo por utilizar dichas ayudas, ni ofrece tampoco evidencias concretas sobre el establecimiento de la intensidad del entrenamiento. Habitualmente, las recomendaciones que se aplican son las de entrenar del 30 al 60% de 1RM para el desarrollo óptimo de la potencia y utilizar tanto ejercicios balísticos como pliométricos en el entrenamiento. Además, establecer una base de fuerza, tanto en el tren superior como en el inferior, puede reducir las lesiones y mejorar la transferencia del impulso para las actividades específicas del deporte, como los pases de balón, los golpes y los lanzamientos clavados.

# Ejercicios de potencia para el tren inferior

Jeremy M. Sheppard,  
PhD, CSCS

**L**a potencia del tren inferior es una cualidad atlética fundamental para muchos deportes. En función del deporte, la potencia del tren inferior puede expresarse a través de diversas actividades. El salto vertical, con y sin cacerilla (por ejemplo, el voleibol, el baloncesto, el salto de altura), es una expresión habitual y de evaluación de la potencia del tren inferior. Sin embargo, se requiere una potencia bien desarrollada de esta zona somática para la aceleración y la velocidad en todo deporte de carrera a pie, así como también en aquellos cuya locomoción se soporta, sobre todo, en el tren inferior (por ejemplo, el hockey sobre hielo, el ciclismo, el esquí y los deportes náuticos). Los entrenadores y los deportistas deben considerar las exigencias únicas de estas tareas en el entrenamiento. Una gran fuerza y potencia del tren inferior también son importantes para los placajes (por ejemplo, en rugby, en fútbol americano) y para cualquier otra acción que requiera un desplazamiento contra una resistencia fuerte (por ejemplo, la salida del *bobsled* o una melé en rugby). Los atletas pueden elegir dentro de un amplio espectro de ejercicios en función de sus necesidades deportivas y de sus aplicaciones en el deporte.

La potencia efectiva del tren inferior no debería verse tan solo como un método de *aplicar* rápidamente la fuerza; también se debe desarrollar la potencia y las destrezas para *absorber* fuerzas con efectividad. Asimismo, teniendo este planteamiento en cuenta, el entrenamiento específico debe dirigirse a desarrollar la potencia y las destrezas en las tareas de aterrizaje y aprender a reducir las tensiones de manera gradual. En un aterrizaje, esto se consigue, perfectamente, alineando las rodillas por encima de los pies, y no hacia dentro, y con la proyección del tronco dentro de la base de sustentación, y no hundido con el pecho por delante de las puntas de los pies.

Para ser efectiva en otros contextos deportivos, la absorción de la fuerza debe ser parte de un ciclo rápido de estiramiento-acortamiento (CEA) (por ejemplo, la carrera a pie y los cambios de dirección en fútbol) y de los siguientes movi-

mientos concéntricos. En estos ámbitos, las actividades pliométricas CEA rápidas, que entrena el ciclo de la absorción y producción de fuerza, están garantizadas para el rendimiento. Sin embargo, desarrollar la potencia fundamental del tren inferior es determinante en todos los deportes para absorber las tensiones, independientemente de si el tiempo de absorción es relativamente largo (por ejemplo, los gimnastas cuando aterrizan de la barra de equilibrio) o corto (por ejemplo, en las maniobras de regate rápido en fútbol). Debería ser una cualidad motora fundamental en los programas de entrenamiento. Además, la adecuada alineación de los segmentos corporales es decisiva para reducir las lesiones y optimizar el rendimiento, y debería hacerse efectiva en todos los ejercicios.

Este capítulo reseña los ejercicios clave que desarrollan el mayor rendimiento de la potencia del tren inferior. Sin embargo, para optimizar la aplicación de esta información, se debe revisar e interpretar este capítulo conjuntamente con otros, en especial los capítulos 5 y 7 (incluyendo los levantamientos olímpicos y el trabajo con balón medicinal de todo el cuerpo), ya que estos métodos de entrenamiento son altamente efectivos para desarrollar la potencia del tren inferior. Para facilitar la referencia, los ejercicios en este capítulo se organizan en tres categorías basadas en sus propósitos fundamentales: ejercicios de absorción de fuerza, ejercicios pliométricos y ejercicios balísticos.

## EJERCICIOS DE ABSORCIÓN DE FUERZA

Aprender a absorber la fuerza a través del aterrizaje y estabilizarse es parte de un programa de entrenamiento efectivo. En efecto, es más razonable priorizar la técnica del aterrizaje en los deportes de salto antes que enfatizar sobre otros aspectos de su entrenamiento. En los deportes que se basan en los cambios rápidos de dirección, es decisivo desarrollar la mecánica adecuada y la potencia de absorción de fuerzas, tanto para prevenir lesiones como para mejorar el rendimiento. Priorizar las destrezas en este orden asegura que el atleta estará técnica y físicamente más preparado para afrontar las elevadas demandas del aterrizaje y los movimientos de regate. En todos los contextos, los deportistas deben procurar desarrollar habilidades biomotoras efectivas, haciendo especial hincapié en el control, el movimiento y la fuerza, desde la edad más temprana posible (ver capítulo 4), para asegurar que se desarrollan adecuadamente la fuerza estructural, la estabilidad, el rango y el movimiento, con el fin de adecuar las tareas relevantes de absorción de fuerzas.

Muchos de los beneficios de los ejercicios de absorción de fuerzas están relacionados con la habilidad de controlar la posición del cuerpo y la absorción de tensiones. Estas destrezas requieren una atención regular, debiendo dedicarles casi una práctica diaria, con muchas series de calidad y bajas repeticiones (1-2 ejercicios, 2-3 series, 2-3 repeticiones). El volumen total no es grande, ya que aunque estos están considerados como ejercicios de habilidad, la fuerza generada en algunos de ellos, en especial los de aterrizaje desde altura, puede ser relativamente alta. Teniendo esto en cuenta, cuando aumenta la altura de la caída, el volumen y su complejidad, la principal consideración debe ser la calidad del movimiento.

## ATERRIZAR DESDE UN CAJÓN

### Propósito

Aterrizar desde una altura en caída y clavarse para desarrollar la habilidad de aterrizaje bilateral.

### Acción

1. Caer desde un cajón, dando un paso hacia afuera, absorbiendo la fuerza, principalmente a través de la acción activa del tobillo, la rodilla y las caderas. El tronco está centrado sobre la base de sustentación (figura 6.1).
2. El aterrizaje debe ser relativamente estable, como reflejo de la absorción del pico de fuerza.
3. La altura de la caída solo debe incrementarse en pequeñas magnitudes (por ejemplo, 10 cm), desde 20 a 30 cm, basándose en la competencia motora; los límites superiores de hasta 70-80 cm son una altura apropiada para la mayoría de los deportistas.



**Figura 6.1** Aterrizar desde un cajón con las dos piernas.

## ATERRIZAR DESDE UN CAJÓN SOBRE UNA PIERNA

### Propósito

Desarrollar la habilidad de aterrizar sobre una pierna.

### Acción

1. Realizar este ejercicio como el aterrizaje desde un cajón, pero aterrizando sobre una pierna, en lugar de hacerlo con las dos (figura 6.2).
2. Utilizar alturas de caída conservadoras, comenzando con 10 cm y progresando de 5 a 10 cm, hasta llegar a 40 cm, aproximadamente solo cuando el deportista demuestre una competencia excelente en el aterrizaje.



**Figura 6.2** Aterrizar desde un cajón sobre una pierna.

## SALTO HACIA DELANTE SOBRE UNA PIerna Y CLAVAR

### Propósito

Desarrollar la habilidad de absorber la fuerza en un aterrizaje a partir de un plano horizontal.

### Acción

1. Realizar un salto con ambas piernas hacia delante (figura 6.3a), absorbiendo la fuerza con un clavado con doble pierna (figura 6.3b).
2. El deportista también puede realizar un salto hacia delante con las dos piernas aterrizando con una sola (figura 6.3c).



Figura 6.3 Salto hacia delante en (a) posición de inicio, (b) clavar el salto con las dos piernas y (c) con una sola.



## TRIPLE Y PENTASALTO HACIA DELANTE Y CLAVAR

### Propósito

Incidir en saltos hacia delante y clavados, incrementando la exigencia para desarrollar la capacidad de absorber fuerza en el aterrizaje a partir de un plano horizontal con velocidad mayor.

### Acción

1. En el triple, realizar dos saltos balísticos y, a continuación, clavar el aterrizaje final; en el pentasalto, realizar cuatro saltos balísticos y, a continuación, clavar en el quinto contacto.
2. Las variantes incluyen un salto con ambas piernas y clavar con un aterrizaje con las dos (figura 6.4a), y un salto con ambas piernas hacia delante con un aterrizaje con una sola (figura 6.4b).
3. El atleta puede también realizar saltos con una pierna durante toda la secuencia (figura 6.4c).

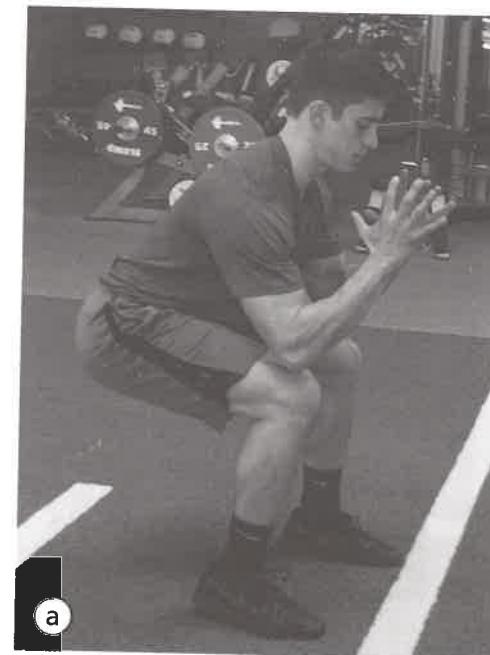
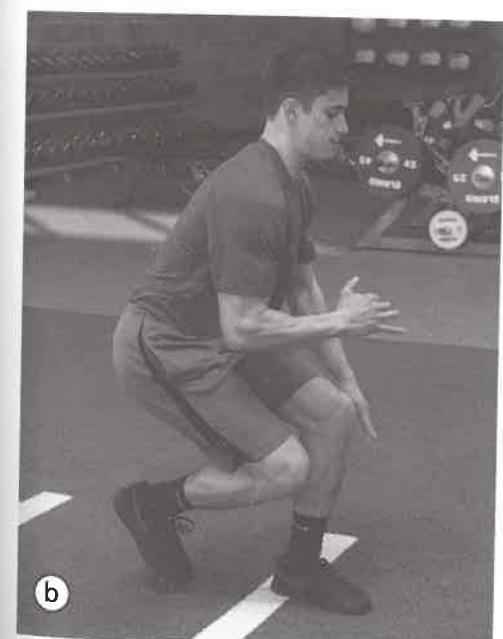


Figura 6.4 (a) Salto con ambas piernas y clavar con un aterrizaje con las dos piernas, (b) saltos hacia delante con ambas piernas con el aterrizaje sobre una sola y (c) variante de salto con una pierna.



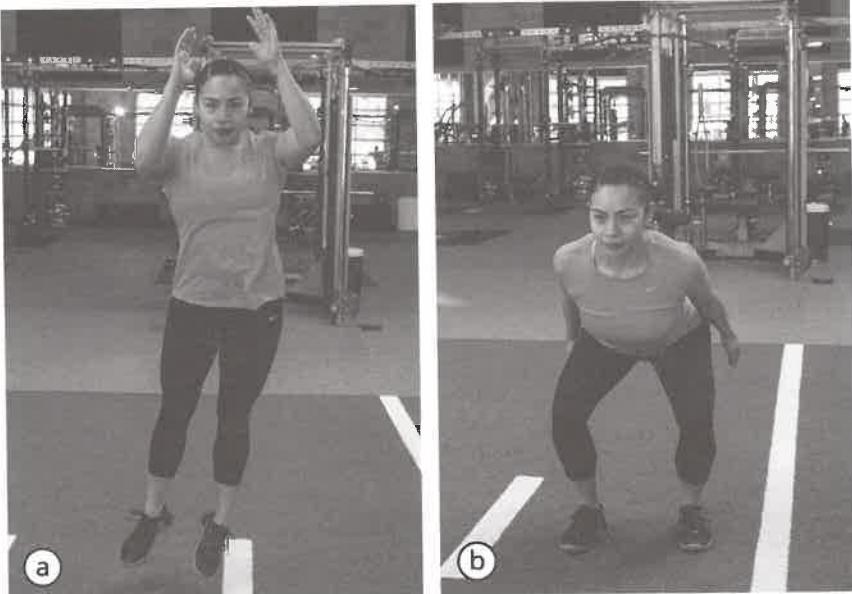
## SALTO LATERAL Y CLAVAR

### Propósito

Desarrollar la capacidad de absorción de la fuerza en un aterrizaje a partir de un movimiento lateral.

### Acción

1. Realizar un salto lateral con las dos piernas (figura 6.5a) y absorber la fuerza con el clavado de ambas piernas (figura 6.5b).
2. Alternativamente, realizar un salto lateral con las dos piernas con un aterrizaje con una sola.



**Figura 6.5** Salto lateral y clavar. (a) Salto lateral con las dos piernas y (b) clavar con las dos piernas.

## ZIGZAG CON CLAVADOS

### Propósito

Realizar saltos laterales con un esquema en zigzag clavando cada aterrizaje para desarrollar el control y la coordinación.

### Acción

1. Mantener cada aterrizaje durante, al menos, 3 segundos antes de rebotar al siguiente movimiento (figura 6.6). Esto enfatiza sobre el control.
2. Para hacer el ejercicio más fluido, parar brevemente en cada posición.



**Figura 6.6** Zigzag con clavados.

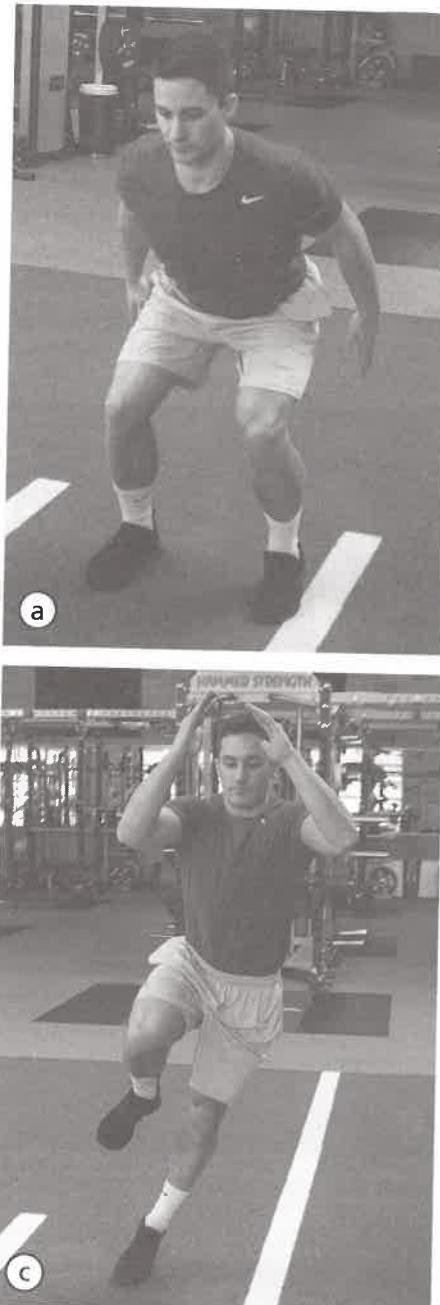
## TRIPLE Y PENTASALTO LATERAL Y CLAVAR

### Propósito

Incidir sobre el salto lateral y en clavar, incrementando la exigencia para desarrollar la capacidad de absorber la fuerza en el aterrizaje en dirección lateral, a mayor velocidad.

### Acción

1. En el triple, realizar dos saltos balísticos laterales y, a continuación, clavar el aterrizaje final. En el pentasalto, realizar cuatro saltos balísticos laterales y clavar el quinto contacto.
2. Las variantes incluyen el salto con ambas piernas y clavarlo aterrizando con las dos (figura 6.7a), y el salto lateral con ambas piernas y aterrizando con una sola (figura 6.7b).
3. El atleta también puede realizar el salto lateral con una pierna durante toda la secuencia (figura 6.7c).



**Figura 6.7** Triple y pentasalto lateral y clavar con (a) aterrizaje con las dos piernas, (b) salto lateral con las dos piernas y aterrizaje con una sola y (c) variante de salto lateral con una pierna.

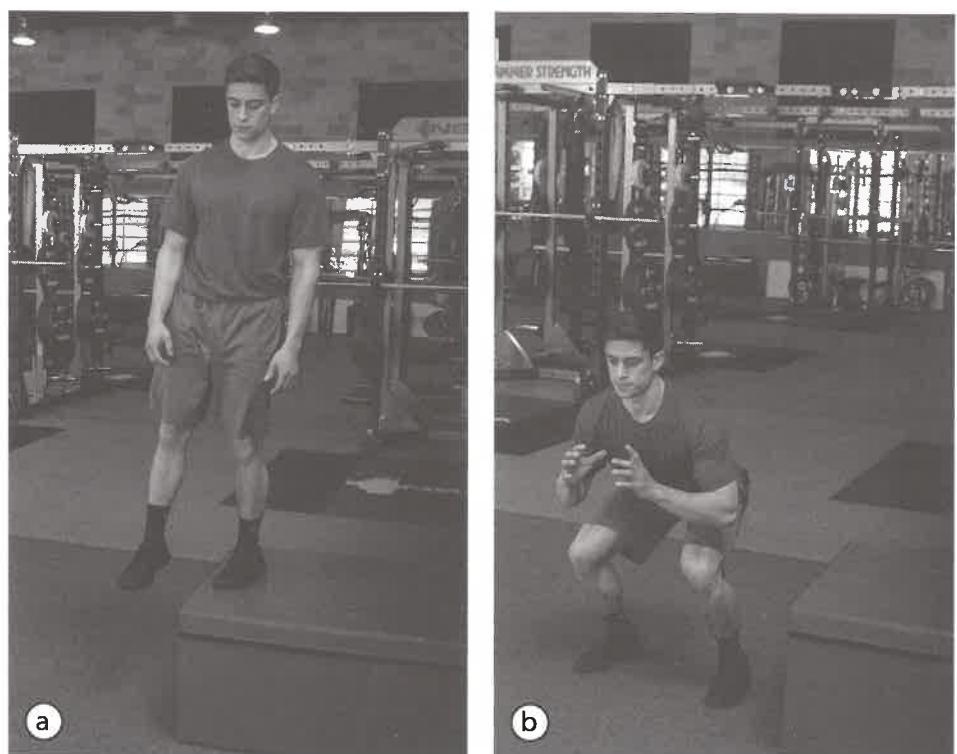
## ATERRIAJE LATERAL DESDE EL CAJÓN

### Propósito

El aterrizaje lateral desde el cajón es una caída de lado, clavándola sobre una sola pierna, para desarrollar la habilidad de aterrizaje lateral.

### Acción

1. Caer desde un cajón bajo, dando un paso hacia fuera, absorbiendo la fuerza del aterrizaje principalmente a través de la acción activa del tobillo, la rodilla y las caderas (figura 6.8a-b). El tronco debe mantenerse dentro de la base de sustentación.
2. El aterrizaje debe ser relativamente suave, como reflejo de la absorción del pico de fuerza.
3. Comenzar con una altura de caída de 10 centímetros e incrementarla con precaución en aumentos pequeños de 30 a 40 centímetros, según la competencia motora del deportista.



**Figura 6.8** Aterrizaje lateral desde el cajón.

## EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS

El entrenamiento pliométrico enfatiza en la transición rápida desde el movimiento excéntrico (el alargamiento neto del músculo) al concéntrico (el acortamiento neto del músculo) (denominado el CEA; Ciclo Estiramiento Acortamiento). Este tipo de entrenamiento debe incluirse en un programa para desarrollar la potencia del tren inferior, especialmente, para los deportes que requieran esta transición rápida (por ejemplo, saltos, regates, carreras).

En los movimientos basados en el CEA, la fuerza excéntrica, el estímulo reflejo y la contribución elástica son mayores de lo normal debido a la carga excéntrica (estiramiento). En los ajustes del entrenamiento, esto puede incrementarse incluso más acentuando la actividad excéntrica del CEA, como en los saltos en profundidad. Por ejemplo, en los saltos agrupados de alta velocidad se sobrecarga el movimiento excéntrico debido a que el deportista extiende rápidamente las piernas hacia delante, desde la posición de agrupado, para ganar explosividad en el salto. Por tanto, la velocidad con la que los pies conectan con el suelo es mayor de lo normal, o está acentuada.

Los ejercicios pliométricos deben desarrollar una cualidad necesaria para el deporte, como la potencia o la fuerza, y no es necesario que imiten el movimiento deportivo. Sin embargo, deben utilizarse para desarrollar la habilidad del CEA que sea relevante para el movimiento específico del deporte. Por ejemplo, los jugadores de voleibol de élite pueden realizar entre 1.000 y 4.000 saltos con contramovimiento (saltos para bloquear, saltos en serie o saltos clavados) por semana, simplemente durante el entrenamiento técnico o los partidos. Añadir unas pocas series de saltos con contramovimiento (SCM) solamente les proporcionará una mayor carga sobre el mismo salto. Por tanto, el entrenador de la fuerza y el acondicionamiento debe considerar cuidadosamente la utilización y el propósito del entrenamiento pliométrico para dirigirlo a cualidades físicas específicas (por ejemplo, dar mayor relevancia a los ejercicios excéntricos, los balísticos, el entrenamiento de fuerza máxima, la recuperación y la regeneración), basadas en las necesidades del deportista y en otras consideraciones del entrenamiento.

Los ejercicios de pliometría son extremadamente efectivos. Sin embargo, esto no significa que sean mejores. Por el contrario, son más apropiados la baja frecuencia (2-3 sesiones por semana) y el bajo volumen (3-6 series de 2-5 repeticiones). No es necesario el realizar miríadas de ejercicios pliométricos. Sacar el máximo provecho de un programa requiere dominar los movimientos de los propios ejercicios. Para la mayoría de los deportistas, dos o tres ejercicios pliométricos en cualquier momento son suficientes para mantener la maestría del movimiento y obtener considerables beneficios.

## SENTADILLA CON SALTO

### Propósito

Desarrollar la potencia del tren inferior utilizando los ciclos estiramiento-acortamiento.

### Acción

1. La sentadilla con salto, o salto vertical, se realiza, normalmente, con un contramovimiento y, por lo general, se conoce como SCM.
2. Comenzar en posición de pie, con los pies separados, aproximadamente, a la anchura de los hombros.
3. Iniciar el contramovimiento bajando a la posición autoseleccionada (figura 6.9a); a continuación, saltar inmediatamente separándose del suelo (figura 6.9b).
4. Realizar el salto con o sin balanceo de brazos.



**Figura 6.9** Sentadilla con salto en (a) sentadilla en posición autoseleccionada y (b) salto.

## SALTO CON SENTADILLA

### Propósito

Desarrollar la potencia del tren inferior.

### Acción

1. Parar durante el salto con sentadilla en el ángulo establecido para asegurarse de que este no es una actividad CEA; en lugar de ello, debe depender de la potencia concéntrica pura.
2. Una variante es la de mantener la posición baja durante 2-3 segundos (figura 6.10a).
3. El deportista también puede hacer una pausa sobre un cajón antes de saltar tanto como sea posible (figura 6.10b).



**Figura 6.10** Salto con sentadilla: (a) manteniendo la posición inferior y (b) saltando tan alto como sea posible.

## SALTO AGRUPADO

### Propósito

Desarrollar la potencia del tren inferior.

### Acción

1. Para iniciar el salto agrupado, realizar un salto vertical, tan alto como sea posible, y a continuación, agrupar las rodillas hacia arriba, de tal manera que el muslo quede vertical (figura 6.11a-b).
2. Al descender, extender las piernas hacia abajo aumentando la velocidad del impacto a partir del salto inicial.
3. Repetir el salto, agrupar y extender las piernas creando un mayor impacto que el normal, y un contacto con el suelo más rápido y explosivo.

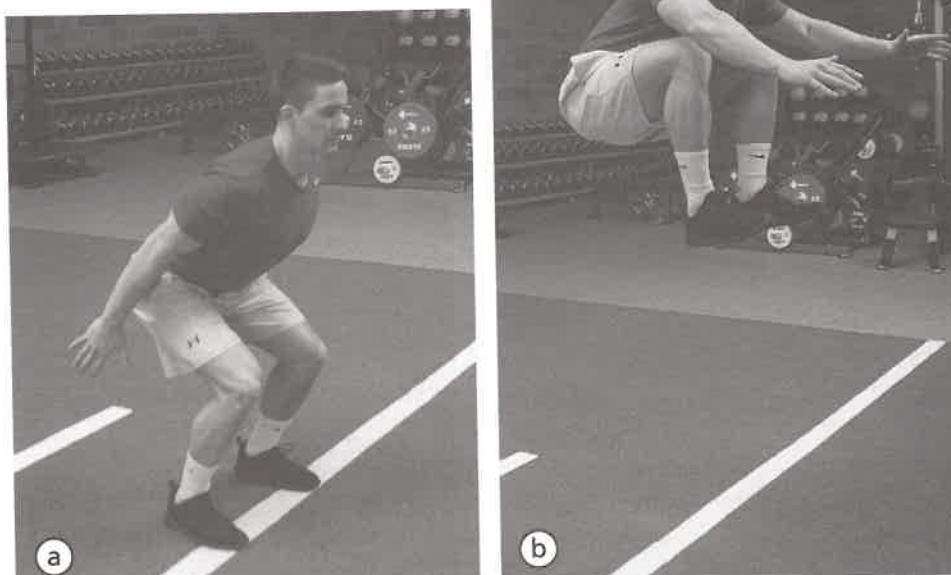


Figura 6.11 Salto agrupado: (a) posición de inicio y (b) salto.

## SALTO AGRUPADO CON UNA PIerna

### Propósito

Desarrollar la potencia del tren inferior.

### Acción

1. Este salto se realiza del mismo modo que el salto agrupado, pero requiere considerablemente de más fuerza al realizarse con una sola pierna.
2. Iniciar el salto al principio con las dos piernas.
3. Inmediatamente, aterrizar y saltar utilizando una pierna para el aterrizaje y el despegue.

## DEPTH JUMP

### Propósito

Los *depth jumps*, o saltos en profundidad, son un método específico que acentúa la sobrecarga excéntrica para desarrollar la potencia del tren inferior. La altura del salto proporciona mayor carga excéntrica de lo normal. La capacidad de utilizar una carga excéntrica extra para mejorar el rendimiento concéntrico (es decir, el impulso y la altura del salto) es una herramienta diagnóstica, en ocasiones denominada «tolerancia de carga al estiramiento».

### Acción

1. Comenzar de pie sobre un cajón o plataforma.
2. Dar un paso fuera del cajón y caer sobre el suelo; a continuación, saltar tan alto como sea posible. Esto enfatiza la altura del impulso (figura 6.12a-b).
3. La altura de caída óptima es la que provoca la mayor altura del salto. El atleta puede experimentar con un rango de alturas (por ejemplo, 10-50 cm) para determinar con cuál obtiene su mayor rendimiento. Realizar el ejercicio desde la altura óptima, y también desde 10 cm por encima de ella.

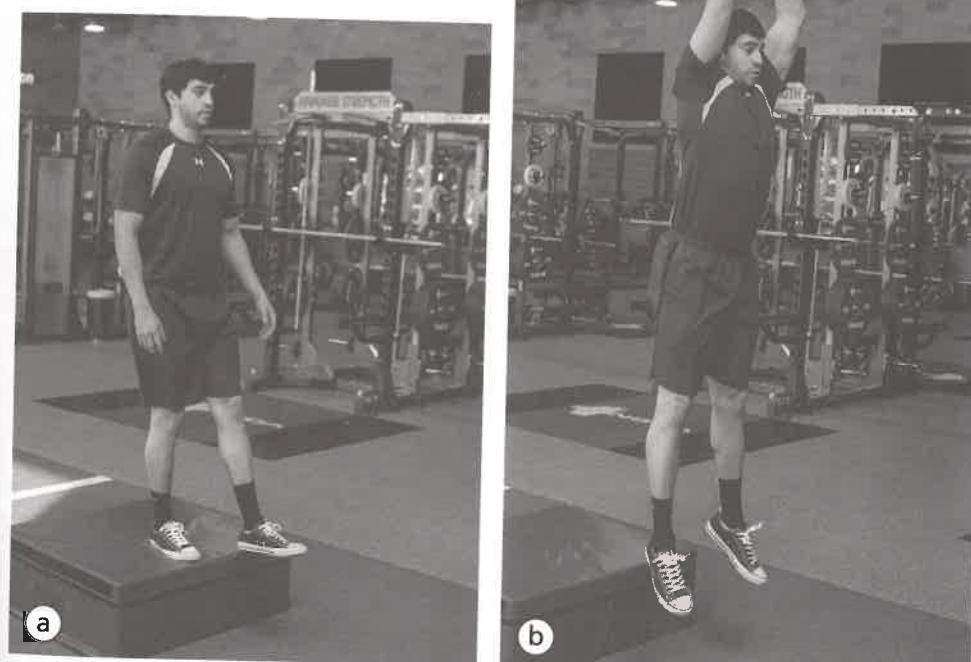


Figura 6.12 *Depth jump*: (a) dando un paso fuera del cajón y (b) saltando tanto como sea posible.

### Variante

En el *depth jump* con rebote, caer desde menos altura (normalmente, del 25 al 50% menos que el *depth jump*) e intentar utilizar un tiempo mínimo de contacto con el terreno.

## SALTO EXCÉNTRICO CON CARGA AÑADIDA

### Propósito

Utilizar una carga que se sujetta con las manos para proporcionar un estímulo añadido a la acción excéntrica de un salto.

### Acción

1. De pie, con los pies separados a la anchura de los hombros y los brazos extendidos en los costados, sujetando una mancuerna en cada mano (una carga adicional total de un 20 a 40% de la masa corporal). Flexionar las rodillas y bajar las mancuernas hacia el suelo (figura 6.13a).
2. Dejar caer las mancuernas en la posición baja del cuerpo, durante la transición entre la acción excéntrica y el movimiento concéntrico del salto y, a continuación, saltar explosivamente (figura 6.13b). Debe ser un movimiento rítmico.
3. Un mayor tiempo de carga proporciona mayor preparación miogénica que la normal (muscular) para la carga concéntrica subsiguiente en el salto (acortamiento).



**Figura 6.13** Salto excéntrico con carga añadida (a) justo antes de dejar la carga y (b) saltar tan alto como sea posible.

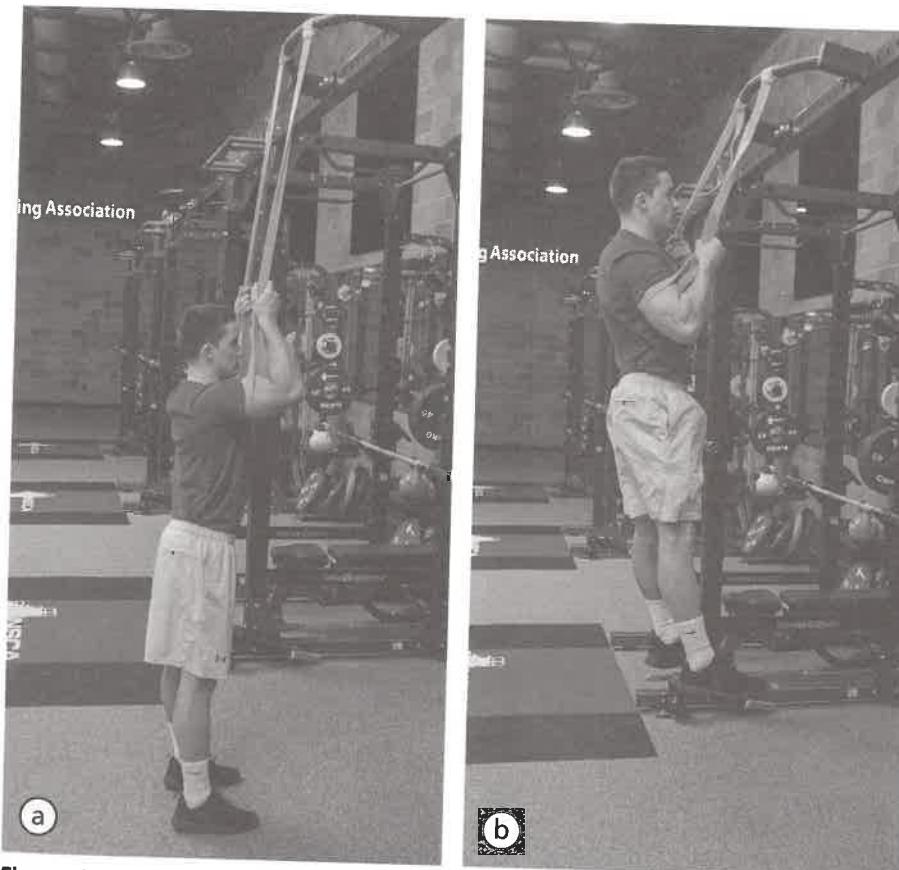
## SALTO ASISTIDO

### Propósito

Proporcionar un estímulo sobre la velocidad y las adaptaciones a largo plazo para los saltos de velocidad.

### Acción

1. Comenzar en posición de pie utilizando bandas de *powerlifting* con manillares, o cuerdas elásticas, sujetas a un arnés (figura 6.14a).
2. Descender haciendo una sentadilla, con un contramovimiento de salto, mientras se estiran las bandas o cuerdas elásticas, las cuales proporcionan asistencia durante la fase concéntrica del salto (figura 6.14b).



**Figura 6.14** Salto asistido: (a) posición de inicio y (b) salto.

## SALTO AL CAJÓN

### Propósito

Reducir el pico de fuerza de aterrizaje, debido a que el atleta salta para aterrizar.

### Acción

1. De pie, de cara al cajón (figura 6.15a). La altura del cajón dependerá de la capacidad del deportista.
2. Saltar desde el suelo al cajón con ambos pies, aterrizando con los dos simultáneamente (figura 6.15b).

Nota: Una observación a este ejercicio es que no sigue ningún esquema de movimiento de muchos deportes; sin embargo, algunos de ellos, como el surf, el skateboard, el snowboard, el parkour y los levantamientos olímpicos, incluyen saltos y la extensión del tren inferior seguidos de un agrupamiento. Los atletas y los entrenadores deberían considerar los requerimientos específicos así como los beneficios potenciales de reducir la carga de aterrizaje en el contexto de su deporte.

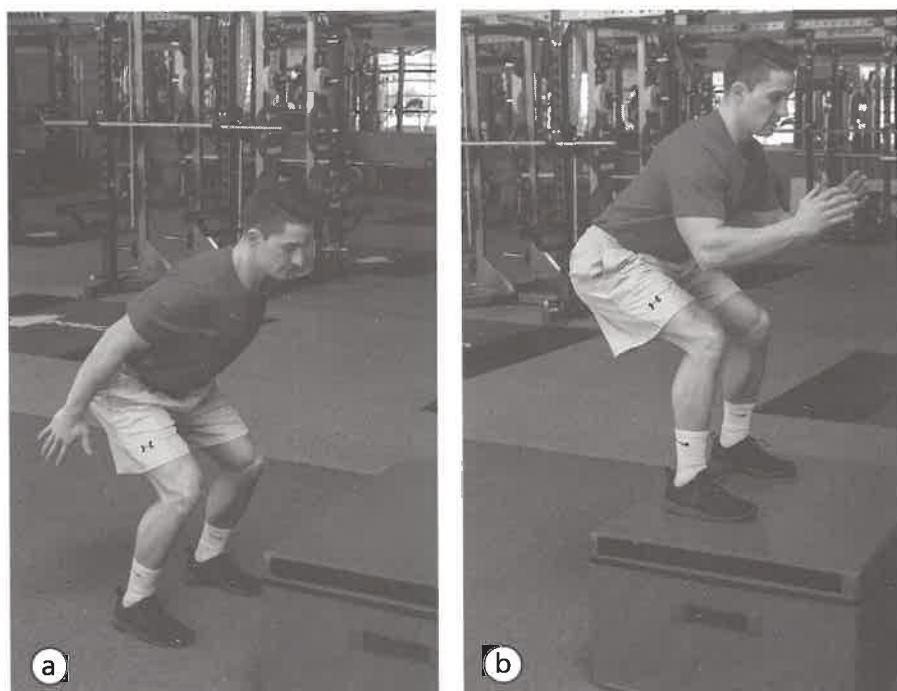


Figura 6.15 Salto al cajón: (a) posición de sentadilla y (b) aterrizaje.

## DE DEPTH JUMP A SALTO AL CAJÓN

### Propósito

Ganar los beneficios del *depth jump* mientras se reduce la fuerza de aterrizaje subsiguiente.

### Acción

1. Comenzar de pie en el borde de un primer cajón y preparar la caída dando un paso hacia delante con el pie adelantado, separándolo del cajón, y manteniendo el pie atrasado en contacto con el cajón (figura 6.16a).
2. Caer desde la altura prescrita (figura 6.16b).
3. Inmediatamente, saltar lo más posible para aterrizar sobre el segundo cajón (figura 6.16c). La altura de ambos cajones y de la caída dependerá de la capacidad del deportista.

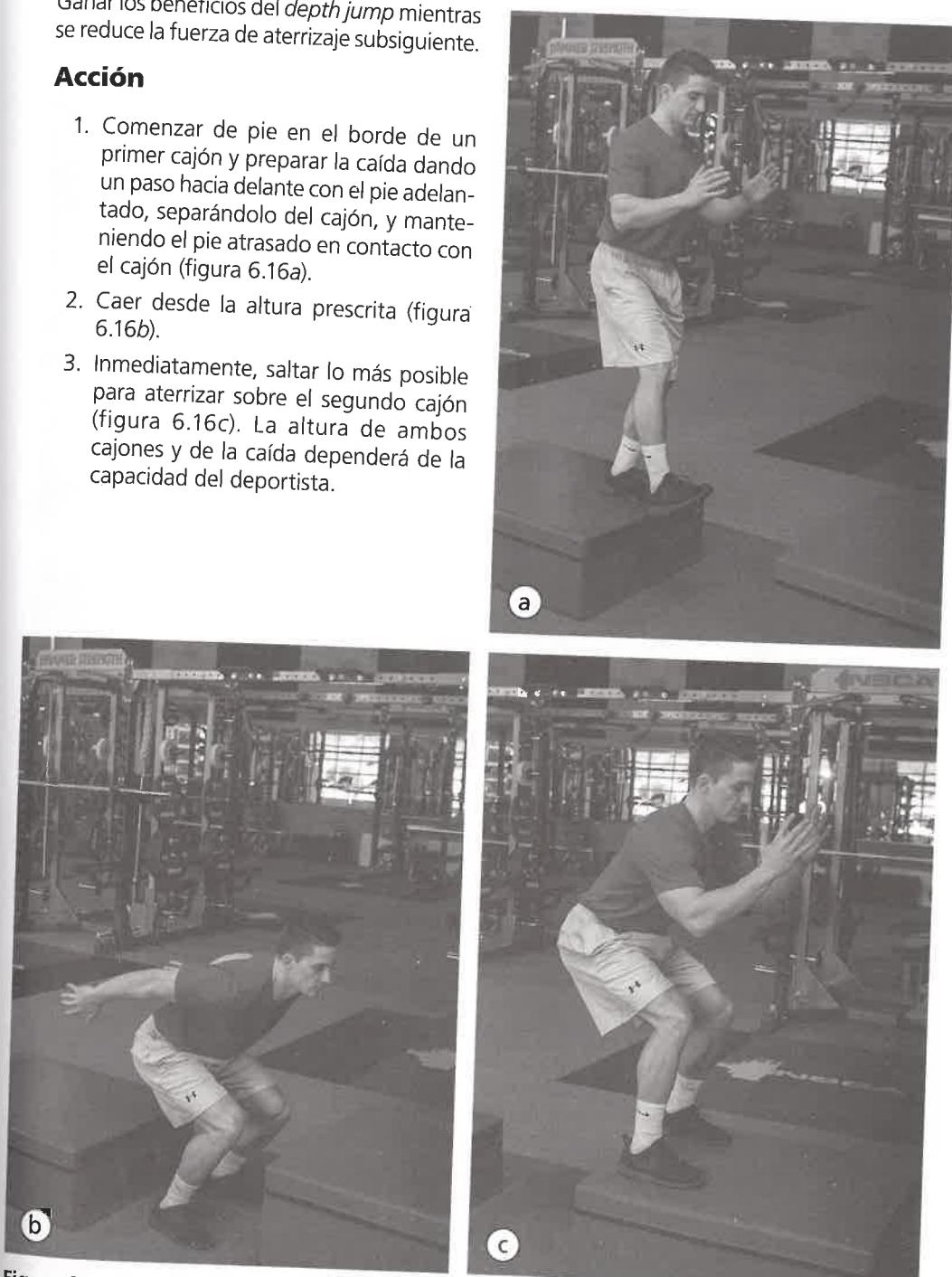


Figura 6.16 De *depth jump* a salto al cajón: (a) posición de inicio, (b) aterrizaje inicial y (c) aterrizaje en el cajón.

## SALTO CON PIERNAS ABIERTAS EN TIJERA

### Propósito

Desarrollar la potencia del tren inferior desde una posición de zancada.

### Acción

1. Comenzar de pie, con las piernas abiertas en tijera (zancada) (figura 6.17a).
2. Saltar hacia arriba y cambiar la colocación de las piernas (la pierna atrasada pasa hacia delante) repetidamente, según el número prescrito de repeticiones (figura 6.17b).

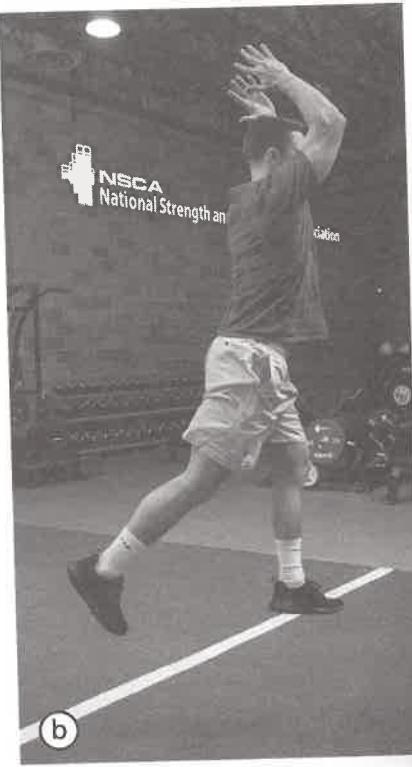
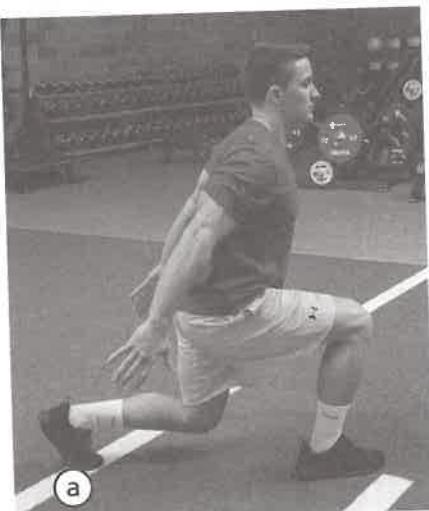


Figura 6.17 Salto con piernas abiertas en tijera: (a) posición de zancada, (b) salto.

## REBOTES DE TOBILLOS (PALO SALTARÍN)

### Propósito

Desarrollar la potencia del tren inferior y su rigidez.

### Acción

1. De pie erguido, saltar hacia arriba impulsando el cuerpo, fundamentalmente con el impulso de los tobillos, haciendo una dorsiflexión activa de estos.
2. Utilizar mínimamente la flexión de las rodillas y las caderas para saltar arriba y abajo (como un palo saltarín) (figura 6.18).



Figura 6.18 Rebotes de tobillos (palos saltarín).

## SALTO HORIZONTAL

### Propósito

Desarrollar la potencia horizontal del tren inferior.

### Acción

1. El salto horizontal, o hacia delante, se realiza, normalmente, con un contramovimiento inicial desde una posición erguida, con los pies paralelos y el balanceo activo de los brazos.
2. Saltar hacia delante tanto como sea posible y aterrizar con ambos pies (figura 6.19).

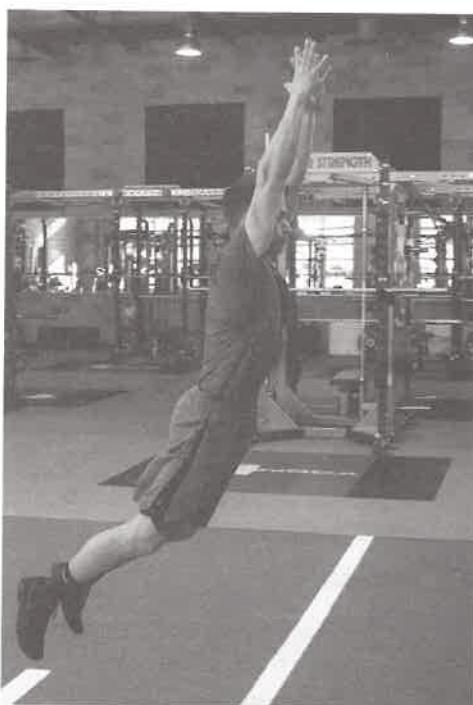


Figura 6.19 Salto horizontal.

## SALTO HORIZONTAL REPETIDO CON MANCUERNAS

### Propósito

El incremento de la distancia de salto y la utilización de pesos en las manos proporcionan una carga adicional durante la fase excéntrica. Realizar saltos horizontales con halteras (pesos que se sujetaban con las manos de la antigua Grecia) es uno de los métodos de entrenamiento conocidos más antiguo.

### Acción

1. Realizar este ejercicio del mismo modo que el salto horizontal, mientras se sujetá una mancuerna con cada mano (figura 6.20). Comenzar con cargas bajas de tan solo unos pocos kilos por mancuerna.
2. La sujeción de los pesos con las manos proporciona un impulso adicional a través del balanceo de los brazos. Por tanto, el deportista se desplaza a una mayor distancia que en el salto horizontal estándar y debe absorber más fuerza en el aterrizaje en cada salto antes de seguir con el siguiente.
3. Repetir el movimiento de saltos hacia delante, inmediatamente después del aterrizaje con ambos pies, el número de repeticiones requeridas.



Figura 6.20 Salto horizontal repetido con mancuernas.

## DE DEPTH JUMP A SALTO HORIZONTAL

### Propósito

Desarrollar la potencia vertical y horizontal del tren inferior.

### Acción

1. Comenzar realizando un *depth jump*.
2. Inmediatamente después del aterrizaje, realizar un salto horizontal con ambas piernas.

### Variantes

Las variantes pueden incluir saltos horizontales con una pierna (desde una altura marcadamente más baja), desde un *depth jump* a saltos en profundidad dentro de un esprint de aceleración.

## SALTOS HORIZONTALES CON LAS DOS PIERNAS

### Propósito

Desarrollar la potencia horizontal con ambas piernas.

### Acción

1. Comenzar realizando un *depth jump* (figura 6.21a-b).
2. Repetir esta secuencia según las repeticiones prescritas.

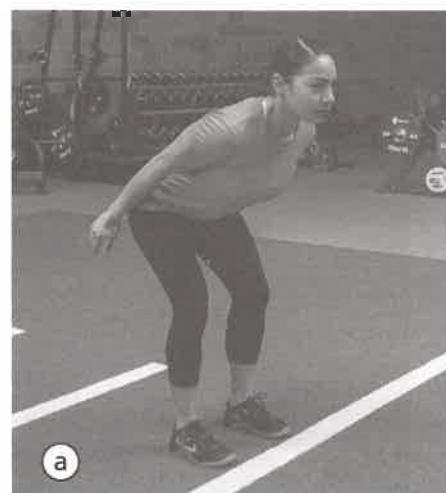


Figura 6.21 Saltos horizontales con las dos piernas: (a) posición de inicio y (b) salto.

### Variantes

Realizar las repeticiones del salto con una pierna. El atleta puede realizar saltos con una o dos piernas durante un número específico de repeticiones y, a continuación, pasar a un esprint de aceleración (por ejemplo, 5 saltos seguidos de 20 m de esprint de aceleración).

## SALTO INCLINADO

### Propósito

Realizar saltos con las dos piernas en un plano inclinado incrementando la cantidad de empuje propulsivo y disminuyendo el desarrollo de potencia horizontal del cuerpo.

### Acción

1. De pie, sobre la base de un plano inclinado, preparado para realizar saltos con las dos piernas subiendo el plano inclinado.
2. Saltar el número prescrito de repeticiones.

## REBOTES

### Propósito

Desarrollar la potencia horizontal del tren inferior.

### Acción

1. Rebotar es un ejercicio que se realiza con pasos largos alternando las piernas (figura 6.22a-b).
2. Trabajar para optimizar el tiempo de vuelo durante este ejercicio.
3. La distancia típica para este ejercicio es de 20-40 m, pero puede ampliarse para desarrollar una resistencia mayor.

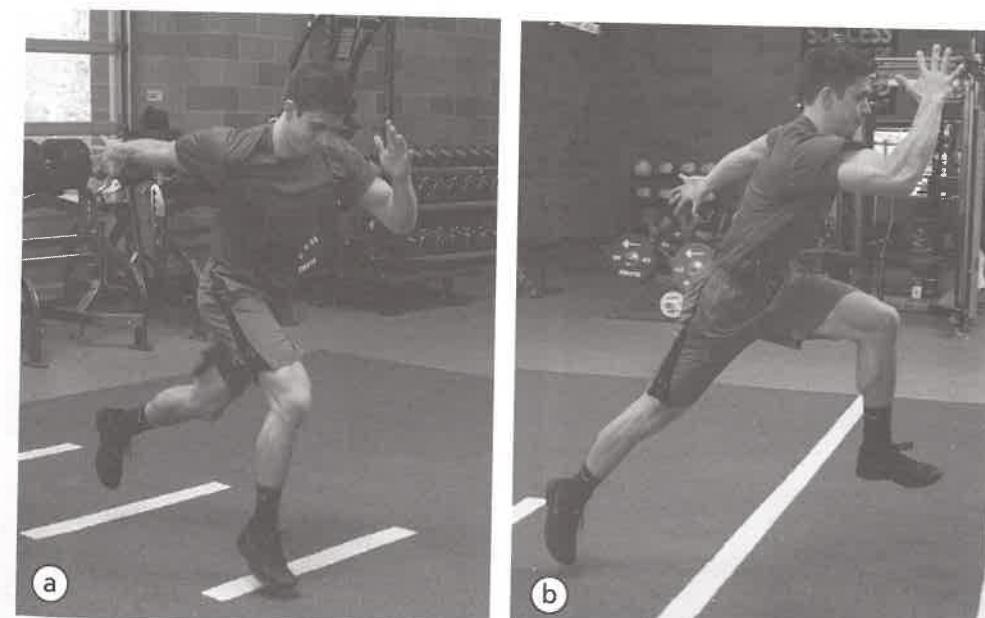


Figura 6.22 Rebotes sobre (a) la pierna derecha y (b) la pierna izquierda.

## REBOTES INCLINADOS

### Propósito

Desarrollar la potencia horizontal del tren inferior mientras se reduce el impacto de aterrizaje. La inclinación proporciona una mayor resistencia y reduce el impacto del aterrizaje.

### Acción

1. Realizar ejercicios de rebotes estándar sobre un plano ligeramente inclinado.
2. La distancia típica para este ejercicio es de 20-30 m, pero puede ampliarse para desarrollar una resistencia mayor.

## REBOTES EN ZIGZAG

### Propósito

Desarrollar la potencia del tren inferior horizontal y lateral incorporando un esquema de zigzag lateral. Este ejercicio también ha sido denominado como «rebote de patinadores» porque se parece al esquema de movimiento de los patinadores sobre hielo.

### Acción

1. Rebotar tanto hacia delante como lateralmente, de un pie al otro, tan rápida y explosivamente como sea posible (figura 6.23a-b).
2. La distancia típica para este ejercicio es de 20-40 m.

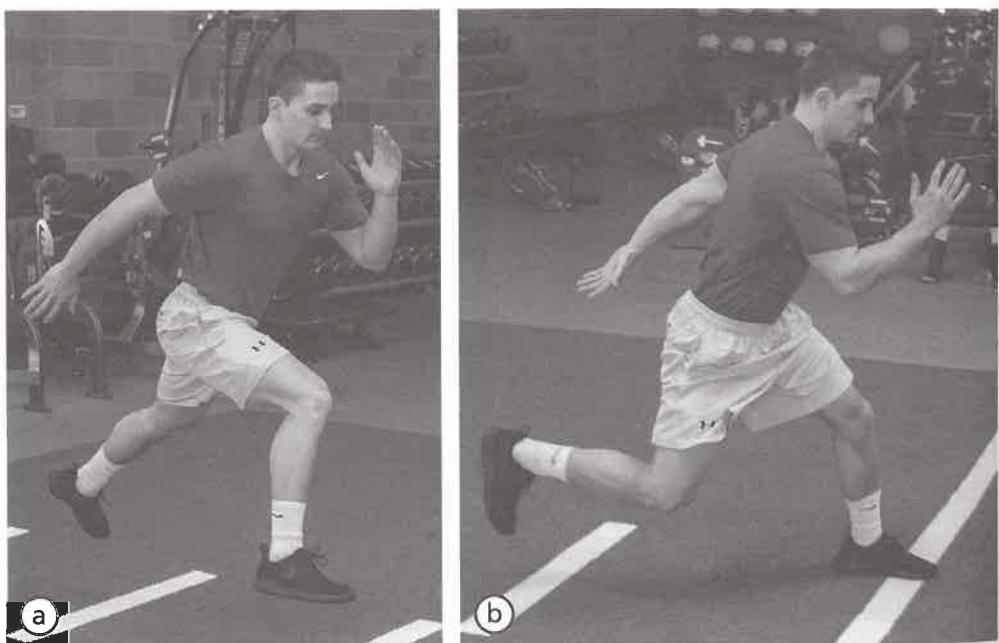


Figura 6.23 Rebotes en zigzag con (a) la pierna derecha y (b) la pierna izquierda.

## EJERCICIOS BALÍSTICOS

Los ejercicios balísticos se refieren a la categoría de movimientos que aplican resistencia más allá del peso corporal. Estos ejercicios son de un nivel entre medio y avanzado y deberían realizarse solo después de que el deportista sea capaz de realizar ejercicios tales como la sentadilla con salto o los SCM correctamente. Por lo general, las cargas son lo suficientemente ligeras como para permitir movimientos más rápidos que los del entrenamiento submáximo de fuerza intensa y loslevantamientos olímpicos (aunque estos métodos son importantes para el desarrollo de la potencia). Con frecuencia, los ejercicios balísticos tienen un rango de carga a partir del cual se marca el objetivo del espectro fuerza-velocidad. Mientras que el objetivo del entrenamiento de fuerza elevado es la capacidad de fuerza máxima, y el del entrenamiento pliométrico es el de una actividad CEA más rápida contra una carga relativamente baja, el ejercicio balístico desarrolla la potencia contra cargas moderadas. Dicho ejercicio ofrece al deportista un alto rango de desarrollo de la fuerza.

Las variantes de saltos con carga son los ejercicios balísticos más comunes del tren inferior. Estos pueden producirse con (SCM) o sin implicación del CEA para atender a las exigencias deportivas específicas. Hacer énfasis en las cargas excéntricas de las sentadillas con salto (carga extra en la fase de descenso) también es un ejercicio efectivo, y relativamente habitual, para desarrollar la potencia del tren inferior, ya que debido al estímulo adicional en la acción excéntrica, produce mayor potencia concéntrica.

Los movimientos de sentadilla (por ejemplo, la sentadilla posterior, la sentadilla frontal) se consideran ejercicios de fuerza máxima. Sin embargo, reduciendo la carga de la barra entre un 20 y un 50%, a la vez que se aplica una resistencia adaptable mediante la utilización de bandas de *powerlifting* o de cadenas con peso, se incrementa la fase de aceleración comparada con unas condiciones normales. Tanto si las bandas se estiran como si las cadenas se despliegan del suelo durante la acción concéntrica, la resistencia se incrementa durante la parte concéntrica del movimiento. Por tanto, el deportista tiene que ejercer fuerza durante un periodo mucho más largo. Como resultado, este movimiento llega a ser altamente efectivo como ejercicio de potencia para el tren inferior.

Los entrenadores pueden programar ejercicios balísticos de muchos modos dentro de la semana de entrenamiento. Un método es dedicar una sesión única de trabajo por semana para todos los ejercicios balísticos, realizando 5-6 ejercicios, 3-5 series de cada uno, con 3-5 repeticiones. Otro método es completar volúmenes más bajos de ejercicios balísticos (1-2 ejercicios, 3-5 repeticiones) con mayor frecuencia dentro de la semana o en cada sesión de entrenamiento (2-5 sesiones por semana). En los capítulos 9 y 10 se proporcionan ejemplos de programación específica. A pesar de todo, como ocurre con cualquier entrenamiento basado en la velocidad, la atención a la calidad del movimiento y a su realización (potencia y velocidad bajo carga) es de primordial importancia para el éxito.

## SENTADILLA POSTERIOR

### Propósito

Desarrollar la fuerza y la potencia del tren inferior.

### Acción

1. Comenzar sujetando la barra con un agarre prono, con las manos separadas la anchura de los hombros, y situarla sobre la parte superior de la espalda y los hombros (puede utilizarse la posición de barra alta o baja). La punta del pie se dirige ligeramente hacia fuera, el pecho hacia delante y la cabeza basculada ligeramente hacia arriba (figura 6.24a).
2. Descender flexionando las caderas y las rodillas, manteniendo una posición de espalda neutra, hasta alcanzar la posición designada. Por lo general, esta se consigue al quedar los muslos paralelos al suelo (figura 6.24b).
3. Volver a la posición de comienzo extendiendo las caderas y las rodillas, mientras se mantiene la posición neutra de la espalda.



Figura 6.24 Sentadilla posterior: (a) posición de inicio y (b) posición final.

## SENTADILLA FRONTAL

### Propósito

Desarrollar la fuerza y potencia del tren inferior.

### Acción

1. Comenzar con la barra cruzada por delante de los hombros (utilizando una posición paralela o cruzada de los brazos). El pecho debe mantenerse erguido y hacia fuera y la cabeza ligeramente basculada hacia arriba (figura 6.25a).
2. Descender flexionando las caderas y las rodillas, manteniendo una posición neutra de la espalda, hasta alcanzar la posición deseada. Esta se consigue cuando los muslos quedan paralelos al suelo (figura 6.25b).
3. Volver a la posición de comienzo extendiendo las caderas y las rodillas, mientras se mantiene la posición neutra de la espalda.

Nota: Cuando se realizan la sentadilla posterior y la frontal, se debe atender a la seguridad y la técnica adecuada. Utilizar dos compañeros, uno en cada lado de la barra.



Figura 6.25 Sentadilla frontal: (a) posición de inicio y (b) posición final.

## SENTADILLA CARGADA CON SALTO

### Propósito

Desarrollar la fuerza y potencia del tren inferior, utilizando el CEA y aumentando la capacidad para tolerar una carga externa.

### Acción

1. La sentadilla cargada con salto es un salto con contramovimiento fluido, que se realiza con la carga de una barra o de un chaleco lastrado. Por lo general, la carga suele corresponder del 10 al 50% de la masa corporal. En algunos casos, puede ser mucho mayor, tratando de igualar las exigencias de fuerza elevada o los movimientos de potencia de su deporte (por ejemplo, el ciclismo de velocidad en pista, los defensas en fútbol americano).
2. Descender y, a continuación, hacer una transición a un salto vertical (figura 6.26a-b).

Nota: Cuando se realizan saltos lastrados con una barra, la técnica adecuada es decisiva para la seguridad; por tal motivo, asegurarse de dominar el ejercicio de sentadilla con salto sin carga antes de progresar a utilizar las cargas.

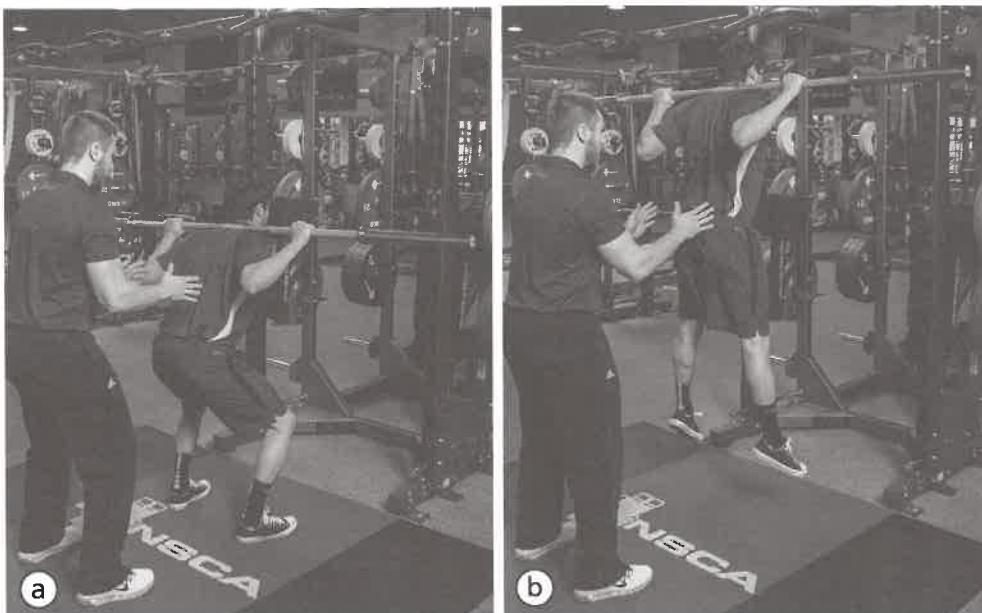


Figura 6.26 Sentadilla cargada con salto: (a) descenso y (b) salto.

## SALTO CON SENTADILLA CARGADA

### Propósito

El ejercicio desarrolla la potencia del tren inferior y la capacidad para tolerar cargas externas sin utilizar el CEA.

### Acción

1. La carga que se utiliza usualmente es del 10 al 50% de la masa corporal, y puede aplicarse utilizando una barra o un chaleco lastrado. En algunos casos, se utilizan cargas mucho mayores.
2. Descender y hacer la pausa en la posición baja durante 2-3 segundos antes de pasar a la transición del salto vertical.

Nota: Cuando se realizan saltos lastrados con una barra, se debe mantener la seguridad y la técnica apropiadas. Utilizar un compañero para estos ejercicios.

## SENTADILLA CON BANDAS O CADENAS

### Propósito

Desarrollar la fuerza y potencia del tren inferior.

### Acción

1. Realizar una sentadilla posterior o frontal utilizando una barra con una carga reducida en un 20-50% de la que el atleta normalmente utiliza, con un esquema de repeticiones específicas. Se añaden adaptaciones especiales de la resistencia mediante la utilización de bandas de resistencia o cadenas.
2. La carga adicional prolongará el tiempo en el que el deportista acelera la carga.
3. La carga seleccionada para la barra, la banda (el grosor) o las cadenas (el peso) deben reflejar el énfasis deseado del ejercicio. Las más ligeras permiten movimientos más rápidos y con las más pesadas se desarrolla una fuerza mayor.

Nota: Este método se describe con mayor detalle en el capítulo 8.

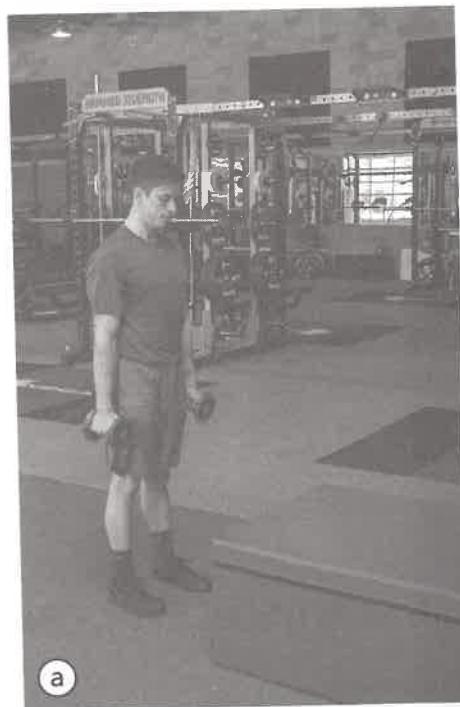
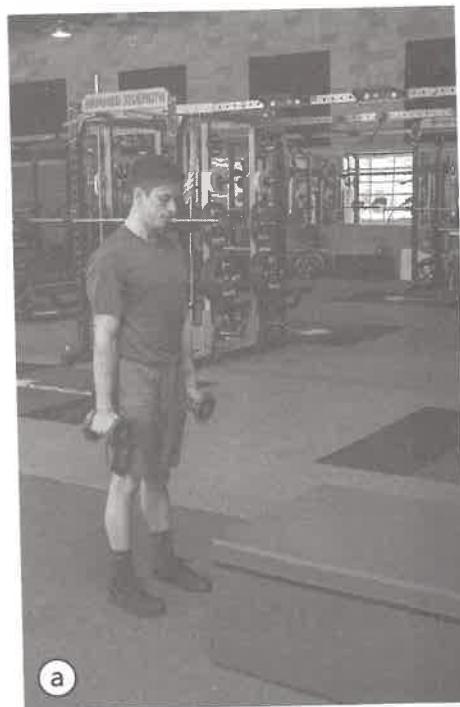
## SENTADILLA CON CARGA EXCÉNTRICA CON SALTO AL CAJÓN

### Propósito

Desarrollar la fuerza y la potencia del tren inferior utilizando el CEA y la capacidad para tolerar una carga excéntrica.

### Acción

1. Utilizar mancuernas (del 15 al 25% del peso corporal) para sobrecargar la fase excéntrica (de bajada) de un salto.
2. Soltar las mancuernas en la parte baja del movimiento, durante el cambio de salir de una acción excéntrica a una concéntrica y, a continuación, saltar al cajón (figura 6.27a-c).



**Figura 6.27** Sentadilla con carga excéntrica con salto al cajón: (a) posición de inicio, (b) liberación de las mancuernas y (c) salto al cajón.

## TIRAR DEL TRINEO

### Propósito

Desarrollar la potencia horizontal del tren inferior.

### Acción

1. Tirar del trineo requiere de un arnés y de un trineo que se pueda cargar; el atleta deberá tirar de él mientras acelera hacia un esprint (figura 6.28).
2. Elegir la carga y la distancia en función de las metas del deportista. Las distancias más cortas (por ejemplo, 10-30 metros) permiten un esfuerzo de alta calidad. Las cargas no deben ser tan altas como para deteriorar la mecánica de la acción.

Nota: La fricción entre el trineo y el suelo afectará a la carga.



**Figura 6.28** Tirar del trineo.

## EMPUJAR EL TRINEO

### Propósito

Desarrollar la potencia horizontal del tren inferior.

### Acción

1. Este ejercicio es similar al de tirar del trineo pero, en este caso, el deportista lo acelera empujándolo (figura 6.29).
2. Esta variante es adecuada para los deportes en los que la potencia de la pierna horizontal se aplica en la dirección de los brazos (el fútbol americano, el rugby)



**Figura 6.29** Empujar el trineo.

## ACELERACIÓN LATERAL Y MULTIDIRECCIONAL ASISTIDA

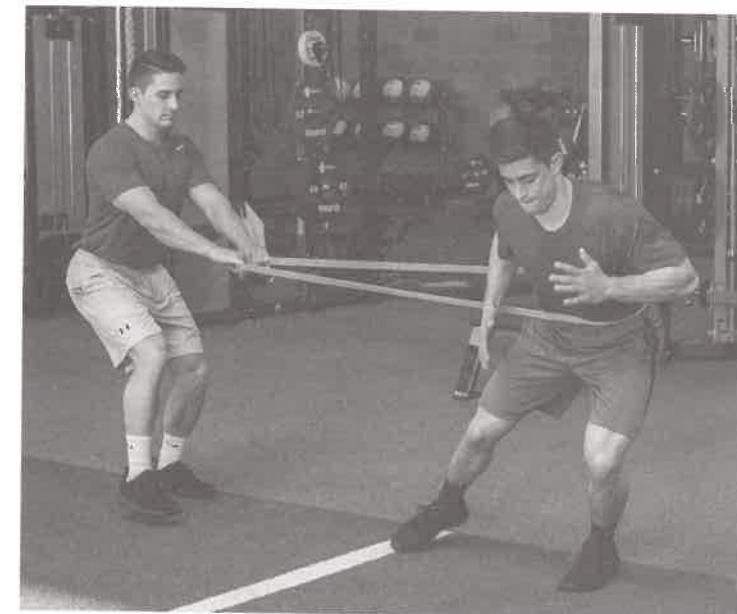
### Propósito

Desarrollar la potencia horizontal multidireccional del tren inferior.

### Acción

1. Utilizar una banda elástica de *powerlifting* colocándola alrededor del abdomen y sujetá por un compañero o un arnés enganchado a una resistencia; realizar movimientos tales como arrastrar los pies lateralmente, como en baloncesto, o pasos de zancada lateral, como en voleibol. Mantener la postura adecuada del deporte (figura 6.30).
2. Realizar movimientos hacia atrás, como los que se utilizan en fútbol americano en la defensa posterior, y movimientos combinados hacia delante, laterales y hacia atrás, similares a los que se hacen en fútbol, rugby y fútbol americano.

Nota: La distancia cubierta depende del deporte.



**Figura 6.30** Aceleración lateral y multidireccional asistida.

## CONCLUSIÓN

Hay una miríada de métodos para desarrollar la potencia del tren inferior. Cuando se seleccionan ejercicios y aproximaciones es importante considerar dos factores principales. Primero, se debe considerar el contexto deportivo, de tal manera que los esfuerzos de entrenamiento sean relevantes para las tareas impuestas por el deporte de que se trate. Segundo, es importante considerar las áreas principales de desarrollo potencial del atleta individual, comprendiendo sus puntos fuertes y débiles. Considerar estos dos factores conjuntamente conducirá a tomar decisiones y a diseñar programas para el desarrollo de la potencia del tren inferior.

# Ejercicios de potencia para todo el cuerpo

Adam Storey, PhD



**E**l deporte del levantamiento de peso de competición (halterofilia) consiste en competir ejecutando dos ejercicios multiarticulares en los que está implicado todo el cuerpo: la arrancada y la cargada y el envión (o *jerk*). Estos ejercicios exigen que los atletas ejerzan una gran cantidad de fuerza explosiva con el fin de levantar la barra del suelo para situarla en la posición por encima de la cabeza o sobre los hombros, en un movimiento continuado. Durante estos ejercicios, los levantadores han conseguido algunos de los picos de potencia absoluta y relativa más elevados que se han descrito en la literatura (8, 11).

Aunque estas dos formas de ejercicios de competición forman la base sobre la que se desarrollan los programas de entrenamiento de los halterófilos, muchos ejercicios complementarios tienen esquemas de movimiento similares (por ejemplo, la arrancada de potencia y la arrancada de potencia en suspensión, la cargada de potencia y la cargada en suspensión, los tirones de arrancada y cargada y la sentadilla frontal y posterior), que también se incluyen en el entrenamiento (16). Dichos ejercicios complementarios también se incorporan rutinariamente en los programas de otros deportistas de la fuerza y la potencia debido a las similitudes cinemáticas que existen en las fases propulsivas, tanto en las acciones de levantamiento como en las de salto (por ejemplo, la extensión explosiva de los tobillos, las rodillas y las caderas) (2, 3, 6, 7, 12, 13). Asimismo, muchas veces se utilizan por la relación significativa que existe entre la capacidad de levantar peso en estos ejercicios y la producción de potencia durante el salto y el esprint (1, 3, 4, 13, 17), así como también en los test de agilidad (13).

Durante la arrancada y la cargada y el envión, los levantadores han demostrado conseguir picos de potencia con cargas del 70 al 80% de 1RM (5, 14, 15), lo que demuestra una mejora de su habilidad para generar picos de potencia bajo condiciones de cargas elevadas. Como tal, otros atletas que requieren generar altos picos de rendimiento de potencia contra cargas externas elevadas

(por ejemplo, los luchadores, los *bobsledders* y los jugadores de rugby y fútbol americano) se benefician igualmente de las cargas elevadas entrenando al modo de la halterofilia.

Este capítulo detalla el propósito y las progresiones de enseñanza de los ejercicios de potencia para todo el cuerpo que derivan del levantamiento de peso. Dada la naturaleza de la gran velocidad y complejidad de estos movimientos, los levantadores sin experiencia que pretenden aprender dichas progresiones deben buscar la guía de un especialista certificado en fuerza y acondicionamiento. Además, los atletas tienen que asegurarse de que pueden realizar estos ejercicios correctamente antes de incrementar las cargas.

## ASPECTOS CLAVE DE LAS PROGRESIONES DE EJERCICIOS DE POTENCIA PARA TODO EL CUERPO

Los ejercicios reseñados en este capítulo se describen utilizando los siguientes términos y posiciones.

### Agarre en gancho

Cuando se agarra la barra, los dedos índice y medio rodean por encima al pulgar para aplicar presión sobre este y contra la barra (figura 7.1). El agarre en gancho minimiza la posibilidad de que falle el agarre del atleta durante la fase de tirón explosivo de un levantamiento olímpico.

### Colocación del agarre en los ejercicios relacionados con la arrancada

En los ejercicios relacionados con la arrancada se debe utilizar un agarre con la mano hacia abajo, amplio (también conocido como pronó), o agarre de arrancada. La separación de las manos en el agarre depende de muchos factores, incluidos la longitud de los brazos del deportista, su flexibilidad y su estatus de lesión.

Un método simple para determinar la anchura óptima del agarre de arrancada es medir la distancia entre la parte externa del hombro hasta el final del puño cerrado del brazo opuesto, el cual debe estar en abducción de 90 grados con respecto al cuerpo (figura 7.2). La distancia medida corresponde a la que deben situarse ambos dedos índice al agarrar la barra en los ejercicios relacionados con la arrancada. Un método alternativo es el de medir la distancia de codo a codo (también conocido como método del espantapájaros).



Figura 7.1 Agarre en gancho.

### Posición de la recepción por encima de la cabeza con los brazos estirados

En la recepción por encima de la cabeza de los brazos estirados, la barra se coloca por encima y por detrás de las orejas del deportista. Cuando se observa desde un lado, las orejas del atleta no deben estar ocultas por los brazos (figura 7.3). La barra debe estar en las palmas de las manos y las muñecas ligeramente extendidas.



Figura 7.2 Medición de la anchura óptima para el agarre de arrancada.

### Variantes de potencia

La arrancada de potencia y la cargada de potencia se clasifican como ejercicios en los que se recibe la barra por encima de la posición de los muslos paralelos con el suelo. Si el levantador desciende por debajo de dicha posición, el ejercicio se considera que es una arrancada en sentadilla completa y una cargada en sentadilla completa, respectivamente. Aunque las variantes de sentadilla completa permiten una mayor eficiencia del deportista para levantar aproximadamente un 20% más de carga, y es por tanto la razón por la que se realizan en las competiciones de levantamiento olímpico, requieren de un mayor grado de maestría técnica, de movilidad y de fuerza cuando se comparan con las variantes de potencia.



Figura 7.3 Posición de recepción por encima de la cabeza en las progresiones relacionadas con la arrancada y el envío.

### Variantes en suspensión

La posición en suspensión se refiere a la de comienzo por encima de las rodillas. Un ejercicio que no se describa en posición de suspensión, se asume que se inicia desde el suelo.

### Variantes de tirón

Las variaciones de tirón en los ejercicios de arrancada y cargada enfatizan en la triple extensión del tren inferior, la cual se sigue inmediatamente de un encogi-

miento explosivo de hombros. Excepto en la arrancada rápida y las versiones de tirón rápido, los brazos deben permanecer relajados y no implicarse activamente en el intento de tirar de la barra hacia arriba; los codos solo se flexionan después de que el atleta complete la extensión triple del tren inferior y el encogimiento de la parte superior. Cuando la barra alcanza su altura máxima, no se coge; en lugar de ello, el atleta flexiona las rodillas y las caderas y baja la barra de regreso a la posición de comienzo.

### PROGRESIONES RELACIONADAS CON LA ARRANCADA

## ARRANCADA DE POTENCIA DESDE LA POSICIÓN DE SUSPENSIÓN

#### Propósito

Desarrollar la potencia explosiva en un plano vertical. Desde el punto de vista técnico, este ejercicio es menos exigente que la arrancada de potencia desde el suelo.

#### Acción

1. Utilizar un agarre en gancho, prono y ancho; comenzar sujetando una barra cargada desde el soporte (o una pila de discos) a la altura de la mitad de los muslos.
2. Colocar los pies separados entre la anchura de la cadera y de los hombros, y dirigidos hacia delante.
3. Flexionar las rodillas ligeramente y, con la columna neutra, flexionar las caderas e inclinar el tronco hacia delante para permitir que la barra se mueva hacia debajo de los muslos para situarse en la posición de inicio, justo por encima de las rodillas (es decir, en la posición de suspensión) (figura 7.4a). En esta posición, los hombros deben estar por encima de la barra, los codos dirigidos hacia fuera de los costados y la cabeza hacia delante.
4. Comenzar el movimiento con una extensión rápida de las caderas, las rodillas y los tobillos, mientras se mantiene la posición de los hombros por encima de la barra.
5. Permitir que la barra se deslice por encima de los muslos para asegurar que permanece tan cerca del cuerpo como sea posible.
6. Cuando las articulaciones del tren inferior alcancen una extensión completa, encoger rápidamente los hombros.
7. En el momento en que los hombros alcancen su punto más elevado, permitir que los codos se flexionen y comiencen a tirar del cuerpo bajo la barra (figura 7.4b).
8. La naturaleza explosiva de esta fase puede causar que los pies pierdan el contacto con el suelo.
9. A la vez, flexionar las caderas y las rodillas en un cuarto de sentadilla y continuar tirando del cuerpo por debajo de la barra.
10. Una vez que el cuerpo está bajo la barra, recepcionarla por encima de la cabeza con los brazos estirados, en la posición descrita anteriormente.
11. Recuperar la posición de pie, manteniendo la barra en la posición de recepción de brazos estirados por encima de la cabeza (figura 7.4c).

12. De manera controlada, bajar la barra flexionando los codos y reduciendo la tensión muscular de los hombros. Simultáneamente, flexionar las caderas cuando la barra esté bajando hacia los muslos.



a



b



c

**Figura 7.4** Arrancada de potencia desde la posición de suspensión: (a) posición de inicio, (b) movimiento con la extensión de las caderas, las rodillas y los tobillos, y (c) recuperación a la posición de pie.

## ARRANCADA DE POTENCIA DESDE SOPORTES

### Propósito

Desarrollar la potencia explosiva en el plano vertical, utilizando cargas habitualmente mayores que las empleadas en la arrancada de potencia desde la posición de suspensión. Por el contrario, se pueden utilizar cargas más ligeras desde los soportes para centrarse en los aspectos técnicos del ejercicio.

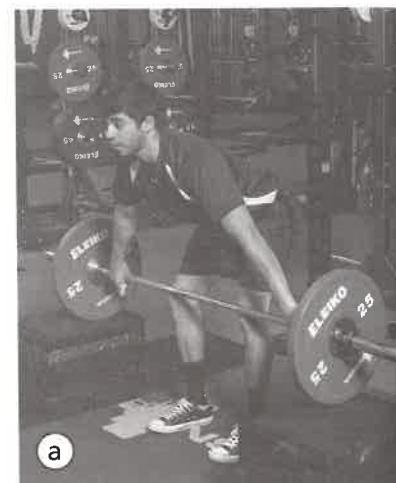
### Acción

1. Utilizar un agarre prono en gancho, comenzando con la barra apoyada sobre una pila de discos. La altura de los bloques debería situar la barra por encima de la rodilla.
2. En la posición de comienzo, los hombros han de estar sobre la barra, los codos dirigidos hacia fuera y la cabeza hacia delante.
3. Para completar la arrancada de potencia desde la variante de los soportes (figura 7.5a-c), ajustarse a los puntos 4-11 de la arrancada de potencia desde la posición de suspensión.
4. De modo controlado, bajar la barra mediante la flexión de los codos y reduciendo la tensión muscular en los hombros. Simultáneamente, flexionar las caderas y las rodillas a medida que la barra baje a los soportes.

Nota: Utilizar soportes de diferentes alturas para centrarse en las diferentes fases del movimiento o para que el ejercicio sea más específico. Por ejemplo, los soportes más bajos permitirán que la barra se cargue en la posición de inicio justo por debajo del nivel de las rodillas, lo cual permitirá centrarse en exclusiva en la fase de transición desde el primer tirón (es decir, desde el suelo hasta por debajo de las rodillas) hasta el segundo tirón (es decir, desde por encima de las rodillas a la extensión máxima de las caderas y las rodillas). Por el contrario, los bloques elevados permitirán ajustar la barra cargada en la posición de comienzo desde la mitad del muslo, lo cual permitirá enfatizar especialmente en la extensión más rápida de las caderas y las rodillas.



**Figura 7.5**  
Arrancada de potencia desde soportes.



## ARANCADA DE POTENCIA DESDE EL SUELO

### Propósito

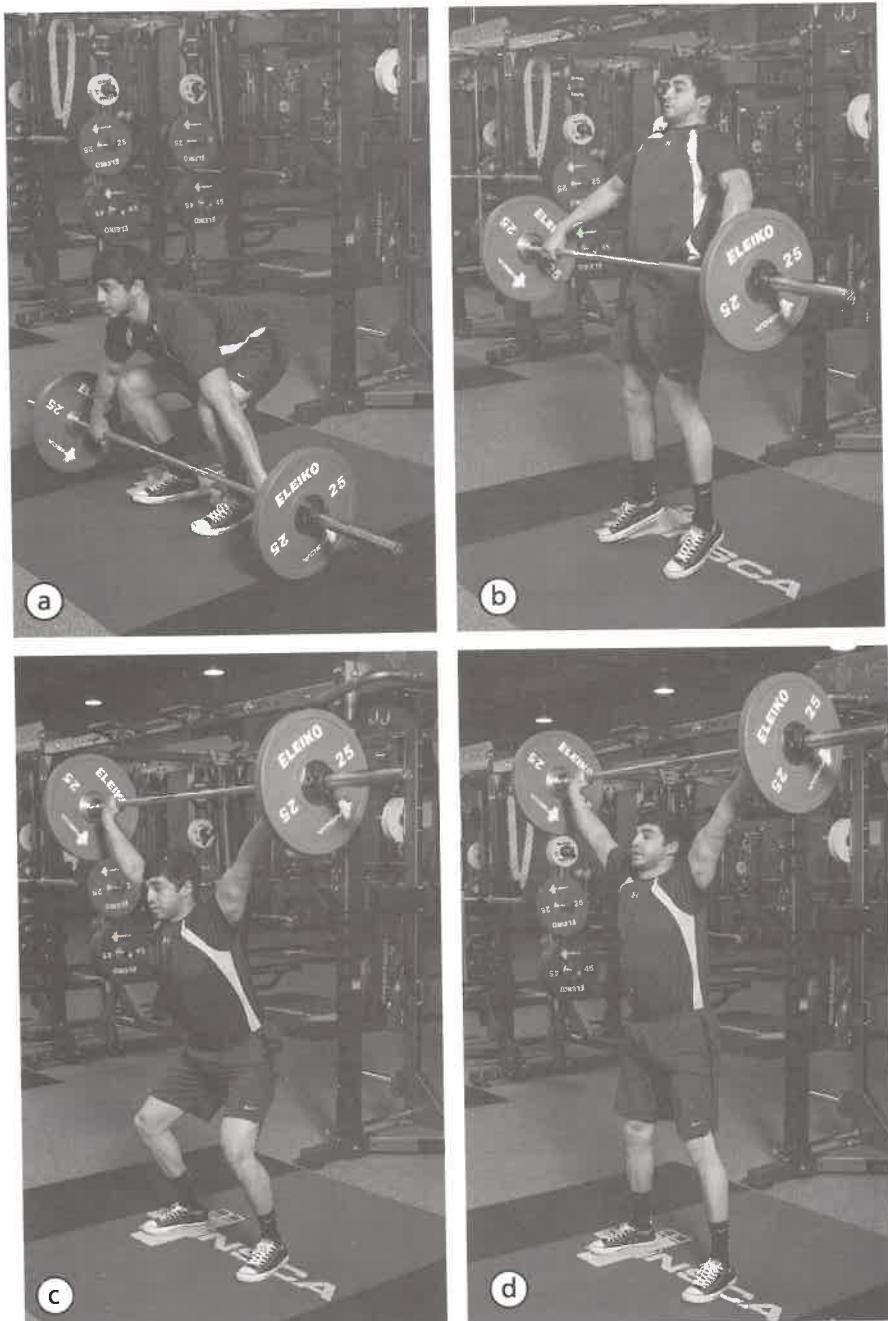
Desarrollar la potencia explosiva desde el suelo en un plano vertical.

### Acción

1. Comenzar con la barra cargada en el suelo.
2. Desde la posición de pie, colocar la barra separada aproximadamente un puño de las espinillas y utilizar un agarre amplio en gancho y prono.
3. Colocar los talones separados entre la anchura de las caderas y los hombros. Los pies deben estar ligeramente girados hacia fuera.
4. Para conseguir una posición ideal de inicio, bajar las caderas, elevar el pecho, dirigir los codos directamente hacia fuera, mantener la mirada ligeramente hacia delante y alinear la cabeza con la columna. En esta posición de ajuste, los hombros deben permanecer por encima de la barra, manteniendo la espalda en posición neutra (figura 7.6a).
5. Comenzar el movimiento extendiendo las caderas y las rodillas para elevar la barra separándola del suelo, manteniéndola cerca de las espinillas. Esta fase inicial del ejercicio se denomina primer tirón. Durante ella, se debe mantener la columna neutra y los hombros por encima de la barra. No permitir que las caderas se eleven antes de que lo hagan los hombros; en esta fase, el ángulo que forma el tronco con el suelo debe mantenerse constante.
6. Cuando la barra se eleve por encima de las rodillas, comenzar el segundo tirón moviendo las rodillas bajo la barra para deslizarla hacia arriba de los muslos.
7. Rápidamente, extender las caderas, las rodillas, y los talones (triple extensión), mientras que los hombros permanecen en línea con la barra y los codos se dirigen hacia fuera, hacia los lados. La naturaleza explosiva de esta fase puede ocasionar que los pies pierdan el contacto con el suelo.
8. Cuando las articulaciones del tren inferior se hayan extendido por completo, rápidamente hacer un encogimiento de los hombros (figura 7.6b).
9. Cuando los hombros alcancen su punto de mayor altura, permitir que los codos se flexionen para comenzar a situar el cuerpo bajo la barra.
10. Simultáneamente, flexionar las caderas y las rodillas para adoptar la posición de un cuarto de sentadilla y continuar con el tirón forzado para situar el cuerpo bajo la barra.
11. Una vez que el cuerpo esté bajo la barra, cogerla en la posición de recepción por encima de la cabeza con los brazos estirados, descrita anteriormente (figura 7.6c).
12. Recuperar la posición de pie, manteniendo la barra en la posición de recepción por encima de la cabeza y los brazos estirados (figura 7.6d).
13. De modo controlado, bajar la barra flexionando los codos y reduciendo la tensión muscular en los hombros. Flexionar simultáneamente las caderas y las rodillas cuando se baje la barra al suelo.

(continúa)

## ARANCADA DE POTENCIA DESDE EL SUELO (continuación)



**Figura 7.6** Arrancada de potencia desde el suelo: (a) posición de inicio, (b) triple extensión, (c) cogida, y (d) recuperación.

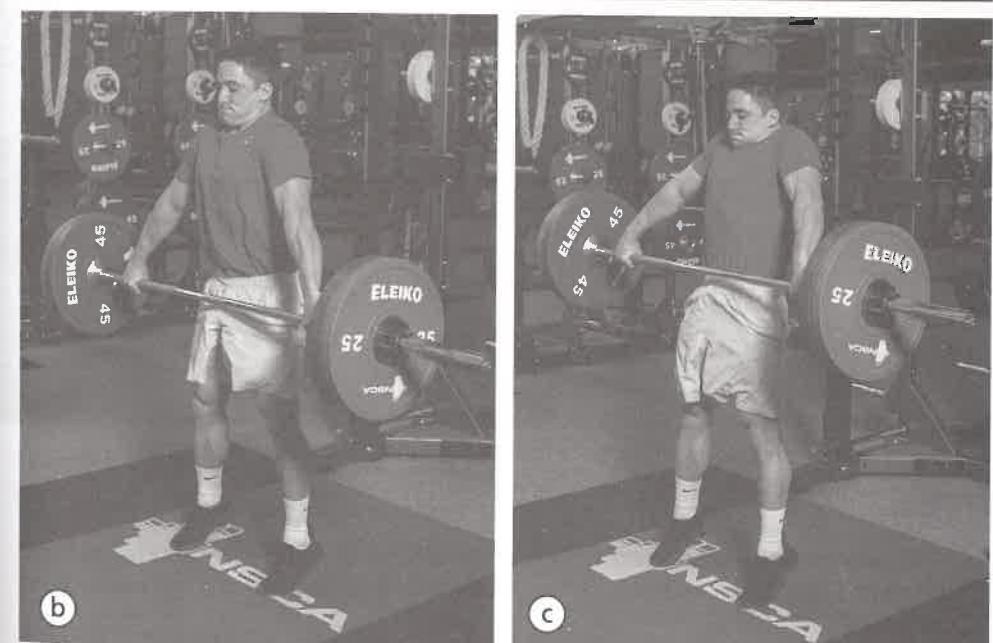
## TIRÓN FUERTE DE ARRANCADA DESDE EL SUELLO

### Propósito

Desarrollar la fuerza para separar la barra del suelo y la fuerza explosiva de la fase del segundo tirón de la arrancada.

### Acción

1. Desde la posición de pie, comenzar con una barra cargada sobre el suelo, separada a la distancia aproximada de un puño de las espinillas.
2. Colocar los talones aproximadamente a la anchura de los hombros. Los pies y las rodillas deberán estar ligeramente dirigidos hacia fuera.
3. Adoptar un agarre en gancho prono y amplio sobre la barra. Para conseguir la posición de inicio ideal, bajar las caderas, elevar el pecho, dirigir los codos hacia fuera, dirigir la mirada ligeramente hacia arriba (más de lo que se muestra en la figura 7.7a) y alinear la cabeza con la columna. En esta posición de ajuste, los hombros deben permanecer por encima de la barra.



**Figura 7.7** Tirón fuerte de arrancada desde el suelo: (a) posición de inicio, (b) triple extensión y (c) encogimiento de los hombros.

(continúa)

## TIRÓN FUERTE DE ARRANCADA DESDE EL SUELO (continuación)

4. Comenzar el movimiento levantando la barra del suelo, extendiendo las caderas y las rodillas, manteniéndola cerca de las espinillas. La columna ha de mantenerse en una posición neutra y los hombros por encima de la barra. No permitir que las caderas se eleven antes que los hombros; durante esta fase, el ángulo que forma el tronco con el suelo debe mantenerse constante.
5. Cuando la barra se eleve por encima de las rodillas, comenzar el segundo tirón, situando las rodillas bajo la barra para permitir que esta se deslice hacia arriba de los muslos.
6. Rápidamente, extender las caderas, las rodillas y los tobillos (triple extensión) mientras se mantienen los hombros en línea con la barra y los codos dirigidos hacia fuera, hacia los costados (figura 7.7b).
7. Permitir que la barra se deslice sobre los muslos para asegurar que permanece tan cerca del cuerpo como sea posible.
8. Cuando las articulaciones del tren inferior alcancen su extensión completa, encoger rápidamente los hombros (figura 7.7c).
9. Permitir que los codos se flexionen de forma relajada, de forma que la barra permanezca cerca del cuerpo y se eleve en un plano vertical.
10. Despues de que la barra alcance su máxima altura, flexionar las rodillas y las caderas para bajar la barra al suelo a la posición de inicio. Durante esta fase, la columna permanece en posición neutra y los hombros por encima de la barra.

Nota: Durante este ejercicio, los brazos deben permanecer relajados; no deben contraerse activamente en un intento de tirar de la barra hacia arriba durante la fase de extensión completa del levantamiento. Enfatizar la triple extensión del tren inferior seguida del encogimiento inmediato y explosivo de los hombros.

## TIRÓN FUERTE DE ARRANCADA DESDE SOPORTES

### Propósito

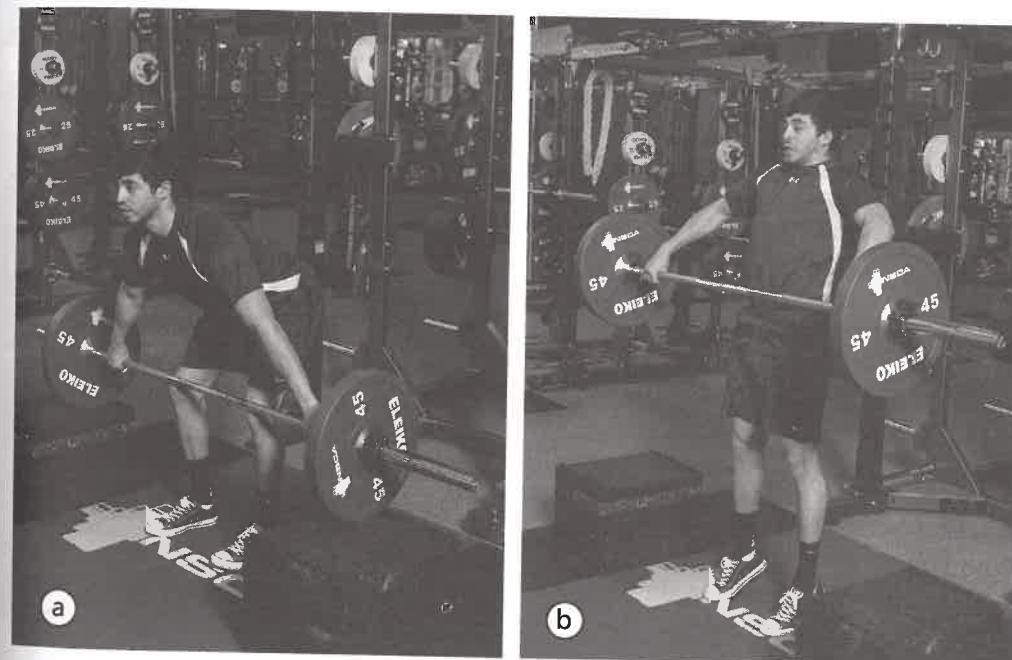
Desarrollar la fuerza explosiva durante la fase del segundo tirón de la arrancada.

### Acción

1. Utilizar un agarre amplio prono; comenzar con la barra cargada sobre soportes de discos de peso. Estos deben estar dispuestos de tal manera que la barra esté situada justo por encima de las rodillas.
2. En la posición de inicio, los hombros deben estar por encima de la barra, los codos dirigidos hacia fuera y la cabeza hacia delante (figura 7.8a).

3. Rápidamente, extender las caderas, las rodillas y los tobillos (triple extensión), mientras los hombros permanecen en línea con la barra y los codos dirigidos hacia los costados (figura 7.8b).
4. Permitir que la barra se deslice sobre los muslos para asegurar que se mantiene tan cerca del cuerpo como sea posible.
5. Cuando las articulaciones del tren inferior alcancen su extensión completa, encoger rápidamente los hombros.
6. Permitir que los codos se flexionen relajadamente de forma natural, de forma que la barra esté cerca del cuerpo y se eleve en un plano vertical.
7. Despues que la barra haya alcanzado su máxima altura, flexionar las rodillas y las caderas para bajarla a la posición de inicio sobre los soportes. Durante esta fase, la columna permanece en posición neutra y los hombros por encima de la barra.

Nota: Utilizar soportes de diferentes alturas para centrarse en las diferentes fases del ejercicio o para hacerlo más específico (por ejemplo, para conseguir que los ángulos articulares en la posición de comienzo coincidan con los del movimiento específico del deporte). Además, durante este ejercicio, los brazos deben permanecer relajados y no implicarlos activamente en un intento de tirar de la barra hacia arriba durante la fase de elevación.



**Figura 7.8** Tirón fuerte de arrancada desde soportes: (a) posición de inicio y (b) terminación de la triple extensión.

## TIRÓN RÁPIDO DE ARRANCADA DESDE EL SUELO

### Propósito

Desarrollar la potencia explosiva desde el suelo en un plano vertical. Este ejercicio también permite al deportista entrenar con efectividad el ritmo y la mecánica de las transiciones desde el segundo tirón explosivo de la fase «tirón bajo la barra», que se producen antes de pasar a la posición de recepción por encima de la cabeza. Debido a la naturaleza compleja y la alta velocidad de este ejercicio, no debe realizarse cuando se está fatigado. La forma correcta debe mantenerse durante toda su ejecución.

### Acción

1. Para completar el tirón rápido de arrancada desde el suelo, consultar los puntos 1-8 del tirón fuerte de arrancada desde el suelo.
2. Cuando los hombros alcancen su máxima altura, flexionar los codos para tirar forzadamente del cuerpo bajo la barra elevada, momento en el que los pies se mueven rápidamente a la posición de recepción. Durante esta fase, el tronco ha de permanecer relativamente erguido y el pecho no debe inclinarse hacia la barra (figura 7.9a-b).
3. Durante este movimiento, mantener la barra lo más cerca del cuerpo posible y enfatizar en lograr una elevada velocidad de la barra. Por tanto, la velocidad del movimiento dicta, en gran medida, la carga que se debe utilizar.
4. Al finalizar el tirón rápido de esta fase, flexionar las rodillas y las caderas para bajar la barra al suelo a la posición de inicio. Durante esta fase, la columna permanece en posición neutra y los hombros por encima de la barra.

Nota: Este ejercicio es ideal para los deportistas que, por lesión o problemas de movilidad, son incapaces de conseguir la posición de recepción por encima de la cabeza con los brazos estirados de la arrancada. Sin embargo, no es recomendable para los que fallan en la extensión completa durante el segundo tirón de los ejercicios relacionados con la arrancada, ya que pueden reforzar hábitos de mala técnica (por ejemplo, tirar del pecho hacia el interior de la barra). Además, enfatizar la triple extensión del tren inferior, seguida inmediatamente de un encogimiento explosivo de los hombros. Evitar la utilización excesiva de los brazos en este ejercicio, y flexionar los codos solo después de haber completado la triple extensión del tren inferior y el encogimiento del tren superior.



**Figura 7.9** Tirón rápido de arrancada desde el suelo.

## TIRÓN RÁPIDO DE ARRANCADA DESDE SOPORTES

### Propósito

Desarrollar la potencia explosiva desde el suelo en un plano vertical.

### Acción

1. Utilizar el agarre en gancho, amplio y prono, comenzando con la barra cargada sobre una pila de discos de levantamiento. Ajustar la altura de los soportes de tal manera que la barra se sitúe justo por encima de las rodillas.
2. En la posición de inicio, los hombros deben estar por encima de la barra, los codos dirigidos hacia fuera y la cabeza hacia delante.
3. Rápidamente, extender las caderas, las rodillas y los tobillos (triple extensión), mientras que los hombros permanecen en línea con la barra y los codos dirigidos hacia fuera, hacia los lados.
4. Para completar el tirón rápido de arrancada desde soportes (figura 7.10), revisar los puntos 2-3 del tirón rápido de arrancada desde el suelo.
5. Al finalizar la fase de bajada del tirón rápido, flexionar las rodillas y las caderas para bajar la barra a la posición de comienzo sobre los soportes. Durante esta fase, la columna debe mantenerse en posición neutra y los hombros por encima de la barra.

Nota: Debido a la elevada velocidad y la naturaleza compleja de este ejercicio, no realizarlo cuando se esté fatigado. La forma correcta debe mantenerse durante todo el ejercicio.



**Figura 7.10** Tirón rápido de arrancada desde soportes.

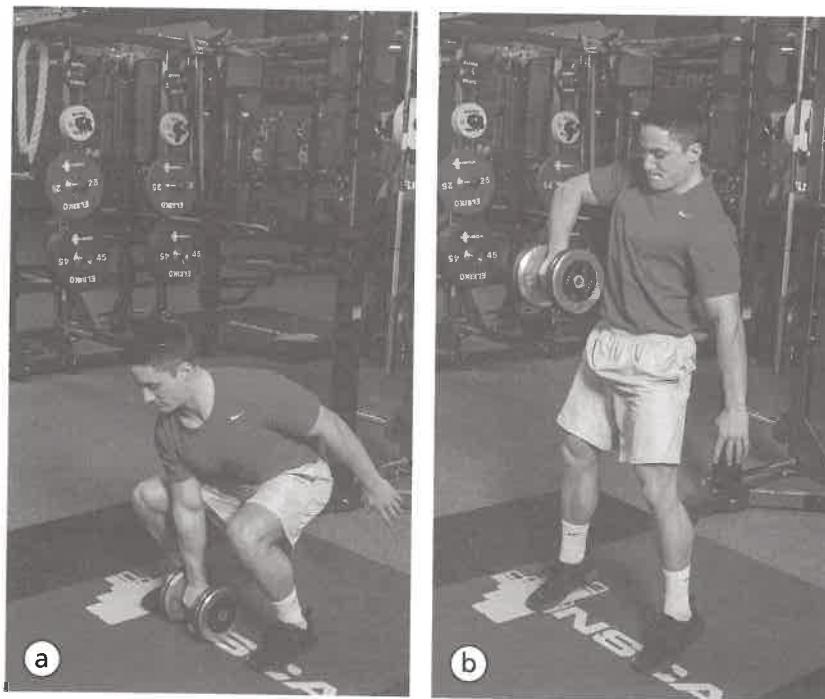
## ARRANCADA CON MANCUERNA CON UNA MANO

### Propósito

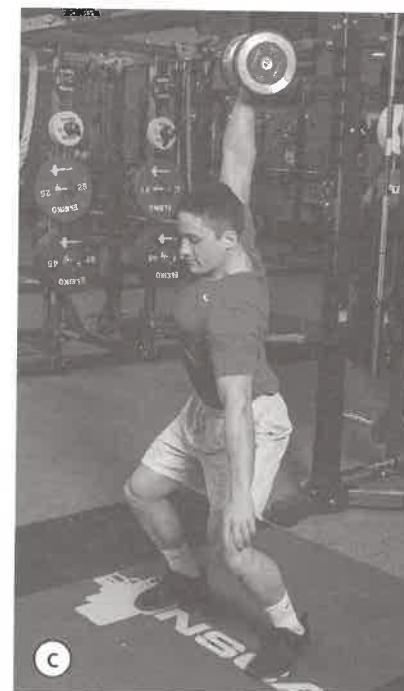
Desarrollar la potencia explosiva en un plano vertical. Técnicamente, este ejercicio es menos exigente que las variantes de arrancada de potencia con barra.

### Acción

1. Con los pies separados aproximadamente a la anchura de los hombros, colocarse a horcajadas y coger una mancuerna. Los pies y las rodillas deberán estar ligeramente dirigidas hacia fuera.
2. Hacer una sentadilla con la cadera y coger la mancuerna con un agarre prono y cerrado. En la posición de inicio, los hombros deben estar por encima de la mancuerna, los brazos completamente extendidos y la cabeza dirigida hacia delante (figura 7.11a). El deportista puede iniciar este ejercicio desde la posición de suspensión, por lo que la mancuerna debe entonces situarse a nivel de las rodillas en lugar del suelo.
3. Comenzar el movimiento hacia arriba con la extensión rápida de las caderas, las rodillas y los tobillos, manteniendo los hombros situados por encima de la mancuerna.
4. Permitir que la mancuerna se eleve en un plano vertical, manteniéndola tan cerca del muslo como sea posible.
5. Cuando las articulaciones del tren inferior estén completamente extendidas, encoger rápidamente el hombro del brazo que sostiene la mancuerna. Colocar la mano del otro brazo en la cadera opuesta, o desplazarlo hacia fuera, hacia el lado.
6. Cuando el hombro alcanza su elevación máxima, flexionar el codo para comenzar a tirar del cuerpo bajo la mancuerna (figura 7.11b). La naturaleza explosiva de esta fase puede causar que los pies pierdan el contacto con el suelo.
7. Simultáneamente, flexionar las caderas y las rodillas en una posición de cuarto de sentadilla, mientras que se continúa con fuerza el tirón del cuerpo bajo la mancuerna.
8. Una vez que el cuerpo está bajo la mancuerna, llevar el peso a la posición de recepción por encima de la cabeza y con el brazo estirado. En esta posición, la mancuerna se sitúa por encima y ligeramente por detrás de la oreja del deportista (figura 7.11c). Cuando se observa desde un lado, esta no debe de estar oculta tras el brazo. Colocar la otra mano sobre la cadera opuesta o mantener el brazo hacia el costado para equilibrarse.
9. Recuperar la posición de pie, manteniendo la mancuerna en la posición de recepción por encima de la cabeza y con el brazo estirado.
10. De modo controlado, bajar la mancuerna hacia el hombro, a continuación, hacia el muslo, y finalmente, hacia el suelo. En la variante de la arrancada con mancuerna desde la posición de suspensión, la mancuerna no se llevará al suelo entre repeticiones.



**Figura 7.11** Arrancada con mancuerna con una mano.

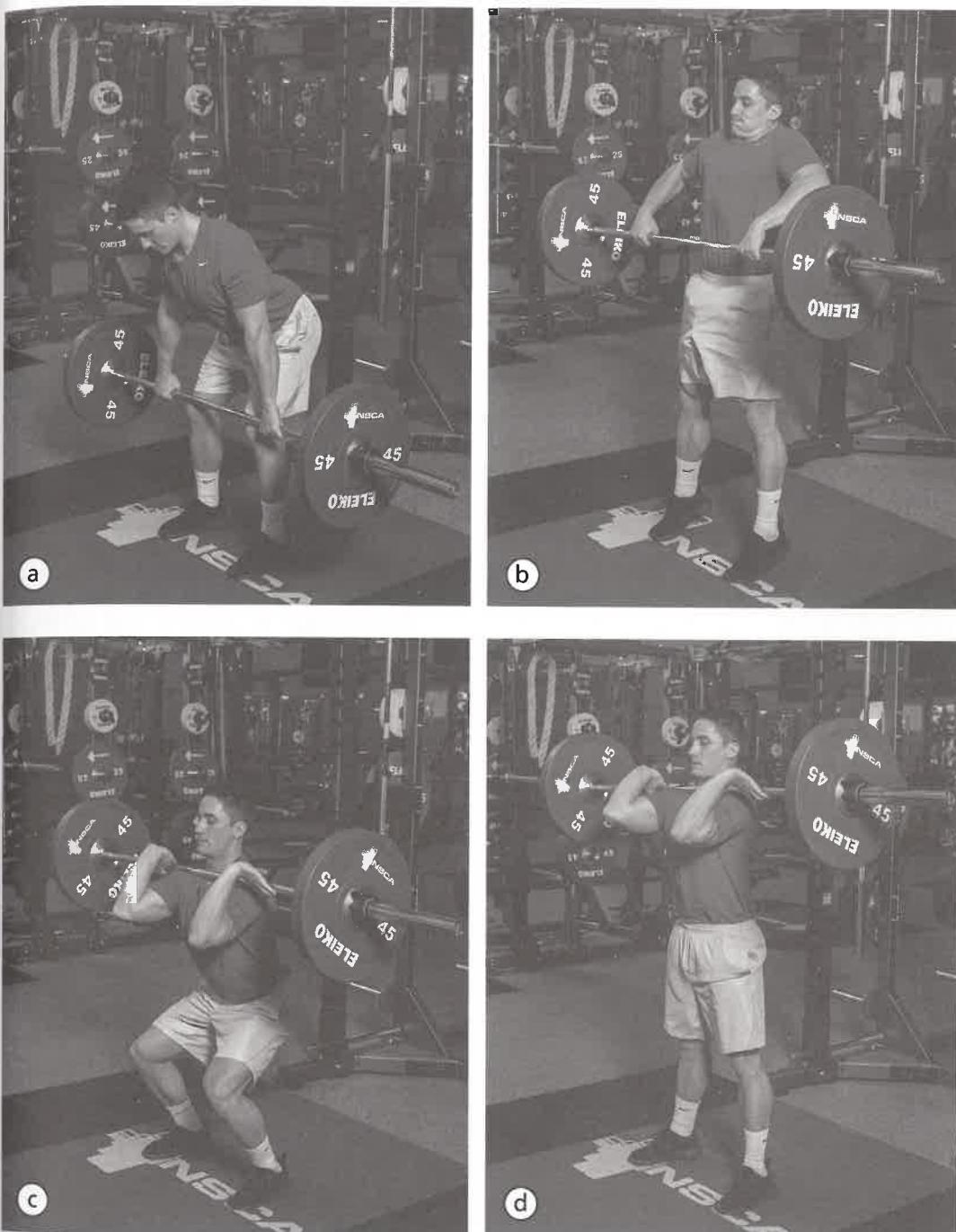


**PROGRESIONES RELACIONADAS CON LA CARGADA DE POTENCIA****CARGADA DE POTENCIA DESDE LA POSICIÓN DE SUSPENSIÓN****Propósito**

Desarrollar la potencia explosiva en un plano vertical. Técnicamente, este ejercicio es menos exigente que la cargada de potencia desde el suelo.

**Acción**

1. Colocar los talones separados, aproximadamente, a la anchura de los hombros y los pies dirigidos ligeramente hacia fuera.
2. Flexionar ligeramente las rodillas y las caderas inclinando el tronco hacia delante, permitiendo que la barra se mueva hacia abajo de los muslos, para adoptar la posición de inicio, justo por encima de las rodillas. En esta posición, los hombros deben estar por encima de la barra, los codos dirigidos hacia fuera, la cabeza hacia delante (más que lo que se observa en la figura 7.12a) y la columna alineada.
3. Comenzar el movimiento de elevación con la extensión rápida de las caderas, las rodillas y los tobillos, manteniendo los hombros en posición sobre la barra.
4. Permitir que la barra se deslice sobre los muslos, asegurándose de que permanece tan cerca del cuerpo como sea posible.
5. Cuando las articulaciones del tren inferior alcanzan su máxima extensión, encoger rápidamente los hombros.
6. Cuando los hombros alcancen su máxima elevación, flexionar los codos para permitir que la barra que permanece cerca del cuerpo se eleve en un plano vertical (figura 7.12b). La naturaleza explosiva de esta fase puede ocasionar que los pies pierdan el contacto con el suelo.
7. Rápidamente, mover los pies y las piernas en una posición de cuarto de sentadilla, mientras que un tirón fuerte sitúa el cuerpo debajo de la barra.
8. Cuando el cuerpo se mueva debajo de la barra, rápidamente dirigir los codos hacia delante para recepcionarla por delante de los hombros (figura 7.12c).
9. En la posición de recepción, el tronco debe estar completamente erguido, los hombros ligeramente por delante de las caderas y la cabeza en una posición neutra.
10. Recuperar la posición de pie, con la barra por delante de los hombros (figura 7.12d).
11. De modo controlado, bajar los codos para separar la barra de los hombros y, a continuación, bajar la barra hasta los muslos lentamente.



**Figura 7.12** Cargada de potencia desde la posición de suspensión: (a) posición de inicio, (b) triple extensión con encogimiento de los hombros y flexión de los codos, (c) recepción, y (d) recuperación.

## CARGADA DE POTENCIA DESDE SOPORTES

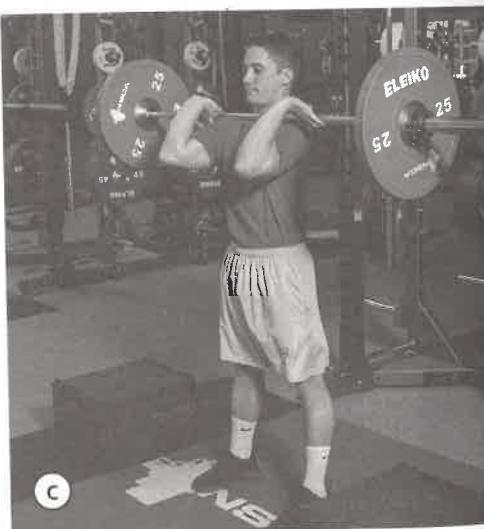
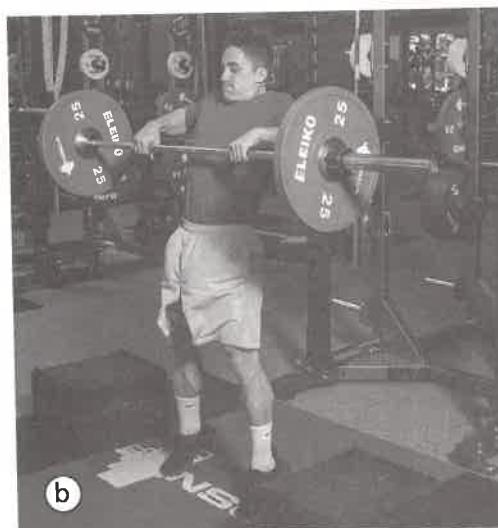
### Propósito

Desarrollar la potencia explosiva en el plano vertical utilizando, por lo general, cargas mayores que las empleadas en la cargada de potencia desde la posición de suspensión. Por el contrario, si se utilizan cargas más ligeras desde los soportes, el deportista puede centrarse en los aspectos técnicos del ejercicio.

### Acción

1. Con un agarre en gancho prono, a una anchura ligeramente mayor que la de los hombros, comenzar sujetando una barra cargada sobre una pila de discos de peso. La altura de la pila debe permitir que la barra esté situada por encima de las rodillas (figura 7.13a).
2. En la posición de inicio, los hombros deben estar sobre la barra, los codos dirigidos hacia fuera y la cabeza hacia delante (más de lo que se observa en la figura 7.13a).
3. Para completar la cargada de potencia desde soportes (figura 7.13b-c), consultar los puntos 4-11 de la cargada de potencia desde la posición de suspensión.
4. Al finalizar la fase de recuperación, bajar los codos para descargar lentamente y de forma controlada la barra, y dejarla sobre los soportes.

Nota: utilizar soportes de diferentes alturas para que el deportista pueda centrarse en las diferentes fases del ejercicio.



c

**Figura 7.13** Cargada de potencia desde soportes: (a) posición de inicio, (b) triple extensión con encogimiento de los hombros y flexión de los codos, y (c) recuperación.

## CARGADA DE POTENCIA DESDE EL SUELO

### Propósito

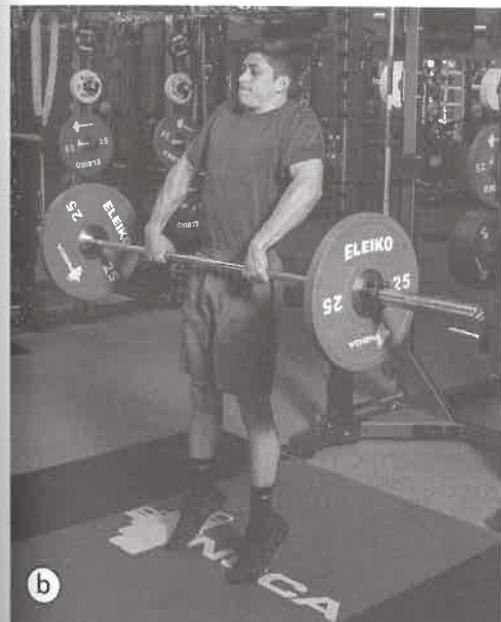
Desarrollar la potencia explosiva desde el suelo en el plano vertical.

### Acción

1. Comenzar con la barra cargada sobre el suelo.
2. De pie, con los talones separados, aproximadamente, a la anchura de los hombros y los pies dirigidos ligeramente hacia fuera. La barra debe estar separada la distancia aproximada de un puño de las espinillas y por encima de los antepieles.
3. Para conseguir una posición de inicio ideal, adoptar un agarre en gancho prono y de una anchura un poco mayor que la de los hombros, bajar las caderas, elevar el pecho, dirigir los codos hacia fuera y la mirada ligeramente hacia arriba. En esta posición de ajuste, los hombros deben permanecer por encima de la barra y mantener la espalda neutra (figura 7.14a).



a



b



c

**Figura 7.14** Cargada de potencia desde el suelo: (a) posición de inicio (b) triple extensión con encogimiento de los hombros y el comienzo de la flexión de los codos, y (c) recepción.

(continúa)

## CARGADA DE POTENCIA DESDE EL SUELO

(continuación)

4. Comenzar el primer tirón extendiendo las rodillas y las caderas, manteniendo los hombros por encima de la barra. No permitir que las caderas se eleven antes que los hombros; durante esta fase, el ángulo formado por el tronco con el suelo debe permanecer constante.
5. Cuando la barra se eleve por encima de las rodillas, comenzar el segundo tirón moviendo las rodillas bajo la barra para permitir que se deslice hacia arriba de los muslos.
6. Rápidamente, extender las caderas, las rodillas y los tobillos, mientras los hombros permanecen en línea con la barra y los codos dirigidos hacia fuera, hacia los costados.
7. Cuando las articulaciones del tren inferior alcancen su extensión completa, encoger rápidamente los hombros.
8. Cuando los hombros alcancen su posición más elevada, flexionar los codos para procurar que la barra permanezca cerca del cuerpo al elevarse en un plano vertical. La naturaleza explosiva de esta fase puede ocasionar que los pies pierdan el contacto con el suelo (figura 7.14b).
9. Rápidamente, mover los pies y las piernas a una posición de cuarto de sentadilla, tirando con fuerza del cuerpo bajo la barra.
10. Cuando el cuerpo se desplace debajo de la barra, empujar rápidamente los codos hacia delante para coger la barra por delante de los hombros (figura 7.14c).
11. En la posición de recepción, el tronco debe estar completamente erguido, los hombros ligeramente por delante de las caderas y la cabeza en posición neutra. (Mantener un agarre más estrecho sobre la barra que el que se observa en la figura 7.14c).
12. Recuperar la posición erguida con la barra colocada en la parte anterior de los hombros.
13. De modo controlado, bajar los codos para separar la barra de los hombros y, a continuación, lentamente bajarla al suelo.

## TIRÓN FUERTE DE CARGADA DESDE EL SUELO

### Propósito

Desarrollar la fuerza explosiva desde el suelo durante una fase de segundo tirón de la cargada.

### Acción

1. Comenzar con la barra cargada sobre el suelo.
2. De pie, con los talones separados aproximadamente a la anchura de los hombros, los pies dirigidos hacia delante o ligeramente hacia fuera, y la barra separada aproximadamente la anchura entre las espinillas y los antepie.
3. Para conseguir una posición de comienzo ideal, adoptar un agarre en gancho prono, ligeramente a mayor anchura que la de los hombros, bajar las caderas, elevar el pecho, dirigir los codos hacia fuera y la mirada ligeramente hacia arriba. En esta posición, los hombros deben permanecer encima de la barra y la espalda en posición neutra.
4. Comenzar el primer tirón extendiendo las rodillas y las caderas, manteniendo los hombros por encima de la barra (figura 7.15a). No permitir que las caderas se eleven antes que los hombros. En esta fase, el ángulo formado por el tronco con el suelo debe mantenerse constante.
5. Cuando la barra se eleve por encima de las rodillas, comenzar el segundo tirón moviendo las rodillas bajo la barra para permitir que se deslice hacia arriba de los muslos.
6. Rápidamente, extender las caderas, las rodillas y los tobillos, manteniendo los hombros en línea con la barra y los codos dirigidos hacia fuera, hacia los costados.
7. Cuando las articulaciones del tren inferior alcancen su extensión completa, encoger rápidamente los hombros (figura 7.15b).
8. Cuando los hombros alcancen su elevación máxima, permitir que los codos se flexionen de forma natural y de un modo relajado. Esto posibilita que la barra permanezca cerca del cuerpo cuando se eleva en un plano vertical.
9. Despues de alcanzar su máxima altura, flexionar las rodillas y las caderas para bajar la barra al suelo a la posición de inicio. Durante esta fase, la columna permanece en posición neutra y los hombros por encima de la barra.

Nota: Durante este ejercicio, mantener los brazos relajados, sin contraerlos activamente al intentar tirar de la barra hacia arriba durante la fase de elevación.



**Figura 7.15** Tirón fuerte de cargada desde el suelo: (a) primer tirón y (b) extensión triple con encogimiento de hombros.

## TIRÓN FUERTE DE CARGADA DESDE SOPORTES

### Propósito

Desarrollar la fuerza explosiva durante la fase de segundo tirón de la cargada.

### Acción

1. Utilizar un agarre en gancho prono, ligeramente más ancho que la anchura de los hombros. Comenzar con una barra cargada sobre una pila de discos de peso. Ajustar la altura de los soportes, de tal forma que la barra quede colocada justamente por encima de las rodillas.
2. En la posición de inicio, los hombros deben estar por encima de la barra, los codos situados hacia fuera y la cabeza dirigida hacia delante.
3. Rápidamente, extender las caderas, las rodillas y los tobillos manteniendo los hombros alineados con la barra y los codos dirigidos hacia fuera, hacia los costados.
4. Permitir que la barra se deslice hacia arriba sobre los muslos para asegurar que permanece tan cerca del cuerpo como sea posible.
5. Cuando las articulaciones del tren inferior alcancen su extensión completa, rápidamente hacer un encogimiento de hombros.
6. Permitir que los codos se flexionen relajados y de forma natural para facilitar que la barra permanezca cerca del cuerpo cuando se eleva en un plano vertical.
7. Después de que la barra alcance su máxima altura, flexionar las rodillas y las caderas para bajar la barra a la posición de inicio sobre los soportes. Durante esta fase, la columna se mantiene en posición neutra y los hombros por encima de la barra.

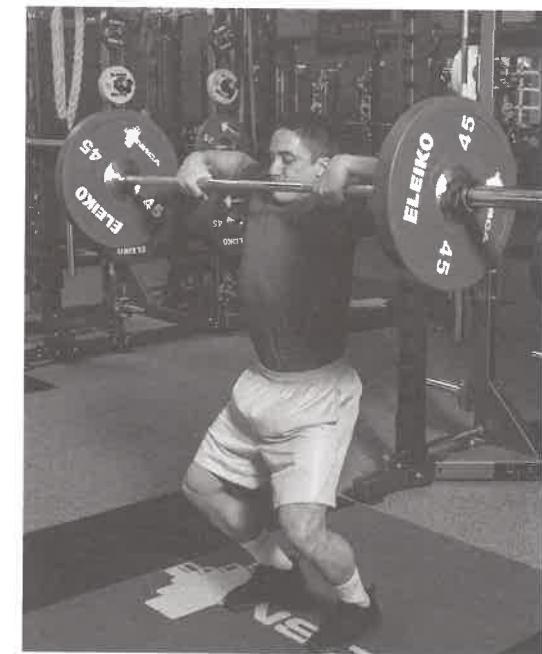
## TIRÓN RÁPIDO DE CARGADA DESDE EL SUELO

### Propósito

Desarrollar la potencia explosiva desde el suelo en un plano vertical. Este ejercicio también permite que los deportistas entrenen el ritmo y la mecánica de la transición, desde el segundo tirón explosivo a la fase de tirón bajo la barra, que se realiza antes de pasar a la posición de recepción de la barra con efectividad.

### Acción

1. Para completar el tirón rápido de cargada desde el suelo, consultar los puntos 1-7 del tirón fuerte de cargada desde el suelo.
2. Cuando los hombros alcancen su elevación máxima, flexionar los codos para tirar forzadamente el cuerpo hacia abajo, a medida que se sitúa bajo la barra, moviendo los pies rápidamente para situarse en posición de recepción (figura 7.16). Durante esta fase, el tronco debe mantenerse relativamente erguido y el pecho no debe inclinarse sobre la barra.
3. Durante este movimiento, mantener la barra tan cerca del cuerpo como sea posible y enfatizar sobre la fase del segundo tirón explosivo.
4. Al finalizar la fase de tracción rápida, flexionar las rodillas y las caderas para bajar la barra al suelo a la posición de inicio. Durante esta fase, la columna debe permanecer en posición neutra y los hombros por encima de la barra.



**Figura 7.16** La posición más alta de la barra en el tirón rápido de cargada desde el suelo.

Nota: Este ejercicio es ideal para los deportistas que no consiguen la posición de recepción de la cargada de potencia por una lesión o problemas de movilidad. Sin embargo, no se recomienda a los deportistas que no pueden extenderse completamente durante el segundo tirón en los ejercicios relacionados con la cargada, ya que puede reforzar un hábito técnico negativo. Aunque en este ejercicio el énfasis debe ponerse en alcanzar una elevada velocidad de la barra, los atletas deben evitar utilizar en exceso los brazos. La velocidad resultante del movimiento dicta en gran medida las cargas que deben utilizarse. No realizar este ejercicio cuando se está fatigado, ya que la técnica correcta debe estar presente en todo momento.

## TIRÓN RÁPIDO DE CARGADA DESDE SOPORTES

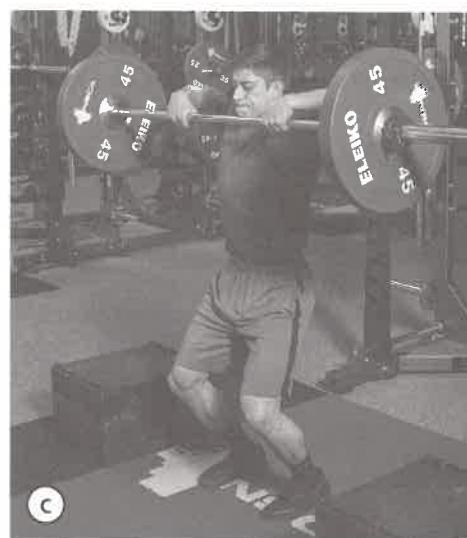
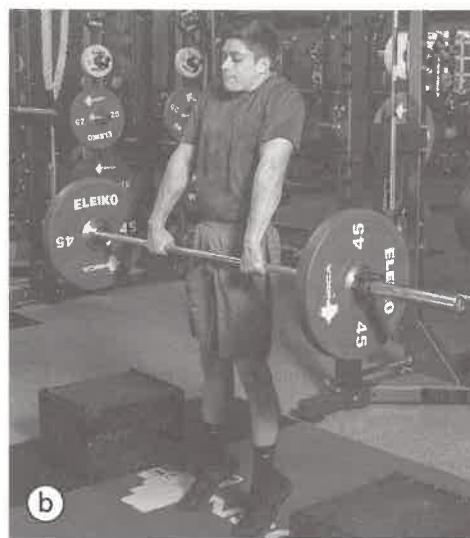
### Propósito

Desarrollar la potencia explosiva en el plano vertical.

### Acción

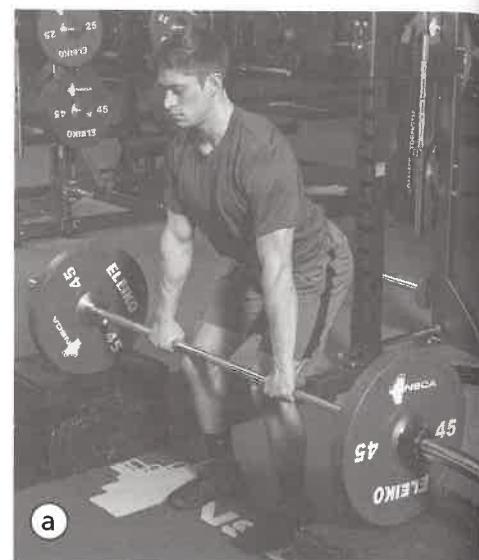
1. Utilizar un agarre en gancho prono, un poco más amplio que la anchura de los hombros, y comenzar con una barra cargada sobre una pila de discos de peso. Seleccionar la altura de los soportes, de tal forma que la barra quede por encima del nivel de las rodillas.
2. En la posición de inicio, los hombros deben estar por encima de la barra, con los codos dirigidos hacia fuera y la cabeza hacia delante (figura 7.17a).
3. Rápidamente, extender las caderas, las rodillas y los tobillos (triple extensión), mientras los hombros permanecen en línea con la barra y los codos dirigidos hacia fuera, hacia los lados.
4. Para completar el tirón rápido de cargada desde soportes (figura 7.17b-c), consultar los puntos 2-3 del tirón rápido de cargada desde el suelo.
5. Al finalizar la fase de tracción rápida, flexionar las rodillas y las caderas para bajar la barra hasta los soportes a la posición de inicio. Durante esta fase, la columna permanece en posición neutra y los hombros por encima de la barra.

Nota: Debido a la velocidad elevada y la naturaleza compleja de este ejercicio, no realizarlo cuando se esté fatigado. La técnica correcta debe estar presente en todo momento.



c

**Figura 7.17** Tirón rápido de cargada desde soportes: (a) posición de inicio, (b) triple extensión con encogimiento de hombros, y (c) posición de la barra más elevada.



a

## PROGRESIONES RELACIONADAS CON EL ENVÍON

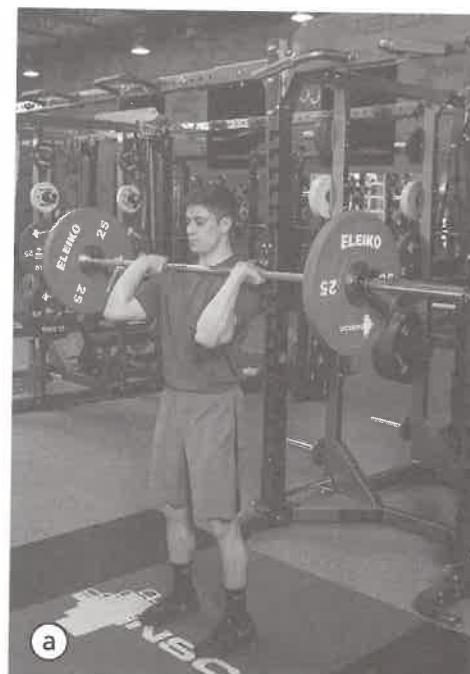
## PRESS DE EMPUJE DE BARRA

### Propósito

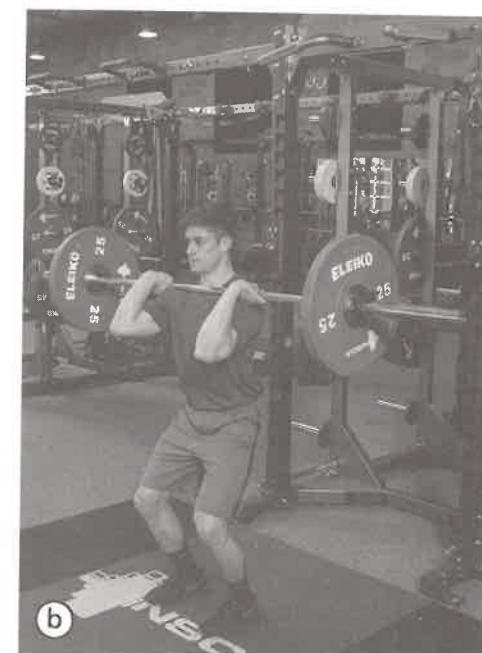
Desarrollar la fuerza por encima de la cabeza y la potencia explosiva.

### Acción

1. Utilizar un agarre ligeramente más ancho que la anchura de los hombros; comenzar con una barra cargada, ajustada y apoyada sobre los hombros de forma similar a la posición de recepción de una cargada de potencia (figura 7.18a).
2. Colocar los talones separados a la anchura de los hombros y los pies ligeramente hacia fuera.
3. Manteniendo el tronco vertical, meter la barbilla e iniciar un movimiento hacia abajo flexionando las caderas y las rodillas. El hundimiento debe ser relativamente poco profundo, sin exceder un cuarto de sentadilla (figura 7.18b).



a



b



c

**Figura 7.18** Press de empuje de barra: (a) posición de inicio, (b) hundimiento, y (c) final de la fase de acción.

(continúa)

## PRESS DE EMPUJE DE BARRA (continuación)

4. En el punto más bajo del descenso, apoyando con fuerza los talones, extender las caderas, las rodillas y los tobillos para elevar la barra en el plano vertical. El tiempo del hundimiento debe ser similar al de un salto con contramovimiento.
5. Utilizando el impulso creado por el movimiento de las piernas, continuar la acción haciendo un *press* forzado de la barra por encima de la cabeza con la extensión completa de los brazos. Cuando la barra pasa por delante de la cara, la cabeza se mueve plegando la barbilla hacia una posición ligeramente hacia abajo (figura 7.18c).
6. En la posición por encima de la cabeza y brazos estirados, la barra está ligeramente por encima y detrás de las orejas.
7. Bajar la barra gradualmente, reduciendo la tensión muscular de los brazos, para permitir su descenso controlado hacia los hombros, mientras que, simultáneamente, se flexionan las caderas y las rodillas para amortiguar el impacto.

Nota: El cuerpo permanece en posición extendida durante el *press* por encima de la cabeza para recibir el movimiento. Las diferentes formas de envío de potencia con barra se describirán a continuación.

## ENVIÓN DE POTENCIA CON BARRA

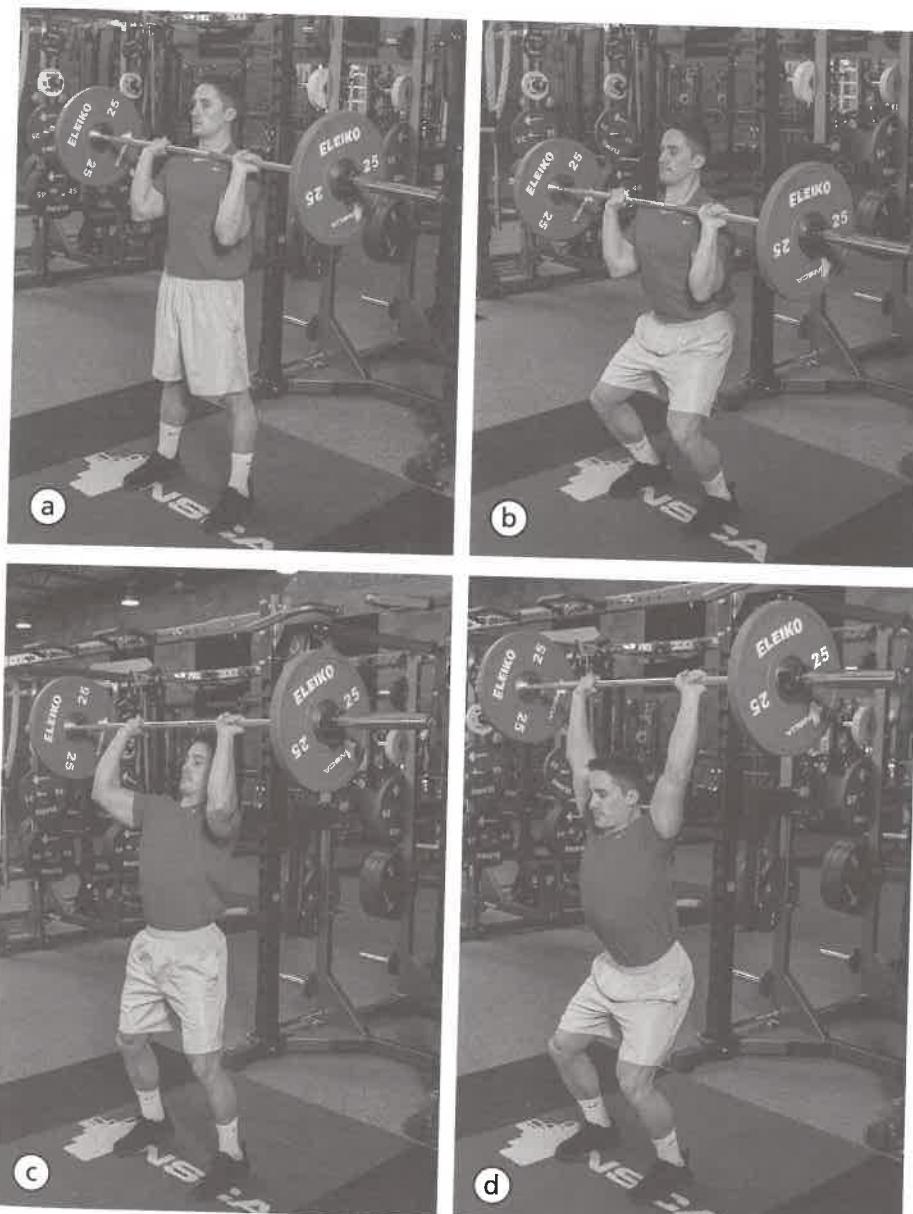
### Propósito

Desarrollar la fuerza por encima de la cabeza y la potencia explosiva.

### Acción

1. Con un agarre ligeramente más ancho que la anchura de los hombros, comenzar con la barra cargada, ajustada y cruzada sobre los hombros, de forma similar a la posición de recepción de una cargada de potencia.
2. Los talones estarán separados a la anchura entre la cadera y los hombros, y los pies ligeramente dirigidos hacia fuera (figura 7.19a).
3. Manteniendo el tronco vertical, plegar la barbilla e iniciar el movimiento hacia abajo flexionando las caderas y las rodillas. El hundimiento debe ser relativamente poco profundo y no exceder de un cuarto de sentadilla.
4. En el punto más bajo del hundimiento, apoyar con fuerza los talones, extendiendo las caderas, las rodillas y los tobillos para elevar la barra al plano vertical. Esta debe permanecer en un trayecto vertical recto durante el hundimiento del envío hasta la fase de desarrollo. Además, el tiempo de hundimiento debe ser similar al de un salto con contramovimiento (figura 7.19b).
5. Utilizando el impulso creado por el movimiento de las piernas, continuar la acción explosivamente llevando la barra en un plano vertical (figura 7.19c) cuando el cuerpo se dirige por debajo de la barra a la posición de recepción de brazos estirados por encima de la cabeza. Cuando la barra pasa cerca de la cara, la cabeza debe desplazarse a una posición ligeramente hacia delante.

6. En la posición de recepción por encima de la cabeza y brazos estirados del envío de potencia, la barra se sitúa ligeramente por detrás de las orejas y las rodillas deben estar flexionadas en, aproximadamente, una posición de un cuarto de sentadilla (figura 7.19d).
7. Recuperar la posición de pie, manteniendo la barra en la posición de recepción por encima de la cabeza con los brazos estirados.
8. Bajar la barra gradualmente, reduciendo la tensión muscular de los brazos, para permitir su descenso controlado desde los hombros; simultáneamente, flexionar las caderas y las rodillas para amortiguar el impacto.



**Figura 7.19** Envío de potencia con barra: (a) posición de inicio, (b) punto más bajo del hundimiento, (c) acción de las piernas, y (d) posición de recepción.

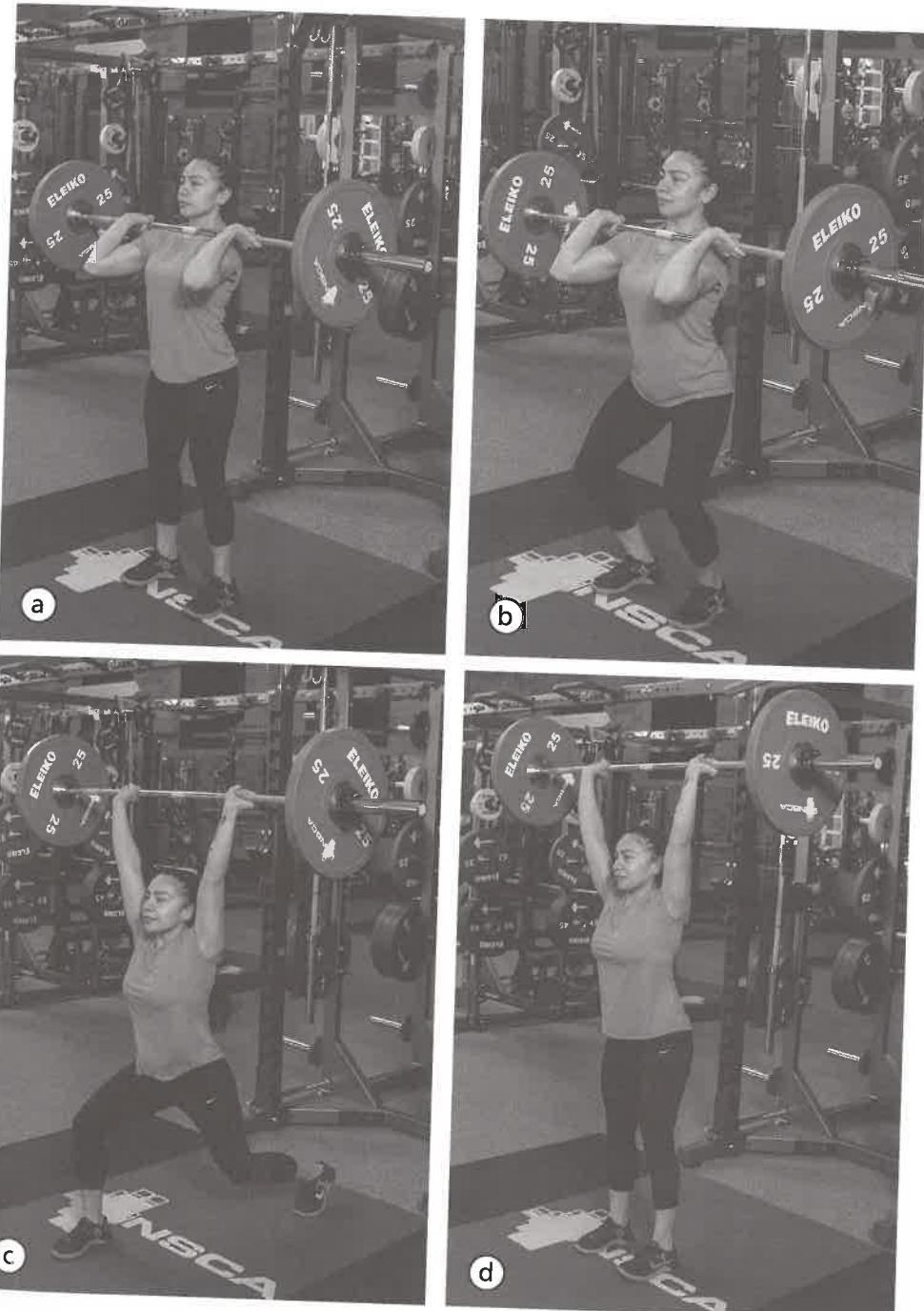
## ENVIÓN CON PIERNAS ABIERTAS EN TIJERA CON BARRA

### Propósito

Desarrollar la fuerza por encima de la cabeza y la potencia explosiva.

### Acción

1. Utilizar un agarre ligeramente más ancho que la anchura de los hombros; comenzar con una barra cargada, cruzada sobre los hombros y el pecho.
2. Separar los talones aproximadamente a la anchura de los hombros, con los pies ligeramente dirigidos hacia fuera (figura 7.20a).
3. Manteniendo el tronco vertical, bajar la barbilla e iniciar el movimiento de descenso flexionando las caderas y las rodillas (figura 7.20b). El hundimiento debe hacerse relativamente suave sin exceder el cuarto de sentadilla.
4. En el punto más bajo del hundimiento, apoyándose con fuerza sobre los talones, extender las caderas, las rodillas y los tobillos mientras se dirige la barra por encima de la cabeza. Cuando esta pasa cerca de la cara, la cabeza debe moverse para plegar la barbilla ligeramente hacia delante. La barra debe permanecer en la trayectoria vertical y recta desde el hundimiento a la fase de impulso del envío. Además, el tiempo de la acción debe ser similar al de un salto con contramovimiento.
5. Cuando la barra se desplace hacia arriba en el plano vertical, debe pasar rápidamente a la posición de recepción por encima de la cabeza y brazos estirados, y las piernas abrirse en tijera cuando esta alcanza su punto más alto. Los pies deben estar situados con la separación aproximada de la anchura de los hombros, incluso con las piernas abiertas en la posición de inicio, con el fin de obtener una posición de bloqueo estable (figura 7.20c).
6. En la posición de recepción, o de bloqueo por encima de la cabeza, la barra debe quedar por detrás de las orejas; además, el tobillo del pie atrasado se eleva del suelo y el peso debe estar distribuido entre ambos tobillos.
7. Recuperarse desde la posición de piernas abiertas en tijera volviendo el pie adelantado a la posición de inicio, seguido por el pie atrasado (figura 7.20d).
8. Bajar la barra gradualmente, reduciendo la tensión muscular de los brazos, para permitir el descenso controlado de la barra hacia los hombros, mientras que, simultáneamente, se flexionan las caderas y las rodillas para amortiguar el impacto.



**Figura 7.20** Envío con piernas abiertas en tijera con barra: (a) posición de inicio, (b) hundimiento, (c) final de la fase de trayectoria, y (d) recuperación.

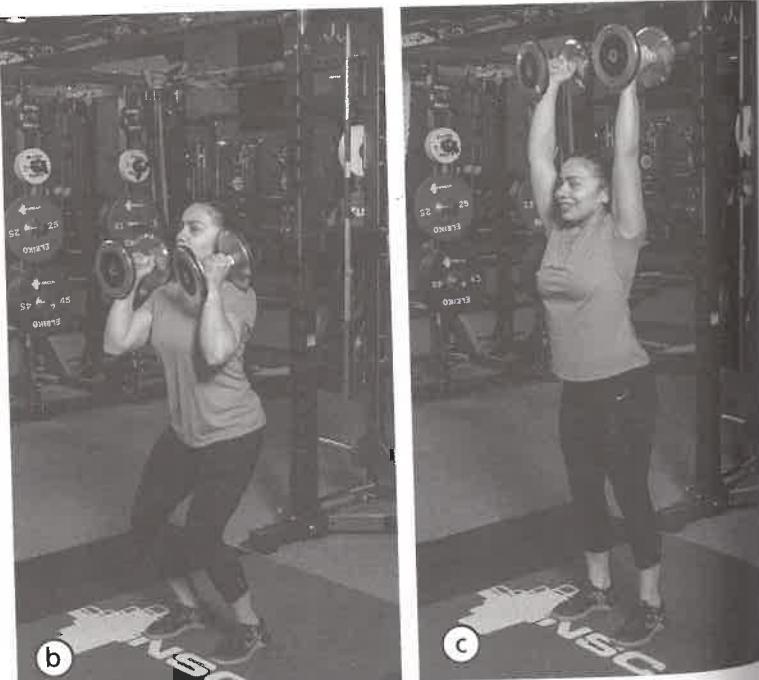
## CARGADA DE POTENCIA CON MANCUERNAS HACIA EL PRESS DE EMPUJE

### Propósito

Desarrollar la potencia explosiva durante la extensión de todo el cuerpo y el movimiento por encima de la cabeza.

### Acción

1. Comenzar utilizando un agarre neutro sosteniendo un par de mancuernas. Los pies deben mantenerse planos sobre el suelo, separados a la anchura entre la cadera y los hombros y la punta de los pies dirigidas ligeramente hacia fuera (figura 7.21a).
2. Con la columna neutra, flexionar ligeramente las caderas y las rodillas de tal forma que las mancuernas queden aproximadamente a la altura de la mitad del muslo y hacia fuera.
3. Rápidamente, extender las caderas, las rodillas y los tobillos.
4. Cuando las articulaciones del tren inferior alcancen su extensión completa, encoger rápidamente los hombros.
5. Cuando los hombros alcancen su punto de mayor altura, flexionar los codos y recibir las mancuernas por delante de los hombros utilizando un agarre neutro. Durante la fase de recepción, flexionar las caderas y las rodillas para absorber el impacto de las mancuernas (figura 7.21b).
6. Inmediatamente, seguir con la fase de recepción de las mancuernas con fuerza y dirigirlas hacia arriba desde la posición de hundimiento, apoyándose en los talones, para elevarlas en un plano vertical.



**Figura 7.21** Cargada de potencia con mancuernas hacia el press de empuje: (a) posición de inicio, (b) fase de captura, y (c) empuje de las piernas con las mancuernas por encima de la cabeza.

7. Utilizando el impulso generado por el movimiento de las piernas, continuar el movimiento de dirigir explosivamente las mancuernas por encima de la cabeza (figura 7.21c).
8. En la posición de por encima de la cabeza con los brazos estirados, las mancuernas estarán ligeramente por detrás y encima de las orejas; el agarre debe ser neutro y las piernas han de permanecer completamente extendidas.
9. Bajar las mancuernas gradualmente, reduciendo la tensión muscular de los brazos, para permitir su descenso controlado desde los hombros, mientras que, simultáneamente, se flexionan las caderas y las rodillas para amortiguar el impacto.

## CONCLUSIÓN

Los ejercicios de potencia para todo el cuerpo descritos en este capítulo son movimientos complejos con un alto grado de transferencia para muchos movimientos atléticos, como saltar, correr y cambiar de dirección (1, 3, 4, 13, 17). Dada la complejidad y las exigencias de gran velocidad de estos ejercicios, es recomendable no realizarlos en un estado de fatiga para asegurar que se sigue la técnica correcta mientras se mantiene el foco de interés en la potencia elevada durante la realización de cada repetición.

Existen similitudes en las posiciones de ajuste, de levantamiento y en las fases de recepción entre los ejercicios descritos en este capítulo. Por tanto, adquirir la comprensión de los principios claves de mantener la columna neutra, la barra cerca del cuerpo y desarrollar una posición fuerte de recepción por encima de la cabeza con los brazos estirados ayudará a la maestría de estos movimientos. Además, incluir soportes en los levantamientos, o realizar versiones abreviadas de los ejercicios (por ejemplo, empezar desde la posición de suspensión), capacitará a los atletas a centrarse en las diferentes fases de los movimientos y hacer que los ejercicios sean más específicos a sus necesidades (por ejemplo, armonizar la posición de inicio de los ángulos articulares de un movimiento específico del deporte).

## Técnicas avanzadas de potencia

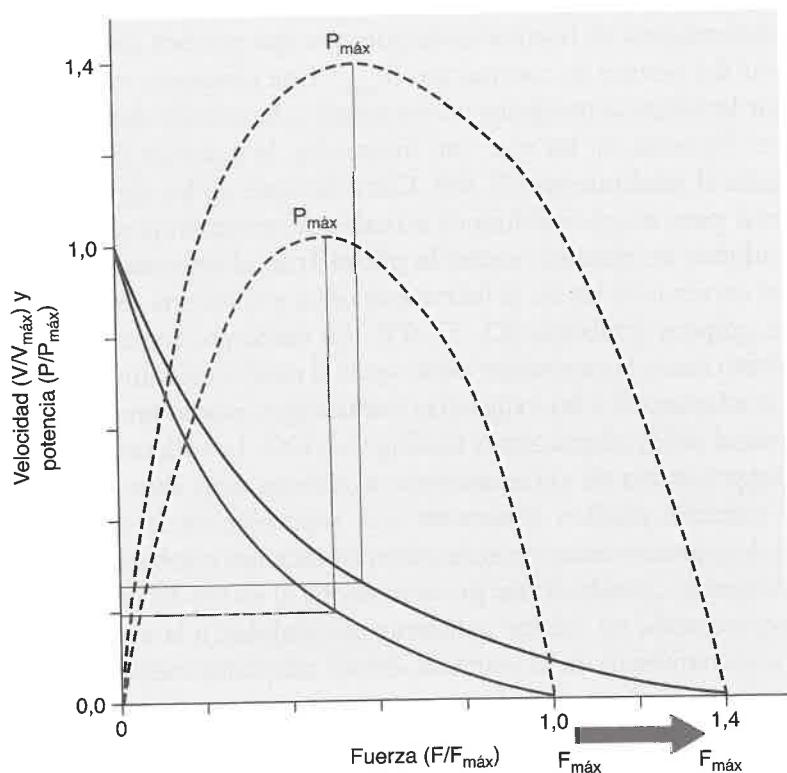
Duncan N. French,  
PhD, CSCS,\*D

**E**n la búsqueda de la mejora de los niveles de potencia muscular, tanto los deportistas como los entrenadores adoptan cada vez más estrategias de entrenamiento que se centran en el aumento del pico instantáneo de potencia que pueda conseguirse, dentro de una constante de tiempo dada ( $P_{\text{pico}}$ ), o la cantidad máxima de resultados de potencia que pueden obtenerse, independientemente del tiempo de contracción ( $P_{\text{max}}$ ). Este propósito refleja la necesidad de expresar la potencia mecánica en los eventos deportivos durante las acciones musculares discretas, en las que, con frecuencia, la potencia se considera determinante para el rendimiento (57, 96). Como se trató en los capítulos previos, es fundamental para muchos enfoques actuales del entrenamiento de la potencia las modalidades de ejercicio como la pliometría, el entrenamiento de fuerza elevada, el entrenamiento de la fuerza explosiva y toda una serie de saltos, lanzamientos, golpes y rebotes (23, 77, 95). Sin embargo, como ocurre con todo entrenamiento físico, la exposición prolongada al mismo estímulo de trabajo puede provocar la adaptación a las exigencias impuestas y, por lo tanto, a la reducción de la magnitud de las adaptaciones fisiológicas (109). Los atletas experimentados, con una larga historia de entrenamiento y, además, con altos niveles de fuerza muscular, también pueden evidenciar una reducción en la efectividad de los regímenes de entrenamiento sin suficientes variaciones o sobrecargas (17, 18). En ambos escenarios, cuando el cuerpo se acomoda al estrés del entrenamiento o el atleta experimentado no exhibe suficiente sensibilidad a la aproximación específica del entrenamiento de la potencia, deben adoptarse métodos alternativos y más avanzados.

Como se trató en los capítulos anteriores, la potencia mecánica deriva de la relación entre la fuerza y la velocidad. Todo programa efectivo de desarrollo de la potencia se apuntala en los métodos fundamentales para incrementar la fuerza máxima, la velocidad de contracción máxima o ambas características simultá-

neamente (10, 18, 59). Las dos aproximaciones tradicionales, el entrenamiento de fuerza con cargas (34) y el de alta velocidad del tipo pliométrico (98), han demostrado que las características de la curva fuerza-velocidad cambian (capítulo 3). Es posible que estas respuestas fuerza-velocidad provoquen tanto cambios morfológicos en la estructura del músculo y el tendón como en las adaptaciones del control neurológico de la activación muscular (19). Es evidente que, a través de las aproximaciones tradicionales de entrenamiento fundamentales, es posible cambiar las partes constituyentes del *continuum* fuerza-velocidad (por ejemplo, un cambio en la fuerza máxima), y que tales cambios provocan la consiguiente modificación de las características de la totalidad de la curva fuerza-velocidad. A su vez, un cambio en la curva de la relación fuerza-velocidad puede incrementar la producción de potencia mecánica, dando como resultado la aparición de un resultado de máxima potencia inducida por el entrenamiento (figura 8.1).

Muchos estudios han demostrado los beneficios del entrenamiento de la fuerza con cargas sobre la expresión de  $P_{\max}$  (4, 17, 94). Otros estudios también han indicado que el entrenamiento de alta velocidad (por ejemplo, la pliometría) puede mejorar los resultados de la potencia máxima durante los ejercicios discretos de salto del tren inferior (32, 98). Sin embargo, en la aplicación práctica

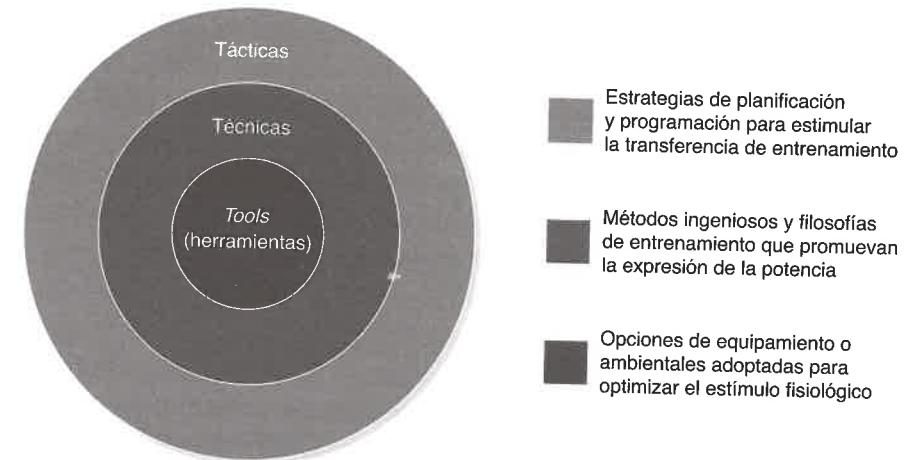


**Figura 8.1** Cambios en la relación fuerza-velocidad. Los efectos de los cambios de las partes constituyentes de la curva fuerza-velocidad (por ejemplo, incrementar la  $F_{\max}$ ) sobre los resultados asociados de la potencia.

del entrenamiento físico, en la que los esfuerzos se centran en cambiar las calidades discretas dentro de la relación fuerza-velocidad, se corre el riesgo de reducir las adaptaciones de entrenamiento, o incluso que sea evidente su estancamiento (33, 97). En lugar de ello, con el fin de facilitar que las mejoras continuadas a lo largo del tiempo optimicen el rendimiento deportivo, la estrategia de trabajo del atleta debe adaptarse a afrontar las exigencias específicas de las expresiones de potencia dentro de su deporte. Por tanto, es concebible que un estímulo mecánico, o una aproximación de entrenamiento de fuerza, puedan no ser apropiados como aplicaciones avanzadas (37). En tales circunstancias, mediante los métodos de entrenamiento que introducen estímulos más complejos a través de la totalidad de la curva fuerza-velocidad, es posible elegir factores estructurales, locales o globales que regulen la expresión de la potencia. Como tal, la indicación de métodos de potencia avanzada, en el tiempo correcto y la progresión adecuada, puede resultar el mecanismo necesario para obtener nuevas ganancias en potencia muscular.

## FILOSOFÍA DEL ENTRENAMIENTO

Cuando las aproximaciones tradicionales a la fuerza máxima y el índice de manifestación de la fuerza (IMF) ya no aumentan por más tiempo la magnitud de las adaptaciones fisiológicas o de rendimiento deseadas, el entrenador debe encontrar aproximaciones alternativas al desarrollo de la potencia muscular. Los métodos de entrenamiento avanzado de la potencia representan el estímulo necesario para introducir la variedad en el trabajo que, al final, rompa o frene una meseta de estancamiento, o estimule la continuación del incremento de las mejoras del rendimiento, mediante nuevas adaptaciones morfológicas y neurológicas (18). Dentro de un régimen de entrenamiento dado, hay una multitud de oportunidades



**Figura 8.2** Componentes de las estrategias de entrenamiento avanzado de potencia: herramientas, técnicas y tácticas.

dades para modular las características del estrés del trabajo con el fin de que sea considerado como una aproximación avanzada. Sin embargo, es decisivo que los métodos de entrenamiento más complejos se integren en un programa de desarrollo físico holístico, en el tiempo correcto y con las progresiones adecuadas, y que los métodos avanzados no se introduzcan simplemente añadiéndolos a los métodos de entrenamiento de la potencia fundamentales (es decir, incrementando la fuerza y la velocidad máximas). En lugar de ello, las técnicas de entrenamiento de la potencia avanzadas deben considerarse como nuevas estrategias que, cuando se requieran, complementen las necesidades individuales del deportista. Cuando se considere la aplicación de métodos avanzados para influir o aumentar los resultados de potencia máxima, se deben tener en cuenta las 3 «T» (tools) utilizadas, las técnicas adoptadas y las tácticas las herramientas (*tools*, en inglés) utilizadas, las técnicas adoptadas y las tácticas aplicadas. Cada una de estas características puede manipularse con el fin de proporcionar un estímulo significativo al estrés de entrenamiento global (figura 8.2).

## Herramientas

Las herramientas son las opciones del equipamiento o del entorno que el atleta o el entrenador pueden adoptar con el fin de optimizar el estímulo del entrenamiento más allá de los métodos tradicionales utilizados en el trabajo de la potencia. Muchas veces los profesionales se refieren a su «caja de herramientas» como el equipamiento que utilizan para hacer que los ejercicios sean más estimulantes o complejos. También utilizan este concepto para hablar del modo en el que modifican el equipamiento para reflejar mejor las características biomecánicas que se desean y las restricciones ambientales que imponen al deportista con el fin de desafiar las características de fuerza-velocidad. Por ejemplo, dentro del entrenamiento tradicional de la potencia, una decisión que, con frecuencia, toman los entrenadores de la fuerza y el acondicionamiento es la ejecución de variantes de los levantamientos olímpicos utilizando tanto barras como mancuernas (capítulo 7). Ambas herramientas pueden enfatizar sobre la triple extensión simultánea de las articulaciones de la cadera, la rodilla y el tobillo, con un pico de rendimiento de la potencia (12, 65). Sin embargo, es altamente probable que estas opciones de herramientas afecten significativamente a las características biomecánicas, al reclutamiento de las unidades motoras y a la naturaleza de la relación fuerza-velocidad, sobre las que se ha hecho hincapié (65).

## Técnicas

Las técnicas del entrenamiento de la potencia son filosofías y metodologías que pueden aplicarse, dentro de una sesión de entrenamiento dada, para estimular la potencia muscular. Mientras que todas las aproximaciones de entrenamiento pueden considerarse técnicas por propio derecho (por ejemplo, el trabajo de fuerza con pesos libres versus el trabajo pliométrico), desde hace más de 50 años nuestra comprensión de la ciencia del entrenamiento ha progresado lo suficiente

como para que podamos clasificar en la actualidad los regímenes de entrenamiento específicamente según las técnicas que utilizan. Por ejemplo, está ampliamente aceptado el entrenamiento de la fuerza excéntrica como una estrategia de entrenamiento en sí misma, con cada vez mayores evidencias científicas de las adaptaciones morfológicas y de rendimiento que esta técnica ofrece (36). Por otra parte, el término pliometría ha pasado a formar parte del lenguaje común. Sin embargo, dentro del paradigma del entrenamiento pliométrico, la taxonomía de los ejercicios nos lleva a un mayor conocimiento de las técnicas identificadas como métodos de entrenamiento de choque, desgajadas de la simple clasificación de las denominadas pliométricas (102). Como consecuencia, se deben considerar las técnicas del entrenamiento específico al planificar y programar métodos de entrenamiento de la potencia avanzados (ver capítulo 3).

## Tácticas

Finalmente, las tácticas de los entrenamientos avanzados de la potencia son las estrategias de planificación y programación generales de los métodos de entrenamiento. Estas se utilizan, dentro de las fases definidas del entrenamiento, para estimular la transferencia y los logros de los métodos de entrenamiento de la potencia al rendimiento. La programación del trabajo avanzado es un factor básico para conseguir que una modalidad de entrenamiento y de técnica provoque el efecto fisiológico deseado. En la mayor parte de los casos, el propósito de la programación y la planificación es gestionar directamente la relación «puesta en forma-fatiga» (sobrecarga y recuperación) (55, 97). Esto, en ningún caso va a ser más evidente que cuando se realizan métodos de entrenamiento avanzado, durante los cuales la optimización de los estímulos de entrenamiento debe ser evidente, por la razón de que estaban fallando los métodos de planificación tradicional y de programación en conseguir mayores efectos beneficiosos y, por tanto, deben introducirse los métodos avanzados.

## MÉTODOS AVANZADOS DE ENTRENAMIENTO DE LA POTENCIA

La manipulación de las variables de entrenamiento agudo es la esencia de cualquier estrategia avanzada de entrenamiento. La forma en que los profesionales de la fuerza y el acondicionamiento utilizan las diferentes herramientas (*tools*), técnicas y tácticas (las tres «T») puede afectar profundamente al rendimiento. Las siguientes secciones tratan de las tres «T» con mayor detalle y exploran en qué variables de entrenamiento han demostrado tener un impacto significativo en las aproximaciones avanzadas del entrenamiento de la potencia.

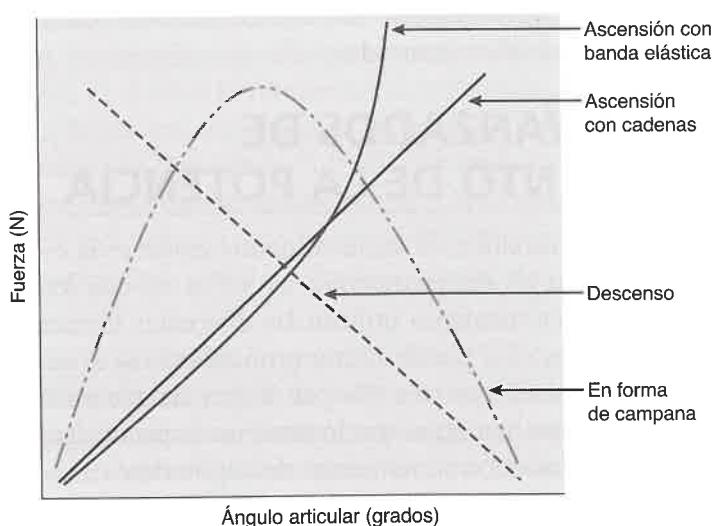
## Herramientas avanzadas de entrenamiento

Para comprender por qué la utilización de las herramientas, o de las restricciones del ambiente, se añade a los métodos avanzados de entrenamiento de la potencia, en primer lugar, se deben examinar las características de la fuerza-velocidad. Por lo general, los métodos de entrenamiento de fuerza que utilizan cargas externas suelen clasificarse como:

- de fuerza constante, en la que las cargas externas permanecen sin modificarse durante el rango completo del movimiento (81);
- de fuerza adaptable (también denominada *fuerza isocinética*), la cual permite que los músculos se contraigan al máximo mientras se controla la velocidad (70); o
- de fuerza variable, en la que se alinean las capacidades de producción de fuerza del músculo con las exigencias mecánicas a través de un rango dado de movimiento (106).

Esta clasificación es particularmente importante cuando se exploran las características del ángulo de torsión (es decir, la relación entre la fuerza y el ángulo articular), dentro de la curva de fuerza humana (109).

Como muestra la figura 8.3, la curva de fuerza puede clasificarse en tres categorías: ascendente, descendente y en forma de campana (70). Las acciones musculares con curvas de fuerza ascendente expresan una mayor fuerza hacia el final de la fase concéntrica, cuando el ángulo articular tiende a ser el mayor (por ejemplo, la sentadilla posterior). En la curva de fuerza descendente, se ve que se optimiza la fuerza en la parte de inicio de la acción muscular concéntrica



**Figura 8.3** Clasificación de las curvas de fuerza humana.

(por ejemplo, el remo prono). Los movimientos monoarticulares, como el *curl* de bíceps o las extensiones de pierna, se caracterizan porque la curva de fuerza tiene forma de campana y, por tanto, la fuerza se incrementa al máximo a mitad del rango de movimiento, y se reduce cuando dicho rango se completa (106). Mediante la utilización de piezas de equipamiento específicas, que afecten a las peculiaridades biomecánicas de un ejercicio dado, es posible influir directamente en las características de las respectivas curvas fuerza-velocidad y, por tanto, afectar íntimamente al estímulo que se aplica a los sistemas muscular y nervioso. Por ejemplo, mediante la aplicación a un ejercicio de una resistencia variable externa, es posible que, consecuentemente un músculo genere niveles elevados de fuerza a través del movimiento, independiente de la naturaleza de las características de la curva de fuerza.

## Bandas elásticas

La utilización de bandas elásticas de resistencia, junto con los pesos libres, es una forma de entrenamiento de fuerza variable (EFV). Como muestra la figura 8.3, las propiedades viscoelásticas de una banda elástica al estirarse, producen un incremento progresivo y, en ocasiones, exponencial, en la tensión que puede aplicarse durante el rango de movimiento, independientemente del ángulo articular (61). Las bandas elásticas pueden ayudar o estimular la curva de fuerza humana variando la carga de tensión que se coloca sobre un complejo muscular (20, 53, 103). En los entornos modernos del entrenamiento, la utilización de bandas de resistencia ha llegado a ser habitual, y las investigaciones sugieren que el EFV es un método superior para incrementar la fuerza, la potencia (es decir, el porcentaje de trabajo por unidad de tiempo) y la actividad global electromiográfica, comparado con los métodos de entrenamiento de fuerza convencionales (7, 103).

El entrenamiento con bandas elásticas estimula ampliamente las curvas ascendentes de fuerza, y se experimenta la mayor fuerza cuando se extienden por completo. Por lo general, en biomecánica humana, este hecho corresponde a prácticamente la extensión completa de la articulación y el punto de las mayores capacidades de producción de fuerza (106). Esto difiere de la fuerza constante o de los pesos libres, en los que la carga permanece sin cambios durante todo el rango de movimiento (ROM). Lo cual es una consideración importante, ya que las propiedades mecánicas promedio del músculo, durante una tarea motora, son desventajosas en diferentes posiciones por la relación longitud-tensión (es decir, cuando una articulación está flexionada y no se permite que sea óptimo el solapamiento de los filamentos de actina y miosina en los puentes de unión) (109). Con la aplicación de la resistencia elástica a una curva de fuerza ascendente, las propiedades de EFV de las bandas elásticas permiten que se utilice una mayor carga relativa en el punto en el que la musculatura es más débil (en la posición baja de la sentadilla posterior) y que mayores cargas relativas se apliquen al pun-

to en el ROM en el que el músculo es mecánicamente más fuerte (en el tercio alto de una sentadilla posterior). En esencia, cuando el movimiento progresiona hacia el final del ROM, el incremento de carga asociado al complemento de la banda en la relación longitud-tensión, promueve un reclutamiento progresivo de unidades motoras de umbral alto (10, 26, 54). Como consecuencia, este mayor reclutamiento de unidades motoras se produce en la posición mecánicamente más ventajosa, dentro de un movimiento dado (106). Tal incremento de la activación muscular refleja el estímulo neuromuscular único impartido por las propiedades viscoelásticas de la banda elástica de resistencia (2, 7).

La capacidad de un deportista para acelerar una carga, a través de un rango de movimiento dado, es un determinante fundamental de la potencia. Cuando se entrena con pesos libres, la fuerza que se requiere para mover una carga no es la misma que la que se necesita para mantener el movimiento, ya que interviene el impulso de la masa del sistema (es decir, el estímulo se hace menor al aumentar el ángulo de torsión o el impulso). Mediante las bandas elásticas es posible influir sobre la cantidad de impulso conseguido dentro de un ROM dado de un ejercicio, como cuando el atleta debe trabajar para acelerar la carga durante un mayor periodo de tiempo o una porción más larga del movimiento. Esto es una importante consideración a la hora de utilizar estrategias avanzadas de entrenamiento de potencia como esta. Los elementos contráctiles del músculo mejoran con la velocidad elevada de contracción, y la aceleración de cualquier objeto es proporcional a la fuerza requerida para moverlo, pero inversamente proporcional a su masa o inercia. Debido al modo en el que las bandas elásticas varían la resistencia a lo largo del ROM (es decir, incrementos progresivos de tensión), su capacidad para disminuir o eliminar impulso al sistema, y provocar una mayor exigencia de fuerza, puede sugerir que son la modalidad más apropiada para desarrollar las capacidades de fuerza-velocidad requeridas para la expresión de la potencia.

## Bandas elásticas: ¿resistencia o ayuda?

Cuando se realiza EFV utilizando bandas elásticas, los entrenadores y los deportistas tienen diversos métodos. El modo en el cual estos establecen los ejercicios afecta directamente al potencial para expresar el máximo rendimiento de la potencia. Utilizadas en asociación con pesos libres, las bandas elásticas pueden suponer tanto una resistencia como una ayuda para un esquema de movimiento dado. Cuando se utilizan las bandas elásticas de resistencia, se envuelven alrededor de los extremos de la barra y, a continuación, se anclan al suelo con un disco de mucho peso o en una base de soporte de pesas. Los vectores de fuerza deben experimentar la menor resistencia en el punto más bajo del desplazamiento de la barra, en el que hay una desventaja mecánica. Esto mitigaría el efecto potencial de punto de fricción, permitiendo que la barra acelere a un ritmo más rápido. Con el



**Figura 8.4** Ejemplo de ejercicio de entrenamiento de fuerza variable resistido utilizando bandas elásticas.



**Figura 8.5** Ejemplo de ejercicio de entrenamiento de fuerza variable asistido utilizando bandas elásticas.

desplazamiento ascendente de la barra, las bandas elásticas se estiran y la tensión se incrementa progresivamente; entonces, la porción mecánicamente fuerte del ejercicio se asociará con el reclutamiento progresivo de las unidades motoras de umbral más elevado, dando como resultado un mayor  $P_{\text{pico}}$  (49, 70). La preparación para el EFV resistido se muestra en la figura 8.4.

En comparación con el EFV resistido, los métodos de entrenamiento asistido se basan en la reversión de la resistencia. En el entrenamiento asistido, las propiedades viscoelásticas de las bandas aumentan el ascenso de la barra contra la gravedad. Con el anclaje de las barras en la parte alta (figura 8.5), durante su descenso en ejercicios como las sentadillas posteriores cargadas, el elástico se estirará reduciendo la carga total en la parte baja del movimiento. La banda proporcionará un movimiento rápido de elevación desde la posición baja. Cuando el atleta se eleva para volver a la posición de pie, la magnitud de la ayuda se va reduciendo durante todo el ascenso y la musculatura debe implicarse de nuevo en los requerimientos de generar fuerza en los rangos mecánicamente ventajosos. Los métodos de EFV asistidos han demostrado que producen mayor potencia y velocidad, con un incremento del porcentaje de acortamiento y el aumento de la activación del sistema neuromuscular, los cuales responden como los mecanismos subyacentes potenciales (67, 68, 91).

Programar la utilización de las técnicas EFV requiere comprender el impacto que la preparación del ejercicio tiene sobre la naturaleza del estímulo fisiológico que se impone. Cuando se utilizan como resistencia, los estudios sugieren que las bandas elásticas complementan la relación longitud-tensión y promueven el reclutamiento progresivo de las unidades motoras de umbral elevado. En efecto, se han registrado mejoras en el EFV después de entrenarse con bandas elásticas de resistencia (68, 86, 103). También se han señalado fases más largas de pico de velocidad, un aprovechamiento mayor del ciclo estiramiento-acortamiento (CEA) y un incremento de la energía elástica almacenada. En comparación, los ejercicios EFV asistidos pueden ser más deseables durante los períodos de competición fuerte, cuando las cargas del deportista pueden comprometerse por unos elevados niveles de fatiga, o durante una fase de entrenamiento a gran velocidad, en la que la rapidez del movimiento es el objetivo fundamental del trabajo (106). Asistir al movimiento añadiendo bandas elásticas permite a los deportistas hacer un movimiento explosivo desde la posición baja del movimiento, como la sentadilla, o el *press* de banca, a su vez con un incremento de la especificidad de la tarea, provocando unos resultados de potencia elevados y trasladándolos a muchos movimientos balísticos propios del rendimiento deportivo, como saltos y lanzamientos (68, 86). En los capítulos 5 y 6 se muestran ejemplos de ejercicios que utilizan bandas elásticas.

## Cadenas

De modo similar a como las bandas elásticas añaden variables de carga específicas, las cadenas metálicas pesadas también representan un método valioso para influir en las características de fuerza-velocidad de los ejercicios de entrenamiento de fuerza. La adición de este tipo de implementos modificará el perfil de fuerza de ejercicios contra resistencia populares, como las sentadillas, el *press* de hombros y el *press* de banca, los cuales han sido durante muchos años de utilización común en el entrenamiento de la fuerza y la potencia. En la actualidad, la divulgación de estas ayudas se ha extendido ampliamente en la comunidad de la fuerza y el acondicionamiento, las cuales se están utilizando aplicadas al rendimiento deportivo. Como resultado, ya se están comercializando cadenas a medida para este propósito específico. Una vez más, la peculiar característica de esta modalidad de entrenamiento es su capacidad para variar la resistencia dirigida contra un músculo o grupo muscular, objetivo a lo largo del rango de un movimiento atlético (es decir, EFV) (92).

La utilización de resistencias con peso para desarrollar la potencia muscular es vital, dado que la fuerza se correlaciona estrechamente con los resultados de potencia (6). Sin embargo, el uso de estos implementos a menudo implica velocidades lentas de levantamiento (78, 105). Esto puede invalidar significativamente la expresión de la potencia muscular (10, 21, 69). Por tanto, dentro de los métodos de entrenamiento de la potencia avanzados, para desarrollar el  $P_{\text{pico}}$  se prefieren

los ejercicios que promuevan velocidades de contracción más elevadas durante su ROM. Como se discutió previamente, las curvas de fuerza se aproximan a la capacidad de producción del ángulo de torsión, dentro de un movimiento dado. En los ejercicios en el ascenso de la curva de fuerza, la producción de un ángulo de torsión máximo tiene lugar cerca del vértice del movimiento (figura 8.3); por tanto, añadir cadenas para que se separen del suelo cuando la barra se eleva, en teoría, proporciona un incremento en la resistencia que coincide con la capacidad de cambiar el ángulo de torsión del sistema neuromuscular (60, 71). En el comienzo ascendente de la curva de fuerza (por ejemplo, en la parte baja de una sentadilla, del *press* de hombro o del *press* de banca), la carga añadida proporcionada por las cadenas es pequeña, por el hecho de que el peso de estas permanece en el suelo durante el tiempo que están plegadas. Como consecuencia, el deportista está más capacitado para moverse explosivamente desde la posición baja del ejercicio, imprimiendo mayor velocidad a la barra e impulso al sistema. Cuando aumenta el ROM, y la barra se eleva separándose del suelo, la cadena se despliega añadiendo carga adicional, lo que también da como resultado un aumento del estímulo muscular, un mayor reclutamiento de unidades motoras y el incremento de la frecuencia de impulso nervioso (8, 26). Dicha combinación de incrementos de la velocidad y del impulso, impartidos en el comienzo de la curva de fuerza, añade un aumento progresivo de la activación muscular en la última porción provocado por la carga progresiva, la cual actúa para inducir resultados más elevados de la  $P_{\text{pico}}$  de un determinado ejercicio (6).

## Cadenas: optimización del estímulo

El incremento del número de estudios y de evidencias anecdóticas sugiere que la planificación del EFV con cadenas metálicas es decisiva para influir en las características de carga durante toda la curva ascendente de la fuerza. Tradicionalmente, la técnica de suspensión lineal que se ha adoptado es la de fijar directamente las cadenas a ambos extremos de la barra, permitiendo que cuelguen hacia el suelo (74). Esta técnica consigue que una parte significativa de las cadenas se mantenga como peso estático. Es la parte baja de estas la que proporciona la variable de resistencia al contactar con el suelo. En cambio, muchos entrenadores están experimentando actualmente con el enfoque de colocar las cadenas con doble lazo. Este método consiste en fijar primero pequeñas cadenas a la barra. A continuación, otras con mayor peso se enlanzan a estas. Neelly *et al.* (74) informaron que, cuando se utiliza el método de la doble cadena, el 80-90% de la carga del peso de las cadenas que se experimenta en la parte alta de la sentadilla posterior, se elimina por completo en la parte baja del ejercicio. Esto significa que, durante el ascenso de la barra, el 80-90% del peso de la cadena se va añadiendo progresivamente a la carga total del sistema al irse separando la cadena del suelo. Por el contrario, en el método de la suspensión lineal, solo el 35-45% del peso total de la cadena se añade a la curva ascendente de la fuerza; el resto de la cadena, simplemente,

cuelga como peso estático (74). Estos hallazgos sugieren una diferencia de casi el doble en la cantidad de la variable de resistencia, proporcionada entre el método de las dobles cadenas y el de suspensión lineal y, por tal motivo, los profesionales de la fuerza y el acondicionamiento deberían considerar la importancia de la planificación del ejercicio en el EFV.

## ¿Bandas elásticas o cadenas?

Una serie de investigaciones han puesto de manifiesto las diferencias entre las bandas elásticas y las cadenas, ya que las primeras muestran una relación curvilínea de tensión en relación con su deformación, y las segundas exhiben una relación de masa-desplazamiento lineal (6, 70, 71, 92, 103). Las características de esta relación longitud-tensión deben guiar a los entrenadores de la fuerza y el acondicionamiento en sus decisiones sobre la metodología del entrenamiento avanzado de la potencia. Por ejemplo, para las acciones musculares en las que las características de la fuerza son acumulativas hacia el extremo del movimiento (por ejemplo, un puñetazo en boxeo, un salto vertical en baloncesto), puede ser mejor preparar el EFV con bandas elásticas, y las acciones de apoyo que requieren una aplicación consistente de la fuerza (por ejemplo, la melé en rugby, el esprint desde los tacos de salida) es preferible realizar el EFV con cadenas. Mediante la elección de la metodología apropiada, es probable que la especificidad intermuscular también sea más estrecha, imitando las características de fuerza-velocidad que se experimentan durante el rendimiento deportivo discreto.

Mientras que un reciente meta-análisis de Soria-Gila *et al.* (92) ha mostrado los efectos comparados de EFV utilizando bandas o cadenas en la fuerza máxima, no se ha llevado a cabo ningún análisis exhaustivo similar de adaptaciones de potencia máximas. Esto hace difícil comparar los beneficios de cada uno de estos métodos de EFV. Sin embargo, lo que sí es evidente es que el EFV no se recomienda para sujetos no entrenados, ya que los incrementos de las características de la fuerza que esta población consigue utilizando tales métodos de entrenamiento es similar al que logra con los entrenamientos solo con pesos libres (17). Esto confirma la utilización del EFV como método de entrenamiento avanzado de la potencia, con el que los deportistas entrenados y experimentados mejoran más sus características de fuerza-velocidad que con los entrenamientos tradicionales (2, 6, 92).

## TÉCNICAS AVANZADAS DE ENTRENAMIENTO DE LA POTENCIA

Las técnicas avanzadas de entrenamiento de la potencia se utilizan constantemente en los entornos de entrenamiento, enfatizando las características biomotoras especiales asociadas con la expresión de los resultados elevados de potencia. Cuando se utilizan aproximaciones avanzadas para entrenar, se debe considerar la

clasificación de las modalidades de entrenamiento relevantes con las técnicas que se adopten; haciendo esto, se aporta claridad y atención en un proceso de planificación holístico. Centrándose sobre la implementación en el entrenamiento con técnicas específicas, es posible comprender mejor el impacto que una intervención de trabajo específica posee sobre el resultado de la potencia máxima y, finalmente, cómo afecta a los resultados del rendimiento.

## Entrenamiento balístico

En términos simples, lo que diferencia los ejercicios que desarrollan la fuerza de los que desarrollan la potencia es si el rendimiento del ejercicio implica la aceleración de una carga durante la mayor parte de su ROM; esto provoca la mayor velocidad del movimiento y, por tanto, un resultado de potencia más elevado (3, 77). Los ejercicios de la potencia se caracterizan por ser movimientos de gran velocidad, que aceleran el cuerpo del deportista, o un objeto, durante el ROM, con una fase limitada de frenado y poca, si es que hay alguna, ralentización de la velocidad contráctil. Es importante la comprensión de la aceleración completa y la velocidad de movimiento dentro del paradigma del entrenamiento de la potencia ya que, por lo general, los deportistas están instruidos para mover una carga lo más rápidamente posible y, con frecuencia, utilizando cargas de levantamiento relativamente más ligeras con el fin de que sean potentes. Sin embargo, el problema con las técnicas de entrenamiento de fuerza convencionales es que, incluso utilizando cargas ligeras, la potencia disminuye en la última mitad de una repetición para que el deportista desacelere la barra o que esta alcance la velocidad cero (77). Esto se debe a que el deportista tiene que mantener su agarre en la barra y llevarla bajo control a la posición estática al final del ROM. Al realizar el ejercicio de fuerza de este modo tradicional, Elliot *et al.* (28) informaron que la desaceleración de la barra supone el 24% del movimiento con mucha carga y el 52% del movimiento con un peso ligero. Además, esta fase de desaceleración se acompaña de la reducción significativa en la actividad electromiográfica (EMG) de los músculos agonistas primarios reclutados en el movimiento (28, 77). Por tanto, en cualquier movimiento, un cuarto de la mitad de su ROM completo se gasta ralentizándolo en lugar de tratar de generar características contráctiles explosivas.

El *entrenamiento balístico* se refiere a cuando un atleta intenta acelerar un peso durante todo el ROM de un ejercicio que, con frecuencia, termina con la liberación del peso o moviéndose con impulso libremente en el espacio. En la tabla 8.1, se muestran ejemplos de ejercicios balísticos y se describen con detalle en los capítulos 5 y 6. Investigando sobre los ejercicios balísticos de lanzamiento de banca, Newton *et al.* (77) señalaron que, frente a los métodos tradicionales, los movimientos balísticos producían resultados significativamente mayores en el porcentaje de velocidad, en el pico de velocidad, en el porcentaje de fuerza y, lo más importante, en el porcentaje de potencia y el pico de potencia. Además,

**Tabla 8.1** Clasificación de ejercicios basados en la fuerza y sus variantes equivalentes de ejercicios balísticos (potencia).

Ejercicio de fuerza	Variante balística (potencia)
Sentadilla	Sentadilla con salto
Sentadilla con piernas abiertas en tijera	Salto de zancada alterna
Sentadilla sobre una pierna	Salto con una pierna
Peso muerto	Cargada y arrancada de potencia, tirón rápido de cargada
Press de banca	Lanzamiento de banca
Remo sentado	Tracción de banca
Press militar	Empuje de envío
Fondo	Fondo de brazos con palmada

durante el entrenamiento balístico, la barra puede acelerarse por encima del 96% del rango de movimiento, generando un pico de velocidad de la barra más elevado y permitiendo que los músculos produzcan una tensión significativamente elevado por encima del periodo mayor de la fase concéntrica total. Incluso cuando se realiza con cargas más elevadas (por ejemplo, más de 60% de 1RM), lo cual podría limitar duramente la capacidad del deportista para liberar el peso al espacio libre, el intento de propulsar la carga al aire es superior a los métodos de entrenamiento de fuerza tradicionales para el desarrollo del rendimiento de la potencia máxima (16).

Entrenarse para maximizar el resultado de potencia, mediante un entrenamiento avanzado, debe implicar el uso no solo de ejercicios más lentos contra una resistencia elevada para desarrollar la fuerza, sino que también tiene que incluir ejercicios balísticos a gran velocidad, en los que la aceleración de la carga externa se desarrolle a lo largo de todo el ROM (3, 75). Los ejercicios balísticos más comunes utilizados en el entrenamiento del rendimiento atlético son los saltos lastrados con contramovimiento (SCM) para el tren inferior (por ejemplo, la sentadilla con salto) y los lanzamientos de banca en máquina Smith para el tren superior (3, 5, 76, 77). Por su naturaleza, también pueden considerarse balísticos la pliometría (32) y los levantamientos olímpicos (48) debido a que estimulan la aceleración plena. En el caso de los levantamientos de peso, la velocidad de la barra se afecta solo por la gravedad. Por ejemplo, las velocidades de contracción lenta implicadas en el powerlifting (sentadilla posterior, peso muerto y press de banca) han demostrado que generan en los levantadores de élite aproximadamente 12 w/kg de su peso corporal en los levantamientos (39). En comparación, los movimientos del segundo tirón de los levantamientos olímpicos, como la cargada o la arrancada, producen un porcentaje de 52 w/kg de peso corporal en la misma población de deportistas (39). Estos datos son, en gran parte, consecuencia de la naturaleza balística de tales ejercicios, en los que el deportista trata de acelerar la barra, para elevarla durante el 96% del movimiento (por ejemplo, la arrancada y la cargada), transmitiéndole un impulso antes de colocarse por debajo de ella para alzarla en un espacio libre, lo que permite al atleta colocarse en la posición de cogida o recepción (100) (ver también capítulo 7).

Las velocidades promedio de los movimientos balísticos son mayores que en los movimientos no balísticos, ya que en los primeros no hay fase de desaceleración o frenado. Esto lo demostraron Frost *et al.* (37), quienes observaron que encontraban medidas de potencia significativamente más elevadas durante los ejercicios balísticos, fundamentalmente como resultado de su mayor promedio de velocidad. Sin embargo, Lake *et al.* (62) impugnaron la superioridad del ejercicio balístico del tren inferior para el desarrollo de la potencia. Estudiando hombres moderadamente bien entrenados, los autores sugirieron que mientras que observaban una velocidad promedio más elevada (14% mayor) en los ejercicios balísticos, no hallaron diferencias entre los métodos de entrenamiento balístico y los tradicionales cuando se comparaba el IMF del ejercicio. Datos como estos continúan siendo un reto para comprender la cinemática relacionada con los métodos de entrenamiento balístico. Sin embargo, lo que sí es evidente, es que esta consideración debe tenerse en cuenta según la forma en la que se interpretan los ejercicios balísticos. Si se registra el  $P_{\text{pico}}$  instantáneo, es posible que el impacto del ejercicio balístico sobre las características de la potencia pueda ser equívoco entre los atletas entrenados moderadamente y los bien entrenados. Sin embargo, en caso de que el  $P_{\text{máx}}$  sea la variable más importante que se persigue, Frost *et al.* (37) sugirieron que esta puede diferenciar mejor a los deportistas bien entrenados, si se los compara con los moderadamente entrenados. Potencialmente, tales comparaciones llevan a la conclusión de que los métodos de entrenamiento balístico son mejores y más adecuados para los deportistas avanzados, con altos niveles de fuerza muscular, que requieren una complejidad sustancial y variantes en sus programas de entrenamiento, con el fin de aumentar la adaptación deseada de sus características fuerza-velocidad.

## El entrenamiento basado en la velocidad

Cuando se desarrollan estrategias de entrenamiento avanzado, los deportistas y los entrenadores deben considerar el tiempo disponible dentro de las destrezas motoras discretas en las que producir picos de fuerza. Mientras que la mayoría de los ejercicios de entrenamiento de la fuerza que se desarrollan en la sala de pesas tardan muchos segundos en completar una única repetición, en deporte rara vez se dispone de tiempo suficiente, dentro de los movimientos atléticos, para lograr la fuerza máxima, con picos de fuerza instantánea ( $F_{\text{pico}}$ ) observados entre los 0,101 y 0,300 s (tabla 8.2). Por tanto, la velocidad específica debe ser una consideración primordial cuando se entrena para desarrollar potencia muscular, junto con las adaptaciones fisiológicas dependientes de la velocidad (54, 69) y las principales adaptaciones que se producen cerca de las velocidades de entrenamiento (80). Debido a los recientes avances tecnológicos y a la mejora de las técnicas diagnósticas, se ha incrementado la oportunidad de conseguir información sobre las características de fuerza-velocidad de los ejercicios discretos y de los esquemas de entrenamiento. Como resultado, el entrenamiento basado en la velocidad

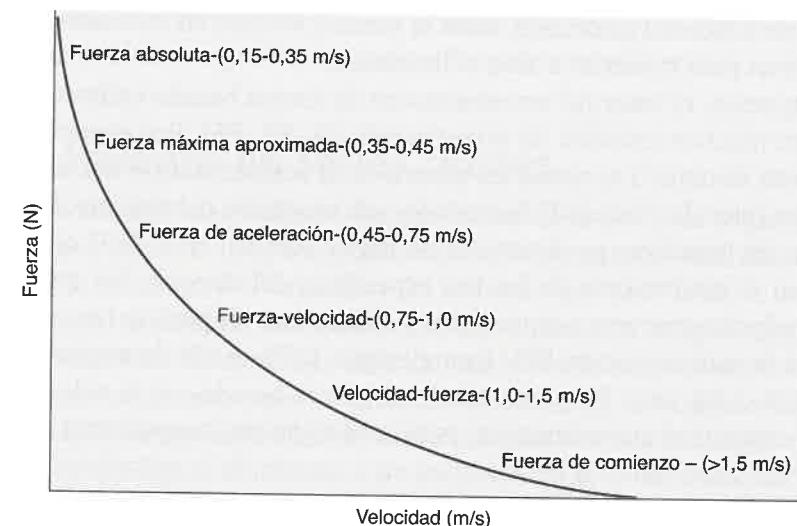
**Tabla 8.2** Tiempo de producción de fuerza explosiva dentro de movimientos deportivos discretos.

Deporte y movimiento	Tiempo en lograr el pico de fuerza	Referencia
Carrera en esprint	0,101 (varones) 0,108 (mujeres)	Mero y Komi (72)
Salto de longitud	0,105-0,125 (varones)	Zatsiorsky (108)
Salto de altura	0,15-0,23 (varones) 0,14 (mujeres)	Dapena (22)
Salto de trampolín	1,33 (desde el despegue en posición de pie) 0,15 (desde el movimiento en carrera)	Miller (73)
Salto de esquí	0,25-0,30	Komi y Virmavirta (58)
Lanzamiento de peso	0,22-0,27 (varones)	Lanka (63)

(EBV) se ha convertido en un modo popular para determinar las cargas óptimas de entrenamiento de fuerza a través de una realimentación biométrica en tiempo real, que indica el rendimiento repetición a repetición. Más específicamente, monitorizar la velocidad de la repetición ayuda a disponer la velocidad a la que debe realizarse un ejercicio del entrenamiento. Cuando se combinan cargas externas moderadas con altas, el intento de levantar con gran velocidad puede mejorar el resultado de la potencia, tanto relativa como absoluta, en la fase concéntrica de las acciones musculares (84).

## ¿Por qué el entrenamiento basado en la velocidad?

Históricamente, los entrenadores de la fuerza y el acondicionamiento han prescrito las cargas de entrenamiento de fuerza basadas en el porcentaje de 1RM, determinado previamente. Los ejercicios se realizaban y progresaban en diferentes intensidades submáximas (por ejemplo, el SCM cargado al 40% de 1RM en la sentadilla posterior). En principio, parece correcto utilizar el porcentaje de 1RM, porque puede ser estimulante desde una perspectiva práctica. A no ser que se establezcan diariamente las 1RM, es posible que el entrenamiento resulte defectuoso basándose en este parámetro específico. Los test de 1RM pueden ocupar una cantidad significativa de tiempo, lo cual hace que sean difíciles de programar, desde el punto de vista logístico, dentro de la regularidad del programa. Además, su exactitud se afecta por los niveles diarios de motivación. A esto se suman los cambios potenciales que, a lo largo del tiempo, se producen en el rendimiento de 1RM como consecuencia del entrenamiento y, en el mejor de los casos, convertirse en un reto la exactitud ganada del máximo real. En comparación, el EBV depende de la retroalimentación instantánea repetición a repetición



**Figura 8.6** Curva de entrenamiento basada en la velocidad ilustrando las relaciones entre las cualidades de la fuerza específica y las asociadas a la velocidad de la barra durante un entrenamiento de fuerza.

relacionada con la velocidad de la barra o del peso. Esto permite variar las cargas de entrenamiento durante una fase de trabajo, tanto como el atleta mantenga consistentemente el umbral de la velocidad específica de la barra. Entonces, esta velocidad de la barra, o entrenamiento basado en la velocidad, podrá relacionarse con el estímulo para una cualidad de fuerza específica (figura 8.6).

Se ha descrito una relación lineal prácticamente perfecta entre el porcentaje de 1RM y la correspondiente velocidad de la barra (41). Monitorizar la velocidad de un movimiento puede ser útil tanto para periodizar el entrenamiento como para promover las adaptaciones neuromusculares específicas para la expresión de la potencia. Mediante la medición objetiva de la velocidad de la barra para implementar la sobrecarga neuromuscular, en lugar de utilizar las modificaciones tradicionales del porcentaje 1RM de la carga, es posible utilizar la velocidad de un movimiento como mecanismo para estimular las adaptaciones fisiológicas que subyacen en la expresión de la potencia. Por ejemplo, cuando examinamos el continuum de la fuerza (figura 8.6), el 40 al 60% de 1RM es representativo, tanto de la cualidad fuerza-velocidad como velocidad-fuerza, con velocidades entre 0,75 y 1,50 m/s (21). Mientras que ambas características requieren la expresión de elevados niveles de potencia muscular, son de hecho diferentes y pueden fácilmente discernirse por la velocidad, una ventaja fundamental del EFV. La fuerza-velocidad se define como el movimiento que se realiza con un peso moderadamente elevado tan rápido como sea posible (es decir, cargas moderadas a velocidades moderadas) y se ha demostrado que existe a 0,75-1,00 m/s (50, 52). En comparación, los ejercicios de velocidad-fuerza incluyen rangos de velocidad de 1,0 a 1,5 m/s. Estos se describen mejor como de velocidad en condiciones de

fuerza, o de velocidad priorizada sobre la fuerza (50, 52), en los cuales se aplican cargas ligeras para moverlas a altas velocidades.

Por supuesto, el valor del entrenamiento de fuerza basado en la velocidad se soporta en muchos estudios de investigación (9, 84, 85). Por ejemplo, cuando investigaron durante 6 semanas los efectos de la realimentación del rendimiento instantáneo (pico de velocidad) después de cada repetición del ejercicio de salto con sentadilla, en jugadores profesionales de rugby, Randell *et al.* (85) demostraron mejoras en el rendimiento de los test específicos del deporte, los que sugerían que se producían mayores adaptaciones y efectos más amplios del entrenamiento utilizando la realimentación EFV (por ejemplo, 0,9%-4,6% de mejoras con EFV versus 0,3%-2,8% sin). Proporcionando objetivos basados en la velocidad y los umbrales durante el entrenamiento, estos investigadores propusieron que la probabilidad de crear cambios beneficiosos en la acción de la retroalimentación fue del 45% en el salto vertical, del 65% en el esprint de 10 m, del 49% en el esprint de 20 m, del 83% en el salto horizontal y del 99% en los esprints de 30 m. Estos hallazgos demostraron la magnitud potencial en la cual los índices basados en la velocidad pueden influir subsiguientemente en los rendimientos estándar específicos del deporte.

## TÁCTICAS AVANZADAS DE ENTRENAMIENTO DE LA POTENCIA

La capacidad para estimular óptimamente las adaptaciones específicas fisiológicas y de rendimiento está establecida, en parte, en la capacidad para variar las exigencias de entrenamiento y de inducir nuevos estímulos en los tiempos apropiados (97). La producción de la potencia es una consecuencia de la eficacia de los procesos neuromusculares y, por tanto; la efectividad del entrenamiento de la potencia está en estrecha relación con la calidad en la que cada repetición se realiza, con la magnitud de la fatiga residual que influye sobre las características contráctiles o con ambas. Baker y Newton (5) sugieren que, cuando lo que se trata es de maximizar el resultado de la potencia, es importante evitar la fatiga y este se optimiza realizando el menor número de repeticiones con un intervalo de descanso apropiado. Cuando se desarrolla una aproximación para mejorar al máximo la producción de potencia muscular, es esencial la capacidad de introducir variantes adecuadas en el entrenamiento, de modo lógico y sistemático, que complementen el desarrollo de los atributos fisiológicos específicos (44). Cuando se implementa un programa periodizado de entrenamiento avanzado de la potencia, se pueden introducir variantes a muchos niveles, incluyendo la manipulación de la carga de entrenamiento global, el número de series y repeticiones, el número y el orden de los ejercicios, el enfoque del bloque de entrenamiento y los intervalos de descanso entre series (ver capítulo 3). Por tanto, los profesionales de la fuerza y el acondicionamiento deben considerar de ma-

nera apropiada la planificación y las tácticas de programación que pueden llevar a cabo, si estas afectan significativamente a los procesos adaptativos consecuentes al entrenamiento.

## Entrenamiento en series clúster

Para promocionar el desarrollo de los resultados de la potencia muscular máxima, las repeticiones de un ejercicio dado deberían alcanzar  $\geq 90\%$  del desarrollo máximo de la potencia y la velocidad del estímulo que se considere beneficiosa (33). Lograr tal umbral de intensidad elevada es decisivo, al igual que la forma en que se prescriben los ejercicios es fundamental como determinante de su efectividad. Tradicionalmente, por lo general, las series de entrenamiento constan de 3 a 20 repeticiones realizadas de modo continuado. Sin embargo, cuando se examina esta configuración tradicional, es notorio que la velocidad de la barra, el rendimiento del pico de potencia y el desplazamiento de la barra disminuyen con cada siguiente repetición de la serie, en gran medida como resultado de la acumulación de fatiga (38, 45). Se deben introducir métodos alternativos con el fin de mantener el estándar de rendimiento en cada repetición.

La capacidad de realizar un entrenamiento de la potencia sin fatiga, por lo cual el mayor estímulo de entrenamiento óptimo puede mejorar las adaptaciones neurales, es la filosofía central que está detrás de la utilización del entrenamiento en series clúster (capítulo 3). Los profesionales de la fuerza y el acondicionamiento pueden mejorar la estructura de series clúster para estimular características específicas, psicológicas y de rendimiento. Específicamente, en los regímenes de entrenamiento de potencia avanzada, las series clúster suponen una importante táctica que optimiza el desarrollo de las capacidades musculares de fuerza-velocidad.

## Potenciación postactivación

Las características de rendimiento del músculo esquelético son transitorias de por sí y pueden estar afectadas íntimamente por su historia contráctil (88). French *et al.* (35) señalaron que, tras utilizar cargas muy pesadas, las características de la fuerza y la potencia de las acciones musculares subsiguientes podían mejorar temporalmente por la influencia del incremento de la excitabilidad del sistema nervioso central. Este aumento de la excitación neural es el resultado de un ajuste fisiológico agudo, que se ha denominado como potenciación postactivación (PPA) (47, 99). El fenómeno PPA está ampliamente aceptado en la literatura de la fuerza y el acondicionamiento. La premisa que subyace es que la carga máxima previa puede maximizar la actividad explosiva subsiguiente, induciendo un alto grado de estimulación neural que da como resultado un mayor reclutamiento de unidades motoras y una mayor frecuencia y porcentaje de codificación. La aplicación de esta premisa es el punto común del método de entrenamiento avanzado. Los mecanismos subyacentes asociados con la mejora de las propiedades con-

tráctiles se atribuyen a la fosforilación de las cadenas ligeras reguladoras de las miosina, la cual hace que las proteínas contráctiles actina y miosina de las fibras musculares sean más sensibles al calcio. El calcio es un regulador central de la actividad neural, lo que significa que cada señal nerviosa que se envía a una unidad motora tiene un impacto directo sobre la capacidad de contracción muscular (47, 79). El incremento del reclutamiento de un mayor número de unidades motoras de contracción rápida se ha propuesto como el factor determinante potencial de la mejora de la producción de la fuerza (99). Si se utiliza con efectividad, la PPA puede ser implementada dentro de un programa de entrenamiento de la potencia con el propósito de mejorar la magnitud del estímulo de entrenamiento de otros movimientos explosivos (24, 87). Por supuesto, las investigaciones sugieren que los efectos de la PPA se consideren como una influencia positiva para las acciones musculares subsiguientes (43), según el aumento y disminución de las características que influyen íntimamente en el rendimiento relacionadas con la intensidad y la duración de cualquier acondicionamiento pre-contracción (90).

Las actividades de pre-acondicionamiento, en tanto que mejoran la PPA, también fatigan el músculo esquelético (14, 99). Por tanto, el equilibrio entre la PPA y la fatiga, así como sus efectos sobre las contracciones explosivas subsiguientes, son un problema delicado. La ventana óptima de efectividad del rendimiento depende del porcentaje de aumento y disminución tanto de la PPA como de la fatiga. El pico de la PPA se produce inmediatamente a continuación de una actividad de pre-acondicionamiento, aunque es improbable que coincida con el momento en el que el pico de rendimiento es evidente, ya que también es el momento del pico de fatiga. Igualmente, cuanto mayor sea el tiempo que medie entre la actividad de acondicionamiento y el rendimiento subsiguiente, mayor será la recuperación de la fatiga, así como la disminución de la PPA (51).

Se necesita un tiempo de recuperación óptimo para llevar a cabo la PPA y que la fatiga disminuya. Gullich y Schmidbleicher (43), y Gilbert *et al.* (40) informaron que no se producían cambios en el IMF isométrico inmediatamente después de contracciones de acondicionamiento; sin embargo, tras una recuperación suficiente de 4,5 a 12,5 minutos, y por encima de los 15 minutos, se observaba un incremento del 10 al 24%, respectivamente. De modo similar, Kilduff *et al.* (56) demostraron un aumento del 7 al 8% en la potencia del pico del salto con contramovimiento, tras 8 a 12 minutos de contracciones de acondicionamiento, mientras que Chatzopoulos *et al.* (13) demostraron que el rendimiento de un esprint de 30 m se incrementaba un 2-3%, 5 minutos después. Estos resultados difieren de los de French *et al.* (35), quienes no utilizaron periodo de recuperación, pero aun así observaron incrementos significativos tanto en la altura del salto desde el cajón como en el impulso de aceleración del ángulo de torsión, en el pico de extensión de la rodilla, inmediatamente después de tres series de 3 segundos de contracciones isométricas máximas voluntarias. Por otra parte, Chiu *et al.* (15) fueron incapaces de detectar mejoras significativas en el pico de potencia (15) fueron incapaces de detectar mejoras significativas en el pico de potencia

de tres SCM, ni de tres saltos con sentadilla cargados al 40% de 1RM, incluso realizados después de un periodo de recuperación de 5, 6 y 7 minutos tras una sentadilla posterior al 90% de 1RM.

Una consideración importante de las técnicas avanzadas de entrenamiento de la potencia, es la magnitud de las respuestas individuales a la PPA y cómo están influidas por las características propias de cada deportista, incluyendo la fuerza muscular, la distribución del tipo de fibra, la historia de entrenamiento y la proporción fuerza-potencia. En jugadores de rugby que ya poseían altos niveles de fuerza muscular y una larga historia de entrenamiento, Kilduff *et al.* (56) señalaron una correlación positiva entre los atletas más fuertes (fuerza absoluta y relativa) y la producción del pico de potencia durante un test del SCM, 12 minutos después de haber realizado 3RM de sentadillas posteriores de potencia. Gourgoulis *et al.* (42) indicaron que los niveles de fuerza individual eran importantes cuando se trataba de maximizar el efecto PPA, observando un 4% de incremento en el SCM en los participantes más fuertes, que fueron capaces de hacer sentadillas con >160 kg, comparados con un aumento de solo un 0,4% en los atletas más débiles, que hicieron sentadilla con <160 kg. Tales comparaciones basadas en la fuerza están soportadas por características a nivel celular, de forma que quienes poseen predominantemente fibras musculares de contracción rápida (tipo II) son capaces de obtener una mayor respuesta PPA que los poseedores de un elevado número de fibras de contracción lenta (tipo I) (46). Sin embargo, los atletas con un predominio de fibras tipo II también mostraron una mayor respuesta de fatiga tras las contracciones de acondicionamiento (46), demostrando la importancia de administrar los protocolos PPA. La historia de entrenamiento de un deportista también es una consideración importante para la expresión de la PPA. Cuando compararon atletas entrenados para competir en un deporte a nivel nacional o internacional con los que emprendieron un entrenamiento de fuerza como actividad recreativa, Chiu *et al.* (15) encontraron diferencias significativas en la naturaleza de la relación fatiga-PPA. Tras cinco series de una repetición de sentadilla posterior al 90% de 1RM, con 5-7 minutos de recuperación, el grupo con entrenamiento avanzado mostró de un 1 a un 3% de incremento en el rendimiento del SCM y el SE, mientras que los que entrenaban por ocio experimentaron entre el 1 y el 4% de reducción en su rendimiento.

La oportunidad de utilizar las características fisiológicas asociadas con la PPA es una consideración atractiva tanto para los atletas como para los entrenadores que buscan mejorar el estímulo de potencia mecánica asociado a las modalidades entrenamiento explosivo. Sin embargo, debido al número de factores que la influyen, puede ser estimulante aprovechar con eficacia la PPA (89). Los resultados inconsistentes, a partir de estudios posteriores, supusieron un desafío a la claridad con la que debería implementarse la metodología de entrenamiento. Como se señaló antes, los deportistas avanzados, que se entrenaban a un nivel elevado, tenían mayor fuerza muscular, mayor distribución de fibras de contracción rápi-



da, y menor relación potencia-fuerza, es probable que se beneficiasen incluyendo técnicas de PPA en sus programas de entrenamiento. Los entrenadores y los atletas pueden implementarlas, tanto en el entrenamiento (ver más adelante en este capítulo las secciones sobre el complex training y el entrenamiento en contrastes), como inmediatamente antes de una competición o una destreza deportiva que requiera altos niveles de expresión de potencia muscular (por ejemplo, antes de realizar un salto o del comienzo de una salida en *bobsled*) (ver ejemplos en los capítulos 9 y 10). Con resultados que muestran aumentos en el rendimiento del 2 al 10%, siguiendo estrategias PPA, ciertamente, el valor de estos métodos garantiza su reconocimiento para los deportistas avanzados. Para promover la expresión del PPA, se ofrecen las siguientes recomendaciones:

- La aplicación efectiva de la PPA requiere determinar cuál es la óptima para cada deportista antes de utilizarla en los entornos competitivos o en las fases de entrenamiento fuertes.
- Las contracciones máximas y las cargas externas pesadas parecen ofrecer la mejor oportunidad para obtener la PPA, y mientras no se hayan establecido las cargas óptimas, estas deberían reclutar directamente las fibras musculares tipo II, por lo que deben ser iguales o mayores del 90% de 1RM.
- Los períodos óptimos de descanso varían entre los deportistas, dependiendo de la interacción entre la potenciación y la fatiga. Los entrenadores y los deportistas deben determinar en cada caso los porcentajes apropiados de recuperación tras la actividad de acondicionamiento.
- Solo los deportistas experimentados, con una historia de entrenamiento amplia, deberían utilizar las estrategias de la PPA para preparar la pre-competición o como estímulo de entrenamiento.
- Contrastar las cargas que proporcionan complejos de potenciación fuerza-potencia, dentro de un régimen de entrenamiento, puede ser un modo efectivo de utilización de la PPA cuando la expresión de la potencia muscular ha de ser una producción decisiva de la fase de entrenamiento.

## Complex training

El fenómeno neuromuscular de la potenciación postactivación puede utilizarse en los entornos del entrenamiento con el objetivo de intensificar el estímulo neuromuscular. El complex training, o la utilización de complejos de potenciación fuerza-potencia, es una estrategia de programación avanzada que implica alternar biomecánicamente pesos con cargas elevadas, similares a las que se emplean en los ejercicios de entrenamiento con peso, con ejercicios tipo pliometría (83), terminando primero todas las series pesadas y siguiendo con los ejercicios ligeros de potencia y pliométricos. El entrenamiento en complejos fue presentado por primera vez por Verkhoshansky y Tatyan (101), quienes postularon que los ejer-

cicios de fuerza tendrían un efecto de mejora del rendimiento (es decir, de potenciación) sobre la actividad pliométrica, incrementando el resultado de la potencia y la eficacia del ciclo estiramiento-acortamiento. Más recientemente, Ebben y Watts describieron la efectividad de combinar el entrenamiento de la fuerza y las actividades pliométricas, presentando estrategias en las que se incluyen estas dos características divergentes de la fuerza en la misma sesión de trabajo (27). Por ejemplo, una estrategia del complex training puede implicar 3 × 5 sentadillas posteriores cargadas al 87,5% de 1RM, seguido de 3 × 6 sentadillas con salto con el peso corporal.

El modo en el que se estructuran las series de complex training refleja el mecanismo por el cual la potenciación del sistema neuromuscular aumenta las acciones musculares explosivas, seguidas de las actividades contráctiles de pre-acondicionamiento. Por supuesto, muchos estudios han demostrado cómo mejora el rendimiento motor durante el entrenamiento pliométrico cuando se combina con el entrenamiento con peso tradicional (1, 31, 64). Maio Alves *et al.* (66) han descrito tales respuestas de entrenamiento, después de seguir 6 semanas de trabajo en complejos, en jugadores de fútbol jóvenes de élite, en los que encontraron incrementos de rendimiento en esprint de 5 m (7 a 9,2%) y de 15 m (3,1 a 6,2%), así como también en la altura del salto con sentadilla (9,6 a 12,6%). Como ocurre con todas las estrategias de programación que pretenden aumentar las respuestas PPA, en el diseño de los programas de complex training deben siempre considerarse importantes variables como la selección de los ejercicios, la carga y el descanso entre las series de trabajo (25).

El complex training no es una nueva aproximación del entrenamiento de la potencia. Los primeros estudios de los complejos de potenciación fuerza-potencia ya señalaban que eran efectivos tanto para el tren superior (29) como para el inferior (82), y que resultaban ser más eficaces en los hombres que en las mujeres (82). Los requisitos de fuerza e intensidad de la carga utilizada, en la porción del entrenamiento de fuerza de los complejos, parece que son unos reguladores importantes en la producción del efecto del complex training en las situaciones pliométricas siguientes (107). Aunque se requieren más investigaciones, algunos estudios han reportado que los niños y las mujeres atletas obtienen respuestas no concluyentes en el complex training, en comparación con los programas básicos de entrenamiento de fuerza (30, 110, 82). Probablemente, esta pérdida de diferencia significativa entre métodos refleja el hecho de que grupos específicos de población hayan perdido el requisito necesario de fuerza, con lo que experimentarán beneficios limitados de los efectos que les puede ofrecer el complex training (es decir, PPA) (15, 27). Por el contrario, respecto a un jugador de fútbol americano de la división NCAA universitaria bien entrenado, que haya estado implicado en un programa de entrenamiento de fuerza periodizado durante 1 a 5 años, se ha encontrado que los métodos de complex training estimularán significativamente en mayor medida su mejora en el rendimiento del salto vertical que

los métodos de entrenamiento tradicionales (11). También se han descrito en la literatura cambios similares en la habilidad del salto tras el estímulo del entrenamiento en complejos (66, 107).

## Entrenamiento en contrastes

Al igual que el complex training, el entrenamiento en contrastes es también una estrategia de planificación y programación que promueve la acentuación de las características neuromusculares asociadas con la PPA. Al contrario que el primero, el entrenamiento en contraste utiliza series de movimientos biomecánicamente similares pero con mucha diferencia en la carga con el fin de crear una divergencia completa y útil en las velocidades contráctiles. El complex training utiliza series múltiples, o en complejos, de ejercicios de fuerza elevada, seguidos de muchas series de ejercicios pliométricos. En vez de ello, el entrenamiento en contrastes utiliza ejercicios alternando cargas altas y ligeras; una serie de acciones musculares a gran velocidad sigue a cada serie de ejercicios más duros de mayor fuerza (83). En principio, esta aproximación alterna series de grandes cargas de fuerza con series de ejercicios pliométricos, por ejemplo, realizar  $1 \times 5$  sentadillas posteriores al 87% 1RM, seguidas de  $1 \times 6$  sentadillas con salto al 30% de 1RM durante 3 series. Como el entrenamiento en complejos, el entrenamiento en contrastes utiliza resistencias pesadas debido a que parece que crea una mayor activación y preparación para el esfuerzo máximo de los siguientes movimientos explosivos (87, 99, 107).

Mientras que la metodología más efectiva para optimizar la PPA, tanto de los regímenes de entrenamiento en contrastes como del complex training, aún no se ha dilucidado por completo, los investigadores y los entrenadores están de acuerdo en que la combinación de cargas contra resistencia elevadas con movimientos de alta velocidad y poca carga producen las mejores ganancias en los rendimientos de la potencia. Comparando los respectivos beneficios de ambas aproximaciones, Rajamohan *et al.* (83) demostraron mejores efectos en los atletas entrenados en contrastes, tanto en los parámetros de fuerza como de potencia, que en los que habían seguido un complex training durante 12 semanas. Los cambios de potencia explosiva se interpretaron como mejoras en los saltos vertical y horizontal; con el entrenamiento en contrastes se apreciaba un incremento del 3,17 y 5,9% por encima de los métodos de complex training, respectivamente.

En tanto que el entrenamiento en contrastes implica tradicionalmente cargas pesadas seguidas por cargas ligeras o ejercicios con el peso corporal, recientemente, Sotiropoulos *et al.* (93) investigaron un protocolo de entrenamiento en contraste en el que se adoptó una carga predeterminada que maximizaba los resultados de potencia mecánica en las sentadillas con salto con resistencia ( $P_{máx}$ ), con cargas al 70 y al 130% de  $P_{máx}$ . A continuación, estos datos los compararon con saltos verticales repetidos con el peso corporal. Los autores señalaron que la carga que maximizaba los resultados de potencia mecánica externa, comparada con

la carga más ligera o más pesada, en la sentadilla con salto, no es más efectiva para incrementar más tarde el rendimiento del salto. Estos datos quizás refuerzan la idea de que la intensidad de la carga utilizada en cualquier actividad de pre-acondicionamiento, que estuviera tratando de aprovechar las características neuromusculares de la PPA, es decisiva para determinar un resultado beneficioso. Al explorar datos como estos, es patente que la ciencia aún no ha dilucidado por completo los mecanismos exactos que subyacen a la PPA en los métodos de entrenamiento en contrastes. Mientras que los investigadores continúan respondiendo a estas cuestiones complejas, los entrenadores continúan implicados en los beneficios anecdóticos en el rendimiento observado con las estrategias avanzadas de entrenamiento.

## IMPLEMENTACIÓN DE MÉTODOS AVANZADOS DE ENTRENAMIENTO

Como se ha tratado en este y en capítulos anteriores, la habilidad para generar potencia muscular máxima es multifacética, con muchos factores que contribuyen a repercutir sobre la expresión de la potencia (19). La forma en la que los entrenadores y los deportistas aplican una sobrecarga de entrenamiento sobre el sistema neuromuscular regula el desarrollo de la potencia muscular. Mientras que las estrategias de entrenamiento de la potencia han mostrado que mejoran efectivamente la potencia muscular en algunas personas, no ocurre así en otras (18, 19). Por tanto, es decisivo que la ejecución de los métodos avanzados de entrenamiento se lleve a cabo de un modo en que se afronten las necesidades específicas del atleta individual.

En las primeras fases del entrenamiento de la potencia, es posible que los cambios en la relación fuerza-velocidad sean consecuencia de las ganancias de fuerza muscular básica. Sin embargo, a medida que avanzan los años de historia de entrenamiento, los deportistas pueden explotar las adaptaciones ganadas en sincronización neuromuscular y en incremento de fibras de tipo IIa para mejorar más adelante las expresiones de potencia a través de los métodos de entrenamiento que aprovechen estos nuevos atributos fisiológicos. El entrenamiento de fuerza con grandes cargas mejora los resultados de la potencia máxima en atletas relativamente entrenados o débiles (1, 104, 105), pero no en los más fuertes ni en los más experimentados (76, 104). En lugar de ello, los deportistas más fuertes, con mayores niveles de fuerza básica, parecen ser que desarrollan mejor la aparición de la expresión de potencia muscular mediante el incremento de la complejidad de los estímulos de entrenamiento, añadiendo específicamente ejercicios basados en la velocidad (3). Por supuesto, mientras tienen que continuar manteniendo niveles elevados de fuerza máxima, los atletas avanzados deben utilizar ejercicios que estimulen las propiedades de acortamiento máximo del músculo (es decir, la velocidad máxima) en un esfuerzo para modificar las características del sistema

neuromuscular. A su vez, esto cambiará su perfil de la curva fuerza-velocidad y afectará a la producción de la potencia muscular. La inclusión de principios de entrenamiento avanzado de la potencia en el programa de trabajo de un deportista bien entrenado, tiene la capacidad de estimular la producción de ganancias en los resultados de la potencia máxima.

## **CONCLUSIÓN**

En este capítulo hemos presentado las herramientas técnicas y tácticas que se pueden llevar a cabo en un programa de entrenamiento avanzado con el fin de desarrollar la potencia muscular. Mediante la comprensión de las curvas de fuerza humana, se pueden introducir métodos de entrenamiento avanzados de la potencia que afecten a la producción de fuerza muscular, dentro de los ejercicios dados. Las opciones de equipamiento que poseen los profesionales de la fuerza y el acondicionamiento pueden afectar significativamente a las exigencias del sistema neuromuscular para expresar la potencia muscular. Más allá de esto, mediante la comprensión de la importancia que la aceleración máxima a través del ROM tiene en la producción de la potencia, los ejercicios balísticos ofrecen un estímulo único para los deportistas avanzados. Durante este proceso, es prudente cubrir un alto rango de esquemas de carga, en un intento de estimular la expresión del  $P_{\text{pico}}$  instantáneo, en lugar de centrarse en el rendimiento de la potencia máxima de un deportista. Haciéndolo así, las siempre cambiantes resistencias y la velocidad podrán reflejar mejor las características de las expresiones de potencia experimentadas en la competición deportiva. Modular la estructura de los programas de entrenamiento en módulos a través de distintos cambios en la prescripción del ejercicio (por ejemplo, en series clúster, el complex training) puede ser un método eficaz para mejorar los resultados de la potencia mediante el manejo de la fatiga, la promoción de fenómenos fisiológicos que optimicen los resultados de la potencia (es decir, la potenciación de postactivación), o ambos. Como mínimo, las estrategias de programación proporcionarán claridad a la aproximación de la organización del entrenamiento de la potencia que ayudará al deportista a comprender cómo debe estimularse el sistema neuromuscular con el fin de activar los umbrales óptimos del desarrollo de la potencia muscular. En los capítulos 9 y 10 se presentarán ejemplos de estas estrategias de programación.

## **PARTE III**

# **Desarrollo de la potencia específica del deporte**

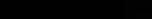
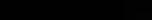
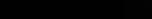
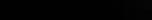
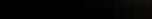
# Entrenamiento de la potencia para deportes de equipo

Mike R. McGuigan,  
PhD, CSCS

Este capítulo presenta y trata ejemplos de sesiones de entrenamiento de la potencia y programas específicos de entrenamiento para deportes de equipo. Dichas sesiones de los ejemplos muestran la unión entre la evaluación y el entrenamiento. Los entrenadores y los atletas pueden utilizarlos para ayudarles a guiar el desarrollo de los programas de entrenamiento y las sesiones individuales de trabajo. Asimismo, el lector debería revisar los estudios de casos prácticos y los ejemplos que se presentan en el capítulo 2 (métodos de evaluación de la potencia), el capítulo 3 (programas globales de periodización e integración de la potencia) y el capítulo 4 (programas de entrenamiento para jóvenes deportistas y poblaciones de mayores).

Estos programas se presentan en el contexto del entrenamiento de la potencia y, en la mayor parte, no se incluyen detalles extensivos a otros aspectos del plan de trabajo. Cuando se juntan en el programa de entrenamiento global, es decisivo que los entrenadores tengan en cuenta los demás aspectos del entrenamiento que afectarán al desarrollo y optimización de la potencia muscular. Los aspectos de la planificación a largo plazo se tratan en el capítulo 3, y necesitan ser considerados cuando se diseñan evaluaciones de la potencia y programaciones de entrenamiento.

Para el desarrollo de la potencia, es necesario comprender las necesidades específicas del deporte en el que esté implicado el deportista para diseñar programas de entrenamiento, específicos a la posición que este ocupa. Un importante factor del entrenamiento para los deportes de equipo son las diferencias sustanciales de las necesidades de potencia que existen entre las diferentes posiciones que ocupan los deportistas en su deporte. Por ejemplo, en un deporte como el



rugby, existen claras diferencias en las exigencias de un extremo lateral comparadas con las de un delantero de primera línea. En el fútbol americano, un jugador de primera línea tiene requerimientos físicos diferentes que los receptores de la zona. Un portero de fútbol requiere una aproximación de entrenamiento diferente a la de un centrocampista. Prescribir programas de entrenamiento y ejercicios basados en las exigencias de la posición, prepara al deportista para las demandas específicas de su función en la competición y facilita su rendimiento óptimo. Junto con la selección de los test apropiados de capacidad física (capítulo 2), la necesidad de análisis debe también incluir a los de rendimiento de los deportistas durante la competición. Esto permite al entrenador desarrollar programas de entrenamiento individualizados para afrontar las exigencias específicas del deporte de que se trate.

Otra consideración, cuando se desarrolla un programa de entrenamiento para deportes de equipo, es la complejidad de la temporada competitiva. Las numerosas competiciones y las temporadas largas pueden hacer que los diseños de los programas de entrenamiento sean difíciles. También han de considerarse factores añadidos como la edad de entrenamiento, la exposición durante el juego, los puntos fuertes y débiles (determinados a partir de los test de forma física), la historia de lesiones y las modificaciones recientes en las cargas de entrenamiento. Todos estos factores deben influir en el plan de entrenamiento específico e individual de los jugadores (por ejemplo, el contenido y la carga) y las perspectivas de exposición al juego.

Cuando se utilicen los modelos y los ejemplos, es crucial incluir un calentamiento adecuado en cada sesión de entrenamiento. En el capítulo 4 se proporcionan ejemplos de calentamiento para las sesiones de trabajo.

## RUGBY

La potencia es un componente imprescindible para poder rendir en deportes de equipo basados en la colisión, como el rugby. Una aproximación para maximizar la fuerza y la potencia es emplear un modelo de programa que enfatice un día el desarrollo de la fuerza y al otro, el desarrollo de la potencia. Sin embargo, hay que asegurarse de utilizar modelos de desarrollo de los programas que sean relevantes para el deporte y el deportista. La tabla 9.1 muestra un programa de entrenamiento de 6 semanas para un jugador de rugby de nivel intermedio, utilizando una progresión lineal a lo largo de las semanas. Los ejercicios pueden rotar dentro y fuera del programa y utilizar combinaciones apropiadas de series, repeticiones y porcentajes de cargas máximas. Por ejemplo, un día la sentadilla posterior puede reemplazarse por la sentadilla anterior. Para los entrenadores que trabajan con deportistas que compiten regularmente una vez por semana durante la fase competitiva, un método efectivo para mejorar el rendimiento durante una fase corta de entrenamiento en la temporada competitiva es el entrenamiento en contrastes de mucha fuerza el día fuerte y el día suave con poca, (1).

**Tabla 9.1** Programa de entrenamiento de 2 días por semana, durante 6 semanas, para un jugador de rugby de nivel intermedio.

DÍA 1: FUERZA						
Ejercicio	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6
Press de banca	3 × 6 (65%)	3 × 6 (75%)	3 × 6 (80%)	3 × 5 (85%)	3 × 3 (87,5%)	3 × 3 (90%)
Remo en banca	3 × 6 (65%)	3 × 6 (75%)	3 × 6 (80%)	3 × 5 (85%)	3 × 3 (87,5%)	3 × 3 (90%)
Sentadilla posterior	3 × 6 (65%)	3 × 6 (75%)	3 × 6 (80%)	3 × 5 (85%)	3 × 3 (87,5%)	3 × 3 (90%)
Press de barra	3 × 5 (65%)	3 × 5 (75%)	3 × 5 (77,5%)	3 × 5 (80%)	3 × 5 (85%)	3 × 5 (87,5%)
DÍA 2: POTENCIA						
Ejercicio	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6
Sentadilla con salto	3 × 5 (30%)	3 × 5 (35%)	3 × 3 (40%)	3 × 5 (PC)	6 × 3 (PC)	10 × 2 (PC)
Sentadilla frontal	3 × 6 (70%)	3 × 5 (75%)	3 × 5 (80%)	3 × 3 (82,5%)	3 × 3 (87,5%)	3 × 3 (90%)
Lanzamiento en press de banca	3 × 6 (30%)	3 × 5 (32,5%)	3 × 5 (35%)	3 × 3 (37,5%)	3 × 3 (40%)	3 × 2 (42,5%)
Envío de potencia con barra	3 × 6 (65%)	3 × 5 (70%)	3 × 5 (75%)	3 × 3 (80%)	3 × 3 (82,5%)	3 × 3 (85%)

Sem. = Semana. PC = Peso corporal, % referido al % de 1RM.

**Tabla 9.2** Ejemplo de sesión de trabajo de preparación de la potencia para el rugby.

Ejercicio	Series × repeticiones	Intensidad
Sentadilla posterior	3 × 3	85% 1RM
Sentadilla con salto*	3 × 3	PC
Dominadas con banda	3 × 5	Velocidad máxima

\*La sentadilla posterior y la sentadilla con salto pueden realizarse como un complejo de entrenamiento de contrastes con 2 minutos de descanso entre las series alternas de cada ejercicio.

PC = Peso corporal.

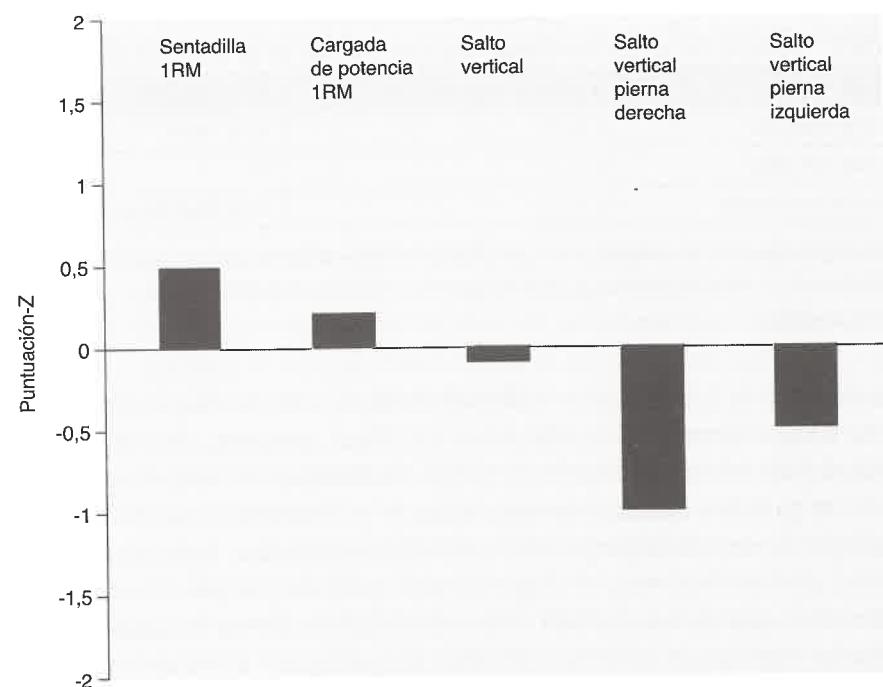
La preparación de la potencia se utiliza el día libre, o el anterior a un partido, para mejorar sustancialmente el rendimiento (3). Estas sesiones, diseñadas según las necesidades del atleta y el deporte concreto, habitualmente se realizan 5-24 horas antes de un partido y duran justamente entre 10 y 30 minutos. La tabla 9.2 muestra un ejemplo de sesión de preparación para la potencia que enfatiza la fuerza y la velocidad para un deportista de rugby 6 horas antes del partido. En esta sesión, los primeros dos ejercicios se realizan como un complejo (series de cargas de resistencia pesadas seguidas de series de ejercicios pliométricos). Otros ejemplos de complejos de potenciación fuerza-potencia se muestran en la tabla 3.3, y se encuentran más ejemplos de ejercicios emparejados en la tabla 8.1.

## BALONCESTO

El entrenador de la fuerza y el acondicionamiento se enfrenta a retos significativos cuando programa para deportes de equipo. Deportes como el baloncesto, requieren de una serie de capacidades físicas, además de la potencia. La tabla 9.3 muestra un ejemplo de sesión de entrenamiento de la potencia para jugadores de baloncesto en cualquier posición de juego. Se prescribe un relativamente pequeño número de ejercicios y repeticiones, que se mantienen bajas para capacitar al deportista a maximizar su potencia y velocidad por encima del conjunto. Los entrenadores también pueden incorporar un ejercicio que utilice cargas elevadas (iguales o mayores del 85% de 1RM) para mejorar la fuerza. Este es un buen ejemplo de aproximación al entrenamiento de métodos mixtos (capítulo 3), que

**Tabla 9.3** Ejemplo de sesión de trabajo de la potencia para jugadores de baloncesto.

Ejercicio	Series x repeticiones	Intensidad
Sentadilla con salto	3 × 5	20% 1RM
Cargada de potencia desde suspensión	5 × 3	85% 1RM
Press de banca	4 × 3	50% 1RM
Press de barra	3 × 5	70% 1RM



**Figura 9.1** Perfil de la potencia del deportista comparando sus puntos débiles y fuertes utilizando una estandarización de la puntuación-Z.

ha mostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la potencia en los atletas (4). La figura 9.1 muestra el perfil de un jugador de baloncesto. Basado en los resultados de los test, el deportista posee buenos niveles de fuerza (como indica la sentadilla con 1RM y la cargada de potencia), aunque su potencia de salto vertical está por debajo del término medio (medido por la altura del salto), en especial cuando se evalúa cada pierna. Estos test muestran al entrenador las áreas específicas que necesitan atención, y el entrenador debe decidir e implementar más ~~ENTRENAMIENTO~~ <sup>ENTRENAMIENTO</sup> con una sola pierna y también incrementar la cantidad de trabajo en la pierna derecha para superar el desequilibrio que se revela en la evaluación.

## FÚTBOL

La temporada competitiva para muchos deportes se hace cada ~~vez~~ más larga. Esto presenta retos para los entrenadores de la fuerza y el acondicionamiento en los términos de programación para la potencia y de cómo mantenerla durante la

**Tabla 9.4** Programa de entrenamiento de la potencia dentro de la temporada para un jugador de fútbol.

DÍA 1: POTENCIA								
Ejercicio	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6	Sem. 7	Sem. 8
Sentadilla con salto	3 × 5 (25%)	3 × 5 (30-35%)	3 × 3 (35-40%)	4 × 3 (PC)	3 × 5 (25-30%)	5 × 3 (30-35%)	6 × 2 (35-40%)	6 × 2 (PC)
Sentadilla posterior	3 × 6 (65%)	3 × 6 (70%)	3 × 5 (75%)	3 × 3 (80%)	3 × 6 (70%)	3 × 5 (75%)	3 × 3 (80%)	3 × 2 (85%)
Tirón rápido de cargada	4 × 5 (60%)	4 × 5 (65%)	4 × 5 (70%)		3 × 3 (70%)	3 × 3 (75%)	3 × 2 (80%)	
Envío de cargada de potencia con mancuerna	3 × 5 (20 kg)	3 × 3 (30 kg)	3 × 3 (35 kg)	3 × 2 (40 kg)	3 × 5 (25 kg)	3 × 3 (30 kg)	3 × 3 (35 kg)	3 × 2 (30, 35, 40 kg)
DÍA 2: FUERZA								
Ejercicio	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6	Sem. 7	Sem. 8
Sentadilla frontal	3 × 6 (70%)	3 × 6 (70-80%)	3 × 5 (80-85%)	3 × 3-5 (85-90%)	3 × 6 (72,5%)	3 × 6 (70-80%)	3 × 5 (80-87,5%)	3 × 2-3 (90-92,5%)
Salto con sentadilla*	3 × 3 (PC)	3 × 3 (PC)	3 × 3 (PC)		3 × 3 (PC)	3 × 3 (PC)	3 × 3 (PC)	3 × 3 (PC)
Press de banca	3 × 6 (70%)	3 × 6 (70-80%)	3 × 5 (80-85%)	3 × 3-5 (85-90%)	3 × 6 (72,5%)	3 × 6 (70-80%)	3 × 5 (80-87,5%)	3 × 2-3 (90-92,5%)
El leñador	3 × 5 (5 kg)	3 × 3 (7 kg)	3 × 2 (10 kg)		3 × 5 (5 kg)	3 × 3 (5 kg)	3 × 2 (7 kg)	

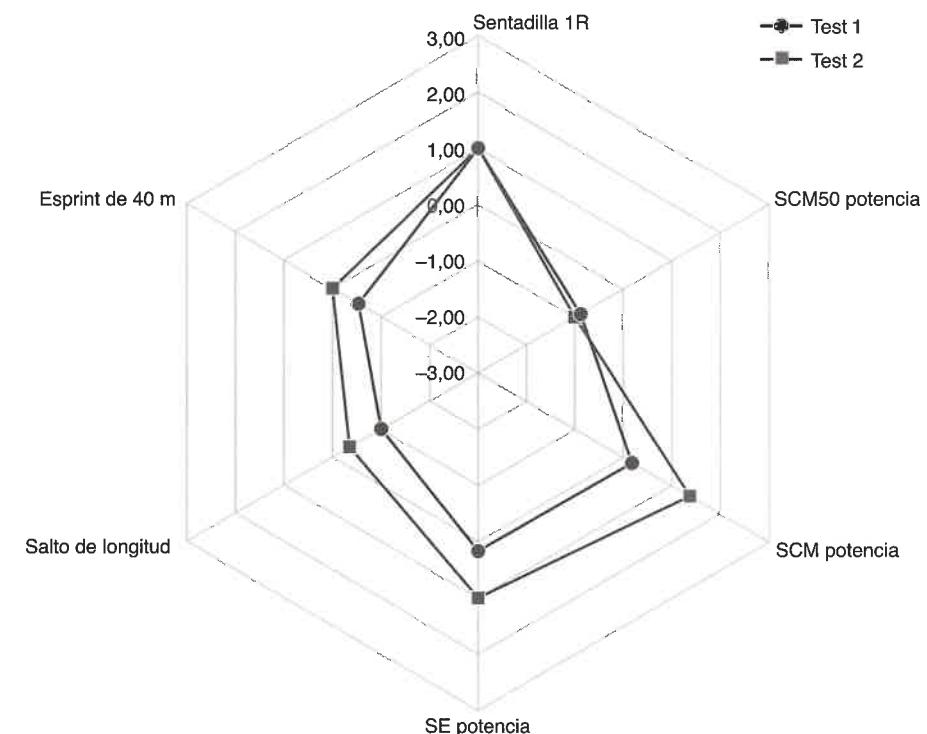
Sem. = Semana. \*Realizado como un complejo con la sentadilla frontal. PC = Peso corporal; % referido al % de 1RM.

temporada competitiva. Como se trató ampliamente en los capítulos 1 al 3, es decisivo mantener la fuerza ya que es la base de la potencia. El entrenamiento de fuerza debe ser un requisito regular para los deportes de equipo, dada la fuerte relación entre la potencia y el esprint y el rendimiento del salto (capítulos 1 y 2). La tabla 9.4 muestra un ejemplo de un programa de entrenamiento de la potencia de temporada para un jugador de fútbol de élite cuya meta es la de mantener la potencia. Este programa utiliza una aproximación ondulante, en el que incluye una semana con disminución del volumen para proporcionar variedad (capítulo 3).

# FÚTBOL AMERICANO

En este caso de estudio de un jugador de una posición técnica, se trata de un programa original y basado en los ajustes de su perfil de potencia (figura 9.2). El deportista es un receptor de zona (edad = 19 años, altura = 1,85 m, peso = 81,6 kg), y sus entrenadores están preocupados porque parece que ha perdido la capacidad de superar su oposición defensiva en situaciones de uno contra uno. Desde el comienzo de la temporada, su velocidad y su capacidad para cambiar de dirección han disminuido. Hacia el final de la concentración de entrenamiento en agosto, su perfil de potencia indicaba que sus niveles de fuerza eran buenos (1RM en sentadilla = 190 kg; pero su capacidad de potencia en el salto con sentadilla con 50 kg [40,5 w/kg] fue pobre. Además, la potencia [63 w/kg] de su salto vertical con contramovimiento [SCM], la fuerza reactiva 1,75 por el test de *depth jump*, y la habilidad de esprintar (tiempo de 40 m = 2,75 segundos) estuvo por debajo de lo que se esperaba. En las 4 semanas antes de la evaluación de agosto, el deportista realizó tres sesiones de entrenamiento de fuerza por semana. Estas sesiones incluían una sesión de tirones fuertes de cargada, sentadillas (4 series de 3 repeticiones), fases excéntricas de *nordic curl* (3 series de 8 repeticiones), zancadas (3 series de 10 repeticiones) y trabajo del tren superior realizado los lunes. Esto siguió con un día de trabajo de potencia realizado el miércoles, consistente en arrancadas en suspensión con 60 kg, sentadillas con salto y cargadas de potencia (4 series de 3 repeticiones), y sesiones de hipertrofia para todo el cuerpo al final de la semana.

Basado en la información de los entrenadores, y los resultados de los test de forma física, se hizo un ajuste en los programas de entrenamiento semanal. En la primera sesión de cada semana, el atleta realizaba complejos de potenciación de fuerza-potencia, incluidas sentadillas posteriores con peso con *depth jump* (50 cm) y tirones de cargada con saltos amplios repetidos (de forma continua, 3 series de 4 repeticiones, seguidas de 3-5 saltos), trabajo del tren superior (*press de banca* y *tracciones de banca*) y ejercicios accesorios (*abdominales*). En la segunda sesión, el deportista completó la misma sesión basada en la potencia, añadiendo saltos al cajón, saltos asistidos y saltos con resistencia (3 series de 3 repeticiones).



**Figura 9.2** Perfil de la potencia comparando los puntos fuertes y débiles utilizando la puntuación-Z estandarizada. SCM = Saltos con contramovimiento, SE = Saltos estáticos, SCM50 = Saltos con contramovimiento con carga (50 kg).

seguidos de ejercicios en la escalera de agilidad y trabajo de cambios de dirección (10 repeticiones). El atleta realizó este programa de entrenamiento durante 3 meses. Este incrementó su peso corporal, su potencia SCM (70 w/kg) y su capacidad para esprintar (tiempo de 40 m = 2,45 segundos), a la vez que mantenía su fuerza máxima y la potencia del SCM cargado. Se observó que las modificaciones efectuadas en su programa de entrenamiento mejoraron sus capacidades de potencia. Las sesiones de hipertrofia se eliminaron para permitir centrarse más sobre los ejercicios de fuerza y de potencia. En concreto, al añadir complejos de potenciación fuerza-potencia se consiguió incrementar la potencia del tren inferior. Junto con la adición de saltos y ejercicios de agilidad, todo ello se tradujo en una mejora de la velocidad.

VOLEIBOL

En deportes como el voleibol, los deportistas completan un gran volumen de movimientos de tipo de potencia, como saltar tanto en el entrenamiento como en la competición. Por tanto, los entrenadores necesitan ser conscientes de ello cuando diseñan programas de entrenamiento de la potencia para estos deportes. No

**Tabla 9.5** Programa de entrenamiento de fuerza y potencia de tren inferior de 6 semanas para un jugador de voleibol de élite.

SESIÓN 1						
Ejercicio	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6
Sentadilla con salto	4 × 5 (20 kg)	4 × 3 (30 kg)	4 × 2 (40 kg)	5 × 3 (20 kg)	6 × 3 (15 kg)	6 × 2 (10 kg)
Cargada de potencia	5 × 3 (40 kg)	6 × 3 (45 kg)	6 × 2 (50 kg)	5 × 2 (45 kg)	6 × 3 (55 kg)	6 × 2 (60 kg)
Sentadilla frontal	4 × 5 (45 kg)	5 × 5 (50 kg)	5 × 3 (55 kg)		5 × 3 (55 kg)	5 × 2 (60 kg)
SESIÓN 2						
Ejercicio	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6
Sentadilla con salto	4 × 4 (25 kg)	5 × 3 (35 kg)	6 × 2 (45 kg)	6 × 3 (0 kg)	5 × 3 (0 kg)	6 × 2 (0 kg)
Arrancada de potencia	5 × 3 (30 kg)	6 × 3 (35 kg)	6 × 2 (40 kg)	5 × 2 (35 kg)	6 × 3 (40 kg)	6 × 2 (45 kg)
Sentadilla posterior	5 × 3 (55 kg)	6 × 3 (65 kg)	6 × 2 (70 kg)		6 × 3 (70 kg)	6 × 3 (80 kg)

Sem. = Semana.

son necesarias grandes cantidades de movimientos de pliometría en las sesiones de entrenamiento dado que estos atletas realizan cientos de estos movimientos en las sesiones de trabajo técnico. Los saltos lastrados, en forma de saltos con sentadilla utilizando cargas adicionales, pueden ser un modo efectivo para que los deportistas mejoren el rendimiento en el salto (capítulo 6). En este ejemplo, un jugador de élite de voleibol, cuyo peso era de 75 kg, fue sometido a un programa de entrenamiento de 6 semanas para incrementar su rendimiento en el salto. La tabla 9.5 ofrece las progresiones del ejemplo, en las que se utilizó inicialmente la barra con carga moderada en las sentadillas con salto (25 a 75% de la masa del atleta) y, a continuación, se redujeron las cargas a relativamente ligeras (< 25% de la masa del deportista). Esta progresión en las cargas de la sentadilla con salto puede proporcionar una mejora excelente en el rendimiento del salto. La evaluación de este deportista también puede incluir la investigación del impulso (fuerza × tiempo) o el modo en el que el deportista salta, si se dispone de la tecnología adecuada como, por ejemplo, una plataforma de fuerza o una colchoneta de contacto (figura 2.5).

## BÉISBOL

El béisbol es otro deporte cuyas demandas físicas son únicas en función de la posición y la labor del jugador. Los entrenadores deben diseñar los programas y las sesiones de entrenamiento para desarrollar la potencia teniendo esto en cuenta. La tabla 9.6 muestra una sesión de trabajo de potencia para un pícher. La aproxi-

mación alternativa podría ser utilizar sesiones de tipo ascendente y descendente de la potencia, como se muestra en las tablas 3.4 y 3.5. Al diseñar los programas, el entrenador debe tener en cuenta el número total de lanzamientos que el pícher realiza durante todas las sesiones de entrenamiento y partidos (2).

**Tabla 9.6** Sesión de entrenamiento de la potencia del tren superior para un jugador de béisbol.

Ejercicio	Series × reps.	Intensidad
Dominadas con banda elástica	4 × 3-5	Incrementar la carga por la vía de las bandas a lo largo de las series
Remo con banda elástica	3 × 6	Incrementar la carga por la vía de las bandas a lo largo de las series
Tirones laterales	3 × 6	3, 4, 5 kg
Cargadas de mancuernas con un brazo	4 × 5	15, 20, 25, 30 kg
Tirar el balón	4 × 3	3, 5, 7 kg

## CONCLUSIÓN

Los entrenadores se encaran con retos únicos cuando diseñan programas de entrenamiento para deportes de equipo. Es necesario considerar factores tales como las exigencias de la posición en la que se juega, la estructura de la temporada competitiva, la edad de entrenamiento, la exposición en el juego, los puntos débiles y fuertes (determinados por las evaluaciones de la forma física), la historia de lesiones y las modificaciones recientes de las cargas de entrenamiento. Las cuestiones más importantes son las de apreciar cómo funciona el entrenamiento de la potencia dentro de la preparación física global del deportista y cómo las evaluaciones de dicha potencia pueden utilizarse para informar los diseños del programa.

# Entrenamiento de la potencia para deportes individuales

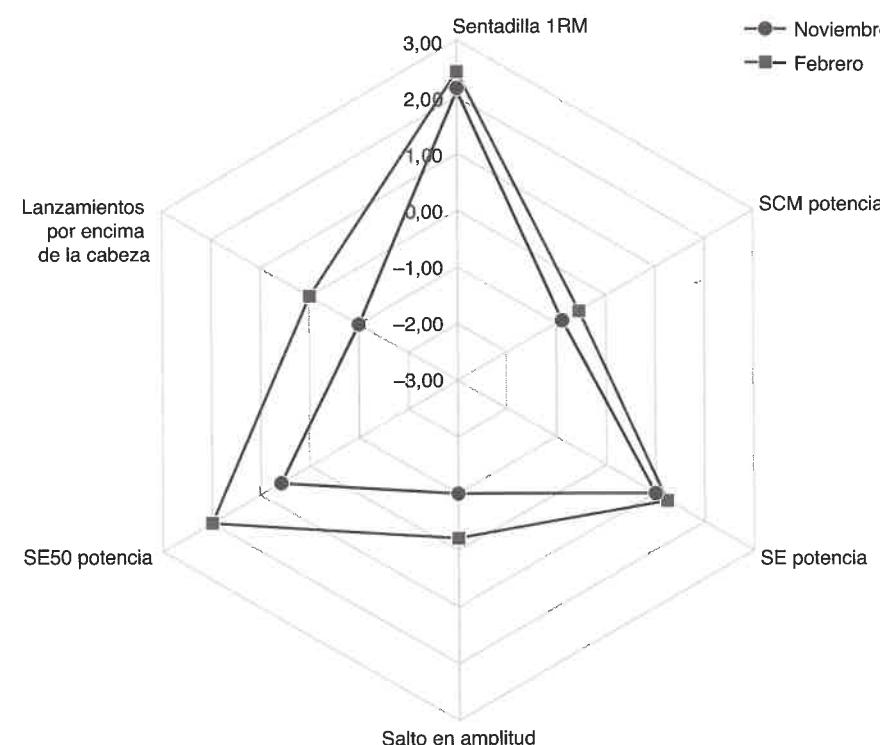
Mike R. McGuigan,  
PhD, CSCS

**E**ste capítulo proporciona ejemplos de programas de entrenamiento de la potencia para una serie de deportes individuales, incluidos el atletismo, la natación, la lucha, el golf, el remo y los deportes de invierno. Como en los capítulos anteriores, estos programas resaltan la unión entre la evaluación de la potencia y cómo esa evaluación puede utilizarse para desarrollar los programas de entrenamiento.

Los principios que se estudiaron al comienzo del capítulo 9 también pueden aplicarse cuando se trata de deportes individuales. El profesional de la fuerza y de la puesta a punto necesita ser consciente del amplio rango de disciplinas y eventos que incluyen dichas modalidades deportivas, y tener en cuenta las necesidades específicas de los deportistas y sus eventos, disciplinas y deporte, cuando deba ensamblar todo ello, tanto en una sesión individual como en un programa de entrenamiento, para mejorar la potencia. De igual modo, el entrenador necesita considerar cómo funcionan los componentes del entrenamiento de la potencia dentro del plan de entrenamiento global y gestionar, a través del análisis de las necesidades concretas del deporte y evento de que se trate, para determinar qué cualidades físicas son las que necesitan entrenarse. También ha de tener en cuenta el mantenimiento de la potencia del atleta durante toda la temporada competitiva.

## ATLETISMO

Este caso estudia a una lanzadora de categoría junior (edad = 18 años, altura = 1,8 m, peso = 85 kg). El entrenador técnico y el preparador físico de la fuerza y el acondicionamiento han identificado que la atleta necesita mejorar su explosividad, ya que creen que esto le ayudará a mejorar su distancia de lanzamiento. El perfil de potencia de la deportista, durante las pruebas de evaluación de noviembre, indican que estaba muy fuerte (1RM de sentadilla posterior = 130 kg), con un porcentaje por debajo del término medio en capacidad explosiva en el salto con sentadilla de 40 kg (pico relativo de potencia = 24 W/kg), el salto con sentadilla con el peso corporal (pico relativo de potencia = 35 W/kg) y el *depth jump* (fuerza reactiva = 1,5). Durante las 4 semanas previas a la evaluación de noviembre, la deportista había realizado una sesión dura de entrenamiento de fuerza, que incluía sentadillas posteriores, peso muerto y tirones de cargada desde soportes (6, 5, 3, 3 repeticiones durante las 4 semanas) el lunes de cada semana, seguidos de un día de potencia consistente en cargadas completas, sentadillas frontales y arrancadas de potencia (4 series de 3 repeticiones) al final de la semana (por ejemplo, el jueves), además de una sesión moderada de fuerza que incluía ejercicios para el tren superior.



**Figura 10.1** Perfil de la potencia comparando los puntos débiles y fuertes de la deportista, utilizando puntuaciones-Z estandarizadas; potencia de SE50 = salto estático lastrado (50 kg).

Basados en los resultados de las evaluaciones, los entrenadores ajustaron sus programas de levantamiento para el tren inferior. La primera sesión de cada semana constaba de sentadillas posteriores con peso, tirones de cargada y empujes de *press* (5 series de 3 repeticiones). La segunda sesión continuaba con la misma sesión de potencia que realizaba antes, pero añadiendo un salto con contramovimiento cargado con 30-50 kilos (4 series de 3 repeticiones). La atleta llevó a cabo este programa de entrenamiento durante 3 meses. Los resultados de la evaluación de seguimiento se muestran en la figura 10.1. La atleta continuó in-

**Tabla 10.1** Programa de pretemporada de entrenamiento de la potencia de 8 semanas para una heptatleta.

DÍA 1: POTENCIA								
Ejercicio	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6	Sem. 7	Sem. 8
Salto con sentadilla	3 × 5 (25%)	3 × 5 (30-35%)	3 × 3 (35-40%)	4 × 3 (0%)	3 × 5 (25-30%)	5 × 3 (30-35%)	6 × 2 (35-40%)	6 × 2 (0%)
Sentadilla posterior	3 × 6 (65%)	3 × 6 (70%)	3 × 5 (75%)	3 × 3 (80%)	3 × 6 (70%)	3 × 5 (75%)	3 × 3 (80%)	3 × 2 (85%)
Tirón de cargada rápido desde soportes	4 × 5 (60%)	4 × 5 (65%)	4 × 5 (70%)		3 × 3 (70%)	3 × 3 (75%)	3 × 2 (80%)	
Envío de cargada de potencia con mancuerna	3 × 5 (20 kg)	3 × 3 (30 kg)	3 × 3 (35 kg)	3 × 2 (40 kg)	3 × 5 (25 kg)	3 × 3 (30 kg)	3 × 3 (35 kg)	3 × 2 (35,40,45 kg)
Lanzamiento por encima de la cabeza*	3 × 5 (4 kg)	3 × 3 (5 kg)	3 × 3 (6 kg)	3 × 2 (4 kg)	3 × 5 (4 kg)	3 × 3 (3 kg)	3 × 3 (5 kg)	3 × 2 (4 kg)
DÍA 2: FUERZA Y POTENCIA								
Ejercicio	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6	Sem. 7	Sem. 8
Sentadilla frontal	3 × 6 (70%)	3 × 6 (70-80%)	3 × 5 (80-85%)	3 × 3-5 (85-90%)	3 × 6 (72,5%)	3 × 6 (70-80%)	3 × 5 (80-87,5%)	3 × 2-3 (90-92,5%)
Sentadilla con salto**	3 × 3 (PC)	3 × 3 (PC)	3 × 3 (PC)		3 × 3 (PC)	3 × 3 (PC)	3 × 3 (PC)	3 × 3 (PC)
Press de banca con banda elástica	3 × 6 (70%)	3 × 6 (70-80%)	3 × 5 (80-85%)	3 × 3-5 (85-90%)	3 × 6 (72,5%)	3 × 6 (70-80%)	3 × 5 (80-87,5%)	3 × 2-3 (90-92,5%)
Lanzamientos de balón hacia abajo	3 × 5 (5 kg)	3 × 3 (7 kg)	3 × 2 (10 kg)		3 × 5 (5 kg)	3 × 3 (7 kg)	3 × 2 (10 kg)	

Sem. = Semana.

\* Realizado como un complejo, con una cargada de potencia con mancuerna al envión.

\*\*Realizados como un complejo con sentadilla frontal.

PC = Peso corporal.

% se refiere al % 1RM.

crementando su fuerza (1RM en sentadilla = 140 kilos), así como también su capacidad de potencia durante el salto con sentadilla con 40 kilos (30 w/kg), y manteniendo el rendimiento en las sentadillas con el peso corporal, el contramovimiento y el *depth jump* (fuerza reactiva). Pero, lo más importante, es que sus distancias de lanzamiento en entrenamiento mejoraron en un porcentaje del 2-3%. Parece que las modificaciones efectuadas en los programas de entrenamiento mejoraron su fuerza y la capacidad de potencia con carga, a la vez que mantenían en los rendimientos de potencia la velocidad con cargas ligeras, lo cual se trasladaba a un incremento en sus prestaciones deportivas. La clave para los entrenadores de la fuerza y el acondicionamiento es centrarse en cómo el entrenamiento físico puede mejorar el rendimiento deportivo.

La tabla 10.1 muestra un programa de entrenamiento de la potencia para una heptatleta. Los multi-eventos presentan retos significativos a los entrenadores, quienes deben manejar las exigencias de las destrezas técnicas de las diferentes modalidades cuando programan las sesiones de entrenamiento para las distintas disciplinas. En este ejemplo de programa, las sesiones centradas en la potencia están programadas para realizarlas en la primera parte de la semana, cuando la atleta está relativamente fresca. Las siguientes sesiones semanales también se centran en la potencia y, asimismo, se trabaja la fuerza. Se añadió al programa el salto amplio con una pierna después de que los test mostraran que la distancia del salto horizontal con una pierna fue más baja de lo que se esperaba.

## NATACIÓN

Como se señaló en el capítulo 9, una primera sesión de potencia proporciona efectos neuromusculares y hormonales agudos antes de la competición (o de una importante sesión de entrenamiento). También proporciona al entrenador de la fuerza y el acondicionamiento una oportunidad para incluir un estímulo de entrenamiento añadido, breve e intenso, a los atletas menos experimentados (4). La tabla 10.2 muestra una sesión de potencia de preparación para un nadador de

**Tabla 10.2** Ejemplo de programa de entrenamiento de preparación de la potencia para un nadador de velocidad.

Ejercicio	Series x reps.	Intensidad
Salto con sentadilla	4 x 3	PC
<i>Depth jump</i>	3 x 3	Cajón de 45 cm
Salto asistido	3 x 3	Utilizando bandas elásticas
Dominadas asistidas con banda	4 x 3	Utilizando bandas elásticas

PC = Peso corporal.

velocidad, 24 horas antes de una competición. Esta sesión se desarrolló mediante un proceso de ensayo y error al comienzo del programa periodizado, y los diferentes tipos de sesiones fueron evaluados antes de las carreras menos importantes y de las sesiones de entrenamiento.

## LUCHA

En muchos deportes es importante la capacidad de producir potencia de forma continuada (capítulo 2). Esto ha llevado a la creencia de que el entrenamiento en circuito, centrado en altas repeticiones y cortos períodos de descanso (acondicionamiento metabólico), puede mejorar la potencia y mantenerla elevada durante la competición o el evento. Sin embargo, las investigaciones han demostrado que eso no es cierto y, en la mayoría de los casos, este tipo de entrenamiento no es relevante para el atleta o no es específico para su deporte. La tabla 10.3 muestra un circuito en el que el luchador rota por varias estaciones manteniendo el rendimiento de potencia y la calidad de las sesiones. En un deporte como la lucha, el deportista debe obtener algo más que cantidades adecuadas de acondicionamiento metabólico a partir de sesiones de entrenamiento específicas de su deporte.

**Tabla 10.3** Ejemplo de circuito de potencia para un luchador.

Ejercicio	Series x reps.	Intensidad o tiempo
Sentadilla con salto	4 x 6	PC
Dominadas con banda	4 x 6	Bandas ligeras
Cargada con mancuerna con un brazo	4 x 5	20-30 kg
Lanzamientos en cuchara	4 x 5	4 kg
Saltos con sentadilla	4 x 6	PC
Fondos con salto	4 x 5	Lo más rápido que sea posible
Cargada de potencia a envío de potencia con mancuerna	4 x 5	25-35 kg
Lanzamiento por encima de la cabeza	4 x 5	4 kg
Torsión abdominal	4 x 6	3 kg

PC = Peso corporal.

El atleta guarda al menos 30 segundos de descanso entre cada estación.

## GOLF

La potencia es importante en el deporte del golf (6). La capacidad de almacenar energía elástica para liberarla posteriormente es un componente crucial para un swing de golf efectivo. La tabla 10.4 muestra una sesión de entrenamiento que puede utilizarse para mejorar la potencia del golfista. Otras opciones son rotaciones y ejercicios de tren superior, que se describen en el capítulo 5.

**Tabla 10.4** Ejemplo de sesión de entrenamiento para un golfista.

Ejercicio	Series x reps.	Intensidad o tiempo
Sentadilla con salto	4 × 5	PC
Sentadilla con salto lastrado	4 × 3	20%, 25%, 30% 1RM
Lanzamiento en press de banca	4 × 5	30%, 35%, 40% 1RM
Empuje de press	3 × 3	50%, 55%, 60% 1RM
El leñador	3 × 5	4 kg
Torsión abdominal	3 × 6	3 kg

## REMO

En la actualidad, está bien establecido que los deportes de fondo pueden beneficiarse del entrenamiento de fuerza (1, 2). El deporte del remo requiere fuerza muscular, fondo y potencia. En estas actividades de fondo, como el remo, tiene poco valor hacer muchas repeticiones con cargas bajas, y no mejorarán la potencia (5). Por tanto, aquí pueden aplicarse los principios de entrenamiento de potencia tratados en los capítulos previos. La tabla 10.5 muestra un programa de entrenamiento de 6 semanas para un remero de élite. Estos deportistas también pueden utilizar las series clúster. La figura 3.21 y la tabla 3.2 muestran ejemplos de configuraciones de series clúster.

En el siguiente caso de estudio, un remero fue evaluado utilizando un *press* de banca de 1RM, tracciones de banca, arrancadas de potencia, picos de velocidad sobre un *press* de banca y tracción de banca con 40 kilos. Los resultados mostraron una diferencia por debajo del término medio en la velocidad tanto del tirón como del empuje de fuerza. Esto indica que el énfasis del entrenamiento subsiguiente debe ponerse en la incorporación de más movimientos de tracción, como el remo y los tirones, así como también en incrementar el foco sobre cargas más ligeras que puedan moverse a más velocidad.

## DEPORTES DE INVIERNO

La potencia es importante en muchas de la gran variedad de modalidades deportivas que se incluyen en los deportes de invierno (3, 7). La tabla 10.6 muestra una sesión de entrenamiento para una estructura de competidor estándar. El en-

**Tabla 10.5** Programa de entrenamiento de 2 días por semana, durante 6 semanas, para un remero.

DÍA 1: FUERZA						
Ejercicio	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6
Press de banca	3 × 6 (65%)	3 × 6 (75%)	3 × 6 (80%)	3 × 5 (85%)	3 × 3 (87,5%)	3 × 3 (90%)
Remo en banca	3 × 6 (70%)	3 × 6 (75%)	3 × 6 (80%)	3 × 5 (85%)	3 × 3 (87,5%)	3 × 3 (90%)
Sentadilla posterior	3 × 6 (70%)	3 × 6 (75%)	3 × 6 (80%)	3 × 5 (85%)	3 × 3 (87,5%)	3 × 3 (90%)
Press de empuje con barra	3 × 6 (65%)	3 × 5 (70%)	3 × 5 (75%)	3 × 3 (80%)	3 × 3 (82,5%)	3 × 3 (85%)

DÍA 2: POTENCIA						
Ejercicio	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6
Salto con sentadilla	3 × 5 (30%)	3 × 5 (35%)	3 × 3 (40%)	3 × 5 (PC)	6 × 3 (PC)	8 × 2 (PC)
Sentadilla frontal	3 × 6 (55%)	3 × 6 (60%)	3 × 6 (62,5%)	3 × 5 (65%)	3 × 4 (70%)	3 × 3 (75%)
Remo en banca	3 × 5 (30%)	3 × 5 (32,5%)	3 × 5 (35%)	3 × 3 (37,5%)	3 × 3 (40%)	3 × 2 (42,5%)
Fondo de brazos con salto	3 × 3	3 × 4	3 × 5	4 × 4	4 × 5	5 × 5

Sem. = Semana. PC = Peso corporal

**Tabla 10.6** Ejemplo de la sesión de entrenamiento de la potencia para un deportista estándar.

Ejercicio	Series x reps.	Intensidad o tiempo
Sentadilla posterior	4 × 3	90% 1RM
Salto con sentadilla*	4 × 3	PC
Cargada con peso con tirón desde el suelo	3 × 3	85% 1RM
Salto amplio**	3 × 3	PC
Envión de potencia con barra	3 × 5	80-90% 1RM
Depth jump	3 × 3	Cajón de 40, 45, 50 cm

\* Realizado como un complejo con sentadilla posterior (3 minutos de descanso entre los ejercicios).

\*\* Realizado como un complejo con una tracción de cargada (3 minutos de descanso entre los ejercicios).

PC = Peso corporal.

trenador de la fuerza y el acondicionamiento utilizó sentadillas posteriores y saltos verticales con 3RM para evaluar la fuerza y la potencia de los deportistas. En la última evaluación, los test identificaron que su fuerza máxima estaba por encima del porcentaje en sus deportistas homólogos pero la altura del salto se hallaba por debajo del término medio, lo cual indicaba que la potencia era un problema que necesitaba afrontarse. Una de las sesiones que el entrenador de la fuerza y el acondicionamiento realizó fue una sesión en complejos, para mantener la fuerza

pero también incrementar la potencia. También pudo considerar la utilización de complejos de potenciación fuerza-potencia en este tipo de sesiones. Ejemplos de estos se muestran en la tabla 3.3.

## MONITORIZACIÓN DEL ENTRENAMIENTO DE LA POTENCIA

En el escenario deportivo, cada vez es más común la monitorización de la potencia y otras variables, durante las sesiones de entrenamiento, utilizando medios tecnológicos tales como los transductores de posición lineal, las plataformas de fuerza y los acelerómetros. Como se señaló en el capítulo 8, los métodos de entrenamiento basados en la velocidad se están usando cada vez con mayor frecuencia, y proporcionan unos modos innovadores para determinar la resistencia óptima de las cargas de entrenamiento mediante la información de retorno. Para el entrenador que tiene acceso a la tecnología, y puede medir con seguridad la velocidad, la figura 8.7 proporciona unas normas generales para establecer las zonas de entrenamiento, a partir de los datos de la evaluación.

Los entrenadores también pueden utilizar la información obtenida de estas tecnologías como un indicador de la fatiga neuromuscular y de la disposición de los deportistas para el entrenamiento. Sin embargo, solo un pequeño grupo de investigaciones da recomendaciones basadas en la evidencia para utilizar de modo preciso este tipo de información en la práctica (ver capítulo 8). A continuación, se ofrece un ejemplo de cómo usar esta aproximación con un esquiador de descenso. Antes de comenzar cada sesión de entrenamiento de la potencia, el atleta realizó una serie de tres saltos con sentadilla. Un sistema de medida de transducción de potencia indicó el resultado de los saltos. Los test de evaluación de la potencia al comienzo del entrenamiento determinaron la línea base de inicio (2.000 W) y los test de potencia establecieron pequeños cambios significativos (140 W). Por tanto, si la monitorización producía un resultado por debajo de este umbral (1.860 W), podría ser un indicador de fatiga. El entrenador consideró esta información en el contexto de otras informaciones obtenidas a través de la evaluación, como los resultados de un cuestionario de bienestar o preguntando al deportista cómo se sentía. Con esta información, el técnico puede ahora tomar la decisión de continuar la sesión de entrenamiento de la potencia como la había planificado o modificarla. Por ejemplo, va a ser capaz de decidir si reduce el número de los ejercicios, las series o las repeticiones con el fin mantener la calidad de la sesión. Es posible que, si hay un dispositivo, implique monitorizar la potencia de cada repetición. Este tipo de información objetiva de la monitorización de la potencia proporcionará al entrenador información adicional a su programación y le permitirá ajustar las sesiones a medida que progresan. El reto para el técnico es la utilización de esta información sin perder de vista el objetivo primordial: emplearla para mejorar el rendimiento del atleta o cliente.

## CONCLUSIÓN

Los entrenadores pueden utilizar una serie de test para evaluar la potencia de los deportistas. Existen muchas técnicas de entrenamiento para mejorar la potencia. La unión entre la evaluación y la programación es decisiva; esto es, cómo influye el resultado de los test en el diseño del programa de entrenamiento. También es importante recordar que el desarrollo de la potencia es tan solo una pieza del rompecabezas del entrenamiento, la cual debe colocarse según el contexto de la prescripción del entrenamiento global. Comprender la evaluación, los métodos de entrenamiento y la periodización específica de las necesidades del deportista y de su deporte, ayudarán a los técnicos a optimizar sus programas de entrenamiento.

# Abreviaturas utilizadas en este libro

**ADP:** adenosín difosfato.

**ATP:** adenosín trifosfato.

**CEA:** ciclo estiramiento-acortamiento.

**CG:** centro de gravedad del cuerpo.

**EFV:** entrenamiento de fuerza variable.

**EMG:** electromiografía

**FRT:** fuerza de reacción del terreno.

**IMF:** índice de manifestación de la fuerza.

**MC:** masa corporal.

**PC:** peso corporal.

**PF:** plataforma de fuerza.

**PPA:** potenciación postactivación.

**RM:** repetición máxima.

**ROM:** (*range of motion*) rango de movimiento.

**SCM:** salto con contramovimiento.

**SE:** saltos estáticos.

**SGA:** síndrome general de adaptación.

**TPL:** transductor de posición lineal.

**VO<sub>2</sub>:** consumo de oxígeno.

# Referencias bibliográficas

## Capítulo 1

1. Aagaard P, Andersen JL, Dyhre-Poulsen P, Leffers AM, Wagner A, Magnusson SP, Halkjaer-Kristensen J, and Simonsen EB. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. *J Physiol* 534: 613-623, 2001.
2. Ackland DC, Lin YC, and Pandy MG. Sensitivity of model predictions of muscle function to changes in moment arms and muscle-tendon properties: a Monte-Carlo analysis. *J Biomech* 45: 1463-1471, 2012.
3. Arnold EM, Hamner SR, Seth A, Millard M, and Delp SL. How muscle fiber lengths and velocities affect muscle force generation as humans walk and run at different speeds. *J Exp Biol* 216: 2150-2160, 2013.
4. Askew GN and Marsh RL. Optimal shortening velocity (V/Vmax) of skeletal muscle during cyclical contractions: length-force effects and velocity-dependent activation and deactivation. *J Exp Biol* 201: 1527-1540, 1998.
5. Avogadro P, Chaux C, Bourdin M, Dalleau G, and Belli A. The use of treadmill ergometers for extensive calculation of external work and leg stiffness during running. *Eur J Appl Physiol* 92: 182-185, 2004.
6. Azizi E, Brainerd EL, and Roberts TJ. Variable gearing in pennate muscles. *Proc Natl Acad Sci U S A* 105: 1745-1750, 2008.
7. Barclay CJ, Woledge RC, and Curtin NA. Inferring crossbridge properties from skeletal muscle energetics. *Prog Biophys Mol Biol* 102: 53-71, 2010.
8. Baxter JR and Piazza SJ. Plantar flexor moment arm and muscle volume predict torque-generating capacity in young men. *J Appl Physiol* 116: 538-544, 2014.
9. Belli A, Kyrolainen H, and Komi PV. Moment and power of lower limb joints in running. *Int J Sports Med* 23: 136-141, 2002.
10. Biewener AA. Locomotion as an emergent property of muscle contractile dynamics. *J Exp Biol* 219: 285-294, 2016.
11. Bloemink MJ, Melkani GC, Bernstein SI, and Geeves MA. The relay/converter interface influences hydrolysis of ATP by skeletal muscle myosin II. *J Biol Chem* 291: 1763-1773, 2016.
12. Bottinelli R, Pellegrino MA, Canepari M, Rossi R, and Reggiani C. Specific contributions of various muscle fibre types to human muscle performance: an in vitro study. *J Electromyogr Kinesiol* 9: 87-95, 1999.
13. Brainerd EL and Azizi E. Muscle fiber angle, segment bulging and architectural gear ratio in segmented musculature. *J Exp Biol* 208: 3249-3261, 2005.
14. Burghardt TP, Hu JY, and Ajtai K. Myosin dynamics on the millisecond time scale. *Biophys Chem* 131: 15-28, 2007.
15. Cannon DT, Bimson WE, Hampson SA, Bowen TS, Murgatroyd SR, Marwood S, Kemp GJ, and Rossiter HB. Skeletal muscle ATP turnover by <sup>31</sup>P magnetic resonance spectroscopy during moderate and heavy bilateral knee extension. *J Physiol* 592: 5287-5300, 2014.
16. Cavagna GA, Legramandi MA, and La Torre A. Running backwards: soft landing-hard takeoff, a less efficient rebound. *Proc Biol Sci* 278: 339-346, 2011.
17. Cavagna GA, Legramandi MA, and Peyre-Tartaruga LA. Old men running: mechanical work and elastic bounce. *Proc Biol Sci* 275: 411-418, 2008.
18. Cavagna GA, Zamboni A, Faraggiana T, and Margaria R. Jumping on the moon: power output at different gravity values. *Aerosp Med* 43: 408-414, 1972.
19. Coggan AR. Use of stable isotopes to study carbohydrate and fat metabolism at the whole-body level. *Proc Nutr Soc* 58: 953-961, 1999.