

Nueva edición actualizada

PERIODIZACIÓN

**Teoría y metodología
del entrenamiento**

**Tudor O. Bompa
Carlo A. Buzzichelli**



TUTOR

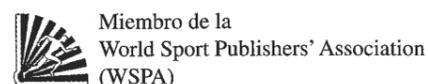
Contenidos

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

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: *Periodization. Theory and Methodology of Training. Sixth edition*
Publicado en EE. UU. por Human Kinetics, Inc.

Copyright © 2019 by Tudor O. Bompa and Carlo A. Buzzichelli
Copyright © 2009 by Tudor O. Bompa and G. Gregory Haff
Copyright © 1999 by Tudor O. Bompa
Copyright © 1994, 1994, 1983 by Kendall/Hunt Publishing Company
© 2019 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 9832
Email: info@edicionestutor.com
www.edicionestutor.com



Miembro de la
World Sport Publishers' Association
(WSPA)

Fotografías e ilustraciones: © Human Kinetics

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

ISBN: 978-84-16676-68-2
Depósito legal: M-40.211-2018
Impreso en Artes Gráficas COFÁS
Impreso en España – *Printed in Spain*

Esta obra está 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 los autores 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 o de otro experto, deben buscarse los servicios de un profesional competente. A pesar de que los autores y el editor han puesto todos los medios a su alcance para garantizar que la información y recomendaciones de este libro sean las correctas, declinan cualquier responsabilidad derivada de su uso.

Prefacio	7
Agradecimientos	9

Parte I Teoría del entrenamiento 11

Capítulo 1	Los fundamentos para entrenar	13
	Ámbito del entrenamiento	13
	Objetivos del entrenamiento	14
	Clasificación de las destrezas	16
	Sistema de entrenamiento	16
	Adaptación	18
	Ciclo de supercompensación y adaptación	23
	Fuentes de energía	30
	Resumen de los conceptos principales	38
Capítulo 2	Principios del entrenamiento	41
	Desarrollo multilateral <i>versus</i> especialización	41
	Individualización	48
	Desarrollo del modelo de entrenamiento	53
	Progresión de la carga	54
	Secuencia de la carga de entrenamiento	61
	Resumen de los conceptos principales	62
Capítulo 3	Preparación para el entrenamiento	63
	Entrenamiento físico	63
	Ejercicio para el entrenamiento físico	66
	Entrenamiento técnico	68
	Entrenamiento táctico	71
	Entrenamiento teórico	81
	Resumen de los conceptos principales	82

Capítulo 4	Variables del entrenamiento	83
	Volumen	83
	Intensidad	85
	Relación entre volumen e intensidad	90
	Frecuencia	96
	Complejidad	98
	Índice de exigencia global	98
	Resumen de los conceptos principales	99
Parte II Periodización y planificación		101
Capítulo 5	Periodización de las habilidades biomotoras	103
	Breve historia de la periodización	103
	Terminología de la periodización	105
	Aplicación de la periodización para el desarrollo de las habilidades biomotoras	111
	Integración simultánea <i>versus</i> secuencial de las habilidades biomotoras	114
	Periodización de la fuerza	116
	Periodización de la potencia, la agilidad y el ritmo de movimiento	119
	Periodización de la velocidad	120
	Periodización de la resistencia	123
	Periodización integrada	125
	Resumen de los conceptos principales	127
Capítulo 6	Planificación de la sesión de entrenamiento	129
	Importancia de la planificación	129
	Planificación de las exigencias	130
	Tipos de planes de entrenamiento	133
	Sesión de entrenamiento	134
	Ciclo diario de entrenamiento	145
	Modelado del plan de la sesión de entrenamiento	148
	Resumen de los conceptos principales	151
Capítulo 7	Planificación de los ciclos de entrenamiento	153
	Microciclo	153
	Macrociclo	177
	Resumen de los conceptos principales	181

Capítulo 8	Periodización del plan anual	183
	Plan de entrenamiento anual y sus características	183
	Clasificación de los planes anuales	195
	Cuadro del plan de entrenamiento anual	203
	Criterios para recopilar un plan anual	212
	Resumen de los conceptos principales	225
Capítulo 9	Pico de rendimiento para la competición	227
	Condiciones del entrenamiento para el pico de rendimiento	227
	Pico de rendimiento	228
	Definición de la disminución progresiva de la intensidad (<i>tapering</i>)	229
	Fase de competición del plan anual	235
	Identificación de los picos de rendimiento	243
	Mantenimiento del pico de rendimiento	244
	Resumen de los conceptos principales	245
Parte III Métodos de entrenamiento		247
Capítulo 10	Desarrollo de la fuerza y la potencia	249
	La relación entre las principales habilidades biomotoras	249
	Fuerza	251
	Métodos de entrenamiento de la fuerza	258
	Manipulación de las variables del entrenamiento	260
	Implementación de un programa de entrenamiento de fuerza	274
	Periodización de la fuerza	280
	Resumen de los conceptos principales	285
Capítulo 11	Entrenamiento de la resistencia	287
	Clasificación de la resistencia	287
	Factores que influyen en el rendimiento de resistencia aeróbica	289
	Factores que influyen en el rendimiento de la resistencia anaeróbica	297
	Métodos para desarrollar la resistencia	299
	Métodos para desarrollar la resistencia de alta intensidad	308
	Periodización de la resistencia	318
	Resumen de los conceptos principales	325

Capítulo 12 Entrenamiento de la velocidad y la agilidad	327
Entrenamiento de la velocidad	327
Entrenamiento de la agilidad	336
El diseño del programa	339
Periodización del entrenamiento de la velocidad y la agilidad	345
Resumen de los conceptos principales	349
Glosario	351
Referencias bibliográficas	357
Índice alfabético	397
Sobre los autores	407

Prefacio

El clásico texto de Tudor Bompa, *Theory and Metodology of Training*, jugó un gran papel en la organización de las prácticas de entrenamiento de muchos entrenadores y deportistas de todo el mundo. Al final, este libro tan influyente se convirtió en el conocido como *Periodización. Teoría y metodología del entrenamiento*. Desde su primera edición en 1983, *Periodización* ha presentado las últimas investigaciones y prácticas relacionadas con la teoría del entrenamiento. El libro se ha traducido a numerosos idiomas, y se ha convertido en una de las principales referencias sobre periodización para científicos del deporte, entrenadores y deportistas de todo el mundo. Para la sexta edición de *Periodización. Teoría y metodología del entrenamiento*, Bompa ha formado equipo con Carlo Buzzinelli para dar mayor cobertura a la ciencia y práctica de la teoría y metodología del entrenamiento. La sexta edición ofrece información esencial para comprender los procesos de entrenamiento, a la vez que proporciona base científica a los principios fundamentales de la periodización.

Organización del texto

En esta nueva edición actualizada, Bompa y Buzzichelli organizan el contenido del texto en tres áreas principales, al igual que en las ediciones previas: teoría del entrenamiento, planificación y periodización y métodos de entrenamiento. La parte I, sobre «Teoría del entrenamiento», consta de cuatro capítulos que profundizan sobre las ideas principales básicas del entrenamiento, los conceptos fundamentales de los procesos de entrenamiento (capítulo 1), los principios del entrenamiento (capítulo 2), los componentes tácticos, técnicos y físicos del proceso de entrenamiento (capítulo 3) y las variables asociadas al desarrollo de un plan de entrenamiento (capítulo 4). Estos cuatro capítulos aportan al entrenador, al científico del deporte y al deportista los conceptos necesarios para comprender y desarrollar planes de entrenamiento periodizado, los cuales se tratan en la parte II.

La parte II, «Planificación y periodización», consta de cinco capítulos en los que se discuten los conceptos metodológicos concernientes a la planificación del entrenamiento. Estos capítulos establecen el contexto histórico en el que se ha desarrollado el concepto de periodización y proporcionan las herramientas para la periodización del plan anual y de las habilidades biomotoras (capítulo 5). Así mismo, tratan sobre cómo conceptualizar y planificar las sesiones de entrenamiento (capítulo 6), de los métodos para confeccionar diferentes ciclos de entrenamiento (capítulo 7) e incluyen amplias discusiones acerca del diseño del plan de entrenamiento anual (capítulo 8) y métodos para incrementar el rendimiento en el momento adecuado (capítulo 9). El capítulo 9 empareja el conocimiento científico actual de la interacción entre el estrés del entrenamiento y el rendimiento con información práctica, de tal modo que permitirá, tanto a los entrenadores como a los deportistas, manejar el entrenamiento para asegurar un rendimiento óptimo durante la competición.

Los capítulos de la parte III, «Métodos de entrenamiento», tratan del desarrollo de la fuerza y la potencia (capítulo 10), la resistencia (capítulo 11) y la velocidad y la agilidad (capítulo 12). El capítulo 10, en su revisión sobre el entrenamiento de la fuerza y la potencia, ofrece información acerca de la relación entre la fuerza, la velocidad, la velocidad de desarrollo de la fuerza y la potencia, junto con información sobre las variables que pueden manipularse en la construcción de un programa de entrenamiento de fuerza. Se han ampliado los

Los fundamentos para entrenar

1

Las ciencias del deporte y de la preparación del deportista están evolucionando continuamente. Dicha evolución se basa fundamentalmente en la comprensión, en permanente crecimiento, de cómo el organismo se adapta a las diferentes situaciones estresantes físicas y psicológicas. Los científicos del deporte contemporáneos continúan explorando los efectos fisiológicos y de rendimiento de las diferentes intervenciones de entrenamiento, los modos de recuperación, las contramedidas nutricionales y los factores biomecánicos con el fin de incrementar la capacidad de rendimiento del deportista moderno. A medida que aumenta la comprensión de la respuesta del organismo a los diferentes factores estresantes, los teóricos del entrenamiento contemporáneo, los científicos del deporte y los entrenadores son capaces de profundizar cada vez más sobre la mayoría de los conceptos básicos del entrenamiento.

Fundamental a la teoría del entrenamiento es la idea de que puede establecerse un sistema estructurado de trabajo que incorpore actividades de entrenamiento cuyo objetivo específico sean las características fisiológicas, psicológicas y de rendimiento de cada deporte concreto y deportista individual. Resulta que es posible modular los procesos adaptativos y los resultados directos del entrenamiento específico. Este proceso de modulación e instrucción es posible entendiendo las funciones bioenergéticas (como es el aporte energético del organismo) requeridas para afrontar las exigencias de las diferentes actividades físicas. El entrenador que comprenda la **bioenergética** de la actividad física y el deporte –así como el impacto del ritmo de la presentación de los estímulos de entrenamiento en la trayectoria de la adaptación física– tendrá mayor posibilidad de desarrollar planes efectivos de entrenamiento.

Ámbito del entrenamiento

Los deportistas se preparan para conseguir unas metas específicas mediante un entrenamiento estructurado y centrado en ellas. Con él lo que se pretende es incrementar las destrezas del deportista y su capacidad de trabajo con el fin de optimizar su rendimiento deportivo. El entrenamiento se lleva a cabo durante un largo período de tiempo e implica muchas variables fisiológicas, psicológicas y sociológicas. Durante este tiempo, el entrenamiento es gradualmente progresivo e individualizado. A través de él, las funciones fisiológicas y psicológicas de la persona se modelan para afrontar las exigencias que imponen las diferentes tareas.

Siguiendo la tradición de los Juegos Olímpicos de la Antigüedad, los deportistas deben esforzarse para combinar la perfección física con el refinamiento espiritual y la pureza moral. La perfección física significa el desarrollo armónico y multilateral. El deportista adquiere destrezas finas y variadas, cultiva cualidades psicológicas positivas y mantiene buena salud. Aprende a afrontar estímulos altamente estresantes con el entrenamiento y la competición. La excelencia física debe evolucionar mediante un programa de entrenamiento organizado y bien planificado, basado en la experiencia práctica y en la aplicación de métodos con base científica.

El esfuerzo extremo para entrenar, tanto de los principiantes como de los profesionales, es una meta real y alcanzable, planificado según las habilidades del individuo, sus rasgos psicológicos y su entorno social. Algunos deportistas buscan ganar una competición o mejorar sus rendimientos previos; otros consideran perfeccionar una destreza técnica o conseguir un desarrollo superior de una **habilidad biomotora**. Cualquiera que sea el objetivo, cada meta debe ser tan práctica y medible como sea posible. En cualquier plan, sea a corto o a largo plazo, el deportista necesita afrontar unas metas y determinar los procedimientos para conseguir las antes de comenzar a entrenar. La fecha límite para lograr la meta final es la de la competición principal.

Objetivos del entrenamiento

El entrenamiento es un proceso mediante el cual un deportista se prepara para conseguir los niveles más altos posibles de rendimiento (59, 107). La capacidad del entrenador para dirigir la optimización de unos resultados se concreta en el desarrollo de planes sistemáticos de entrenamiento que se nutran del conocimiento adquirido a partir de un amplio abanico de disciplinas científicas, como muestra la figura 1.1 (107).

Los objetivos de los procesos de entrenamiento se centran en el desarrollo de los atributos específicos relacionados con la ejecución de diversas tareas (107). Dichos atributos específicos incluyen el desarrollo físico multilateral, el desarrollo físico específico del deporte, las destrezas técnicas, las habilidades tácticas, las características psicológicas, el mantenimiento de la salud, la resistencia a las lesiones y el conocimiento teórico. Su éxito se basa en la utilización de medios y métodos individualizados, que han de adecuarse a la edad, experiencia y nivel de talento de los deportistas.

- **Desarrollo físico multilateral:** El desarrollo multilateral, conocido también como forma física general (107), proporciona las bases del éxito del entrenamiento en todos los deportes. Este tipo de desarrollo está orientado a mejorar las habilidades biomotoras básicas, como la resistencia, la fuerza, la velocidad, la flexibilidad y la coordinación. Los deportistas que desarrollan una base sólida serán capaces de tolerar mejor las actividades de entrenamiento específicas del deporte y, al final, conseguirán un mayor potencial de desarrollo físico.
- **Desarrollo físico específico del deporte:** El desarrollo físico específico del deporte, conocido también como forma física específica del deporte (107), es el desarrollo de las características físicas o del estado de forma específicos para el deporte de que se trate. Este tipo de trabajo tiene como objetivo muchas necesidades específicas del deporte,

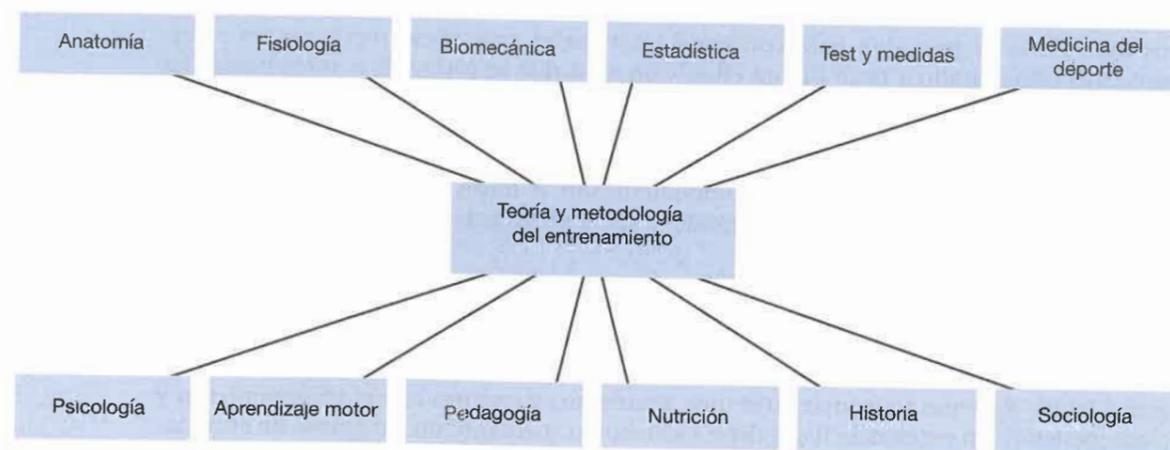


FIGURA 1.1 Ciencias auxiliares.

como la fuerza, la destreza, la resistencia, la velocidad y la flexibilidad (105, 107). Sin embargo, muchas actividades deportivas requieren una mezcla de los aspectos claves de rendimiento, como la **potencia**, la **resistencia muscular** o la **resistencia a la velocidad**.

- **Destrezas técnicas:** En este caso, el entrenamiento se centra en el desarrollo de las destrezas técnicas necesarias para el éxito en una actividad deportiva. La habilidad para perfeccionarlas se basa tanto en el desarrollo físico multilateral como en el específico del deporte. Por ejemplo, la capacidad para realizar un cristo en gimnasia parece estar limitado por la fuerza, una de las habilidades biomotoras (36). Al final, el propósito del entrenamiento de las destrezas técnicas reside en conseguir la técnica perfecta y permitir la optimización de las destrezas específicas del deporte necesarias para el éxito del rendimiento físico. El desarrollo de la técnica debe producirse tanto bajo condiciones normales como inusuales (por ejemplo, el clima, los ruidos, etc.), y debería siempre centrarse en perfeccionar las destrezas específicas que exija el deporte.
- **Habilidades tácticas:** El desarrollo de las habilidades tácticas también es un proceso de entrenamiento de particular importancia. El trabajo en esta área está orientado a mejorar las estrategias competitivas y se basa en el estudio y en las tácticas de los oponentes. Este tipo de entrenamiento está diseñado específicamente para desarrollar estrategias que consigan ventajas de las capacidades técnicas y físicas del deportista, de tal forma que se incrementen las opciones de éxito en la competición.
- **Factores psicológicos:** La preparación psicológica también es necesaria para asegurar la optimización del rendimiento físico. Algunos autores han denominado este tipo de preparación como entrenamiento del desarrollo de la personalidad (107). Independientemente de la terminología, el desarrollo de las características psíquicas, como la disciplina, el coraje, la perseverancia y la confianza, son esenciales para el éxito del rendimiento físico.
- **Mantenimiento de la salud:** La salud global del deportista es un factor de gran importancia. El estado de salud adecuado puede mantenerse mediante exámenes médicos periódicos y la programación apropiada de entrenamiento, incluyendo los períodos que se alternan entre el trabajo duro y los de recuperación o regeneración. Las lesiones y las enfermedades requieren atención específica, y el manejo adecuado de estos eventos clínicos es una prioridad importante en los procesos de entrenamiento.
- **Resistencia a la lesión:** El mejor modo de prevenir las lesiones es asegurarse de que el deportista haya desarrollado la capacidad física y las características fisiológicas necesarias para participar en un entrenamiento riguroso y en la competición y asegurar la aplicación adecuada del trabajo (61). El entrenamiento que imponga cargas excesivas inadecuadas al deportista, incrementará el riesgo de lesión. En el caso de los deportistas jóvenes, es crucial que el objetivo sea el desarrollo físico multilateral, lo cual permite el desarrollo de habilidades biomotoras que ayuden a disminuir el potencial de lesión. Además, el manejo de la fatiga parece ser de vital importancia. Cuando esta es elevada, la aparición de lesiones se incrementa llamativamente (101); por tanto, el desarrollo de un plan de entrenamiento que maneje la fatiga debe considerarse de la mayor importancia.
- **Conocimiento teórico:** El entrenamiento debe incrementar el conocimiento de los deportistas acerca de las bases psicológicas y fisiológicas del entrenamiento, la planificación, la nutrición y la regeneración. Es crucial que el deportista comprenda por qué se llevan a cabo ciertas actividades del entrenamiento. Esto puede satisfacerse mediante discusiones con el deportista sobre los objetivos establecidos en cada aspecto de los planes de su trabajo o exigiéndole que participe en seminarios y conferencias sobre el entrenamiento. Al proporcionarle un bagaje de conocimiento teórico de los procesos de entrenamiento y de su deporte, aumentará la posibilidad de que tome buenas decisiones personales, y se adhiera fuertemente a los procesos de trabajo, lo cual permitirá que el entrenador y el deportista mejoren o establezcan las mejores metas de entrenamiento.

Clasificación de las destrezas

Se han sugerido muchos métodos para clasificar las destrezas de las actividades físicas. Aparte de los métodos tradicionales que clasifican las actividades deportivas en deportes individuales (atletismo, gimnasia, boxeo) y deportes de equipo (fútbol, fútbol americano, baloncesto, voleibol, rugby), existe una amplia aceptación para utilizar la clasificación que utiliza las habilidades biomotoras como criterio. En ellas se incluyen la fuerza, la velocidad, la resistencia y la coordinación (53). Aunque esta clasificación de los deportes por las capacidades biomotoras es muy útil, los entrenadores también pueden utilizar otros criterios. Un método popular es clasificar las destrezas deportivas en **cíclicas**, **acíclicas** y **acíclicas combinadas**:

- Las *destrezas cíclicas* se utilizan en deportes como la marcha, la carrera, el esquí de travesía, el patinaje de velocidad, la natación, el remo, el ciclismo, el kayak y el piragüismo. La característica fundamental de todos ellos es que el acto motor implica movimientos repetitivos. Una vez que el deportista aprende un ciclo motor puede duplicarlo continuamente durante largos períodos. Cada uno consiste en fases distintas e idénticas que se repiten sucesivamente. Por ejemplo, las cuatro fases de una palada en remo –la cogida, la dirección a través del agua, la terminación y la recuperación– como partes de un todo. El deportista lo realiza una y otra vez, en la misma sucesión, durante el movimiento cíclico de remar. Cada ciclo que el deportista realiza está ligado; está precedido y seguido de otro.
- Las *destrezas acíclicas* se muestran en deportes como el lanzamiento de peso, el lanzamiento de disco, la mayoría de los movimientos gimnásticos, los deportes de equipo, la lucha, el boxeo y el esgrima. Estas destrezas consisten en realizar funciones integrales en una acción. Por ejemplo, la destreza del lanzamiento de disco incorpora la torsión preliminar, la transición, el giro, la liberación y el paso reverso, pero el deportista realiza todo ello en una sola acción.
- Las *destrezas acíclicas combinadas* consisten en movimientos cíclicos seguidos por movimientos acíclicos. Algunos deportes, como el patinaje artístico, el salto de trampolín, los eventos de salto en atletismo y las acrobacias y el salto del potro en gimnasia, utilizan destrezas combinadas acíclicas. Aunque todas las acciones están unidas, se pueden distinguir fácilmente los movimientos acíclicos de los cíclicos. Por ejemplo, es factible deslindar los movimientos acíclicos en el salto de altura o en el salto del potro del ciclo precedente de la carrera de aproximación.

La comprensión del entrenador de esta clasificación por destrezas tendrá una función importante en la elección apropiada de sus métodos de enseñanza. Generalmente, enseñar las destrezas como un todo parece que es efectivo en las destrezas cíclicas, mientras que desglosarlas en pequeñas piezas es más efectivo con las acíclicas. Por ejemplo, cuando trabajamos con un lanzador de jabalina, este debe adquirir maestría en el lanzamiento desde la postura de pie antes que en la aproximación con tres pasos, con seis pasos y con la carrera completa (38).

Sistema de entrenamiento

Un sistema es un conjunto organizado y ordenado metódicamente de ideas, teorías o especulaciones. El desarrollo de un sistema de entrenamiento está basado en hallazgos científicos unidos a la experiencia práctica acumulada. Un sistema de entrenamiento no debería adoptarse antes de haber desarrollado uno propio, aunque puede ser beneficioso estudiar otros diferentes. Además, para crear o desarrollar el mejor sistema de entrenamiento, se deben de considerar las bases del entorno social y cultural del país.

Bondarchuck (9) sugiere que un sistema de entrenamiento ha de elaborarse mediante la observación de tres principios básicos:

1. *Descubrir los factores que configuran el sistema*: Factores que son fundamentales en el desarrollo de un sistema de entrenamiento pueden provenir del conocimiento general de la teoría y métodos de entrenamiento, los hallazgos científicos, las experiencias de los mejores entrenadores nacionales y los enfoques utilizados en otros países.
2. *Determinar la estructura del sistema*: Una vez establecidos los factores centrales para el éxito del sistema de entrenamiento, ya puede elaborarse el sistema de entrenamiento concreto. Debe crearse un modelo para entrenar a corto y a largo plazo. El sistema debe tener la capacidad de adoptarse por todos los entrenadores, al igual que ofrecer la posibilidad de que estos puedan enriquecer su estructura basándose en su propia experiencia. Los científicos del deporte desempeñan una labor crucial en el establecimiento de un sistema de entrenamiento. Las investigaciones, especialmente los estudios aplicados, incrementan la base de conocimientos desde la que se desarrolla el sistema de entrenamiento y evoluciona posteriormente. Además, los científicos del deporte pueden ayudar en el desarrollo de programas de monitorización del deportista y de identificación de talentos, el establecimiento de las teorías de entrenamiento y el desarrollo de métodos para afrontar la fatiga y el estrés. A pesar de que es evidente la importancia de la ciencia del deporte en el sistema de entrenamiento global, esta rama del conocimiento no se ha adoptado con igual entusiasmo en todo el mundo. Por ejemplo, Stone y colaboradores (108) sugieren que la utilización de las ciencias del deporte en los Estados Unidos está en declive, lo cual puede explicar, al menos en parte, la disminución de los niveles de rendimiento que se evidenciaron en algunos deportistas norteamericanos de atletismo en algunos de los juegos olímpicos recientes.
3. *Validar la eficacia del sistema*: Una vez que se ha iniciado el sistema de entrenamiento, debería evaluarse permanentemente. La evaluación de su eficacia puede llevarse a cabo de manera multidimensional. La más simple que se ha utilizado para validar un sistema de entrenamiento son las mejoras reales de rendimiento obtenidas en respuesta al sistema. También pueden emplearse evaluaciones más complejas mediante la medición directa de las adaptaciones fisiológicas, como las adaptaciones hormonales o celulares. Además, es factible cuantificar las evaluaciones mecánicas para determinar si la estructura del entrenamiento está trabajando con efectividad; ejemplo de ello son la potencia anaeróbica máxima, la potencia aeróbica máxima, la capacidad para generar fuerza máxima y el desarrollo de porcentajes de picos de fuerza. Los científicos del deporte pueden desempeñar una labor muy importante en este cometido utilizando su experiencia para evaluar al deportista y proporcionar información sobre la efectividad del sistema de entrenamiento. Si este no es óptimo, el equipo de mejora del rendimiento puede reevaluar y modificar el sistema.

En su conjunto, la calidad de los sistemas de entrenamiento depende de factores directos y de soporte (figura 1.2). Los primeros incluyen a aquellos que están relacionados tanto con el entrenamiento como con la evaluación, mientras que los segundos lo están con las situaciones administrativas y económicas, y los estilos profesionales y de vida. Aunque, dentro del sistema global cada factor tiene una función en el éxito del sistema, parece que los factores directos son los más significativos. La importancia de estos últimos refuerza con contundencia el argumento de que los científicos del deporte son unos importantes contribuidores al desarrollo de un sistema de entrenamiento de calidad.

El desarrollo de sistemas de entrenamiento de calidad es esencial para la optimización del rendimiento. Su calidad no depende únicamente del entrenador, sino también de la interacción de muchos factores que pueden influir en el rendimiento del deportista (figura 1.3). Por tanto, todos los factores que puedan afectar la calidad del entrenamiento necesitan implementarse con efectividad y evaluarse constantemente y, cuando sea necesario, ajustarse para afrontar cualquier exigencia, siempre variable, de la competición actual.



FIGURA 1.2 Componentes de un sistema de entrenamiento.

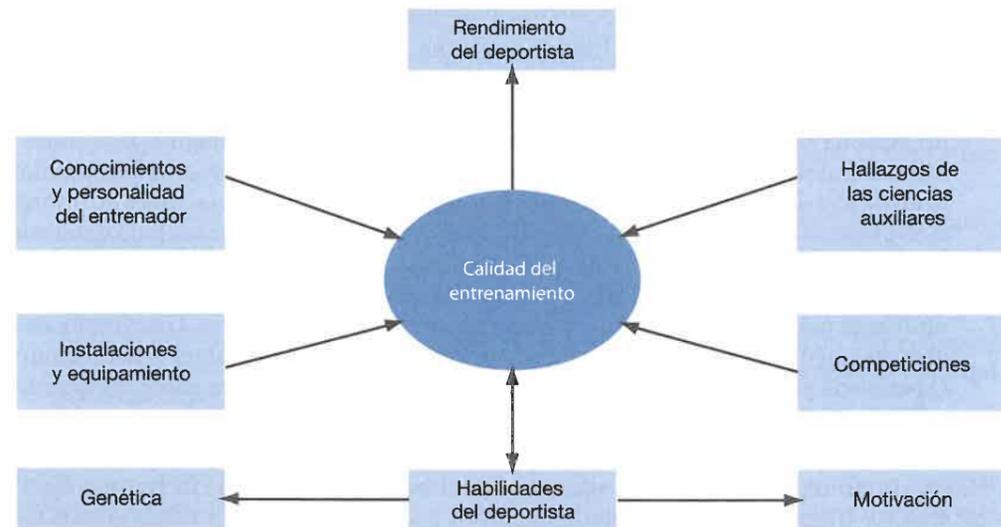


FIGURA 1.3 Factores que afectan a la calidad del entrenamiento.

Adaptación

El entrenamiento es un proceso organizado en el que el cuerpo y la mente se exponen constantemente a factores estresantes de diferente volumen (cantidad) e intensidad. La habilidad de un deportista para adaptarse y ajustarse a las cargas de trabajo impuestas por el entrenamiento y la competición es tan importante como la de las especies para adaptarse a los entornos en los que viven: ¡sin adaptación, no hay supervivencia! La incapacidad del deportista para adaptarse a las variaciones constantes de las cargas de trabajo y a los factores estresantes asociados con el entrenamiento y la competición, le provocará un nivel crítico de **fatiga**, de **sobrecarga** o, incluso, de **sobreentrenamiento**. En tales circunstancias, será incapaz de conseguir las metas del entrenamiento.

Un elevado nivel de rendimiento es el resultado de muchos años de trabajo bien planificado, metódico y estimulante. Durante este tiempo, el deportista trata de adaptar su fisiología a los requerimientos específicos del deporte. Cuanto mayor sea su grado de adaptación a los procesos de entrenamiento, mayor será su potencial para alcanzar altos niveles de rendimiento. Por tanto, el objetivo de cualquier plan de entrenamiento bien organizado es inducir adaptaciones que mejoren el rendimiento. Esto solo es posible si el deportista observa esta secuencia:

Incremento del estímulo (carga) → Adaptación → Mejora del rendimiento

Si la carga es siempre del mismo nivel, se produce una adaptación en la primera fase del entrenamiento seguida de una segunda de meseta (estancamiento) sin ninguna mejora posterior (figura 1.4):

Pérdida de estímulo → Meseta → Pérdida de la mejora

Si el estímulo es excesivo o demasiado variado, el deportista no será capaz de adaptarse, lo que le producirá una mala adaptación.

Estímulo excesivo → Mala adaptación → Disminución del rendimiento

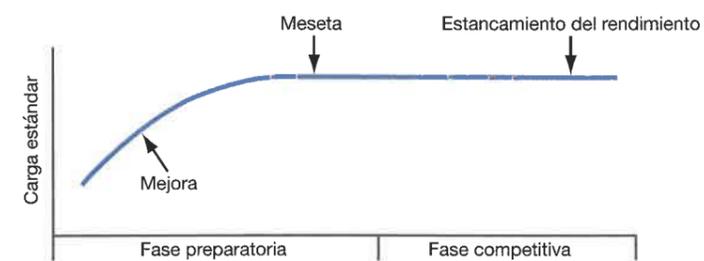


FIGURA 1.4 Una carga estándar produce mejoras solo durante la primera parte del plan.

Por tanto, el objetivo del entrenamiento es incrementar, progresiva y sistemáticamente, los estímulos del entrenamiento (la intensidad, el volumen de las cargas de trabajo y la frecuencia) para inducir mayores adaptaciones y, como resultado, mejorar el rendimiento. En las modificaciones de dichos estímulos ha de incluirse la variación del entrenamiento para maximizar las adaptaciones del deportista al plan de trabajo (figura 1.5).

Las adaptaciones del entrenamiento son la suma de las transformaciones provocadas por la repetición sistemática de las sesiones de ejercicios. Estos cambios estructurales y fisiológicos son resultado de las demandas específicas que los deportistas imponen a su organismo por las actividades que ejercen, dependiendo del volumen, intensidad y frecuencia del entrenamiento. El trabajo físico es beneficioso solo en tanto en cuanto sobrecargue al organismo, de tal modo que lo estimule para que se produzcan las adaptaciones. Si el estímulo no provoca retos fisiológicos suficientes, no puede esperarse que estas se incrementen. De otro lado, si las cargas de entrenamiento son muy elevadas, intolerables y se imponen durante un período de tiempo excesivamente largo, pueden provocar lesiones o sobreentrenamiento.

Especificidad de adaptación

Debido a que las adaptaciones son altamente específicas para el tipo de entrenamiento que se sigue, este debe basarse en el sistema energético dominante en el deporte, las destrezas que le son propias y las habilidades motoras que exige. El tiempo que se requiere para alcanzar un grado elevado de adaptación depende tanto de la complejidad de la destreza como

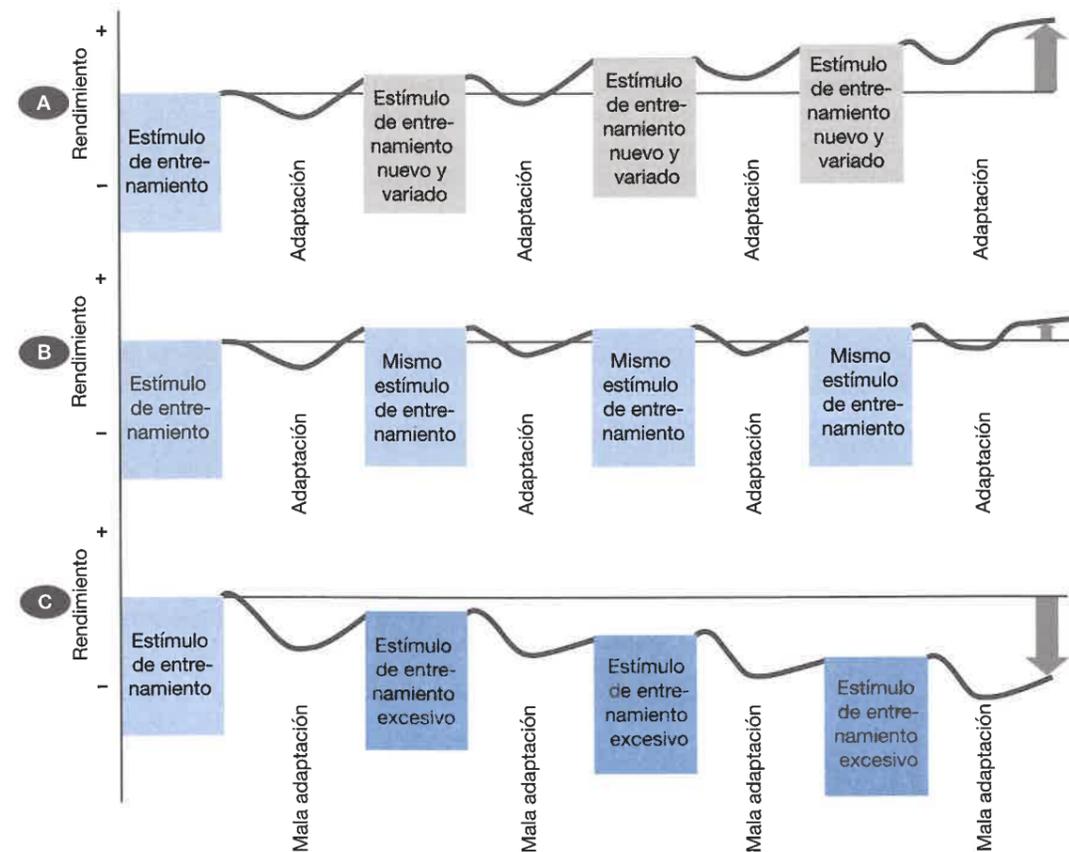


FIGURA 1.5 Estímulos de entrenamiento y adaptación.

A = incremento del estímulo (carga) → adaptación → mejora del rendimiento; B = pérdida del estímulo → meseta → pérdida de la mejora; C = estímulo excesivo → mala adaptación → disminución del rendimiento; ↑ = incremento del rendimiento; ↓ = disminución del rendimiento.

de la dificultad fisiológica y psicológica de la actividad de que se trate. Cuanto más complejo y difícil sea el deporte, más tiempo de entrenamiento se requerirá para que el organismo se adapte.

Si un deportista espera conseguir rendimientos superiores, debe exponerse al incremento sistemático y progresivo del estímulo de entrenamiento diseñado para elevar las capacidades psicológicas y de prestación del deportista (es decir, superar su umbral de adaptación). Por tanto, es de la máxima importancia seguir un programa de entrenamiento sistemático y bien organizado para inducir adaptaciones superiores de las funciones principales del organismo, como las siguientes:

- **Neuromuscular:** El incremento de la eficacia motora y de coordinación, de la actividad refleja del sistema nervioso, de la sincronización de la actividad de la unidad motora, del reclutamiento de las unidades motoras, de la tasa de estimulación de la **unidad motora (tasa de codificación)**, de la **hipertrofia** muscular, de la biogénesis mitocondrial y de la modificación de las vías metabólicas de señalización celular (19).
- **Metabólica:** El incremento de los depósitos musculares de **adenosín trifosfato (ATP)** y de **fosfocreatina (PCr)**, de la capacidad del músculo para almacenar glucógeno, de la capacidad muscular para tolerar la acumulación de **ácido láctico** y el retrasar la aparición de la fatiga, de la red de capilaridad para un aporte mayor de nutrientes y oxígeno, de la utilización de la grasa como energía para las actividades de larga duración, de la eficacia del **sistema energético glucolítico**, de la eficacia del **sistema**

oxidativo y de la modificación específica de los procesos enzimáticos asociados con los diferentes sistemas bioenergéticos, como se señala en la página 30 (87).

- **Cardiorrespiratoria:** Incremento del volumen pulmonar, de la hipertrofia de la pared del ventrículo izquierdo, del volumen del ventrículo izquierdo para aumentar el **volumen de bombeo** y facilitar así el aporte de sangre oxigenada a los músculos que trabajan, de la densidad capilar, del umbral de lactato para que el deportista pueda alcanzar un mayor porcentaje de consumo de oxígeno, del **VO₂ máx** para mejorar la capacidad aeróbica en los ejercicios prolongados y, finalmente, la disminución del ritmo cardíaco.

El enfoque de cualquier programa de entrenamiento es mejorar el rendimiento. Esto solo es posible si se sobrepasa el umbral del nivel actual de adaptación mediante la exposición del deportista a mayores exigencias de trabajo (por ejemplo, utilizar cargas elevadas, mayores del 80 %, en el entrenamiento de fuerza; incrementar la duración del entrenamiento o su intensidad en los deportes de resistencia; incrementar el porcentaje de velocidad máxima y agilidad durante el entrenamiento). Cuando un deportista alcance un nuevo nivel de adaptación, su rendimiento mejorará (figura 1.6).

La adaptación es una respuesta fisiológica progresiva a largo plazo ante un programa de entrenamiento general y específico del deporte, cuya meta es la puesta a punto del deportista para enfrentarse a las demandas específicas de la competición. Esta se produce por una serie de cambios positivos en las funciones principales del organismo. Las fases de entrenamiento –preparatoria y competitiva– están coordinadas con diferentes tipos de adaptaciones:

- **La pre-adaptación** es la adaptación gradual y temporal al entrenamiento durante la primera parte del plan de trabajo (en este caso, un plan anual). Si la carga de entrenamiento y sus factores estresantes fisiológicos no son excesivos, estas primeras semanas de entrenamiento conducirán progresivamente a adaptaciones más duraderas, apreciables por el incremento de la capacidad de trabajo del deportista y su mejor tolerancia a las mayores exigencias de entrenamiento.
- **La compensación** puede definirse como las reacciones del organismo frente al programa de entrenamiento después de alcanzar el estado de adaptación. Durante esta fase, aún en la primera parte de la fase preparatoria, el deportista experimenta reacciones positivas ante las exigencias del trabajo y, por tanto, mejora sus resultados en los test y en la competencia de sus destrezas. En este momento, su organismo puede compensar las elevadas exigencias del entrenamiento, como demostración de la mejora de su potencial de entrenamiento y el incremento de su eficacia fisiológica.
- **La adaptación estable o pre-competitiva** es la fase en la que mejora el equilibrio entre el trabajo y la compensación, es decir, entre los elevados factores estresantes y la

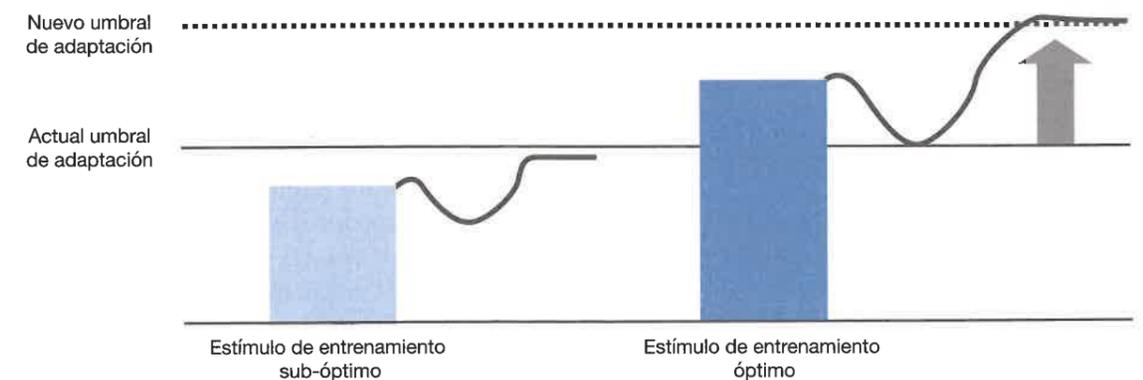


FIGURA 1.6 La superación del umbral de adaptación debe mejorar el rendimiento.

↑ = incremento del umbral de adaptación.

capacidad para tolerarlos y recuperarse de ellos. Deben planificarse muchas cargas de entrenamiento y factores estresantes sociales o psicológicos, y aplicarlos a los mismos niveles que cuando se compite, de tal forma que los deportistas puedan aprender a reaccionar ante ellos y afrontarlos. Los partidos y competiciones de exhibición deben utilizarse como test, tanto técnicos como de eficacia táctica y eficiencia fisiológica y psicológica. Los niveles elevados de estabilidad en todos los factores de entrenamiento indican que los deportistas están preparados, o muy cerca, para competir en las competiciones programadas para la siguiente fase.

- *El estado de preparación para la competición* es el resultado del entrenamiento del deportista. Está preparado para competir con alta eficacia técnica, demostrando elevados niveles de efectividad atlética y presentando destrezas motoras y cualidades físicas específicas del deporte siendo, además, capaz de tolerar el estrés y adaptarse a él.

Efecto del entrenamiento

Cualquier programa de entrenamiento crea una cierta reacción a las respuestas adaptativas del organismo; esto se denomina **efecto del entrenamiento**. Desde los años 1960, muchos autores han tratado esta cuestión, entre ellos H. K. Cooper, con su muy influyente trabajo *The New Aerobics* (22). Los efectos del entrenamiento pueden clasificarse en tres categorías:

1. *Efecto inmediato del entrenamiento*: puede detectarse durante e inmediatamente después de una sesión de entrenamiento en forma de reacción fisiológica a las cargas de trabajo, como el incremento del latido cardíaco, el aumento de la presión sanguínea, la disminución de la producción de fuerza como resultado de la fatiga, el incremento de la fatiga y el vaciamiento del glucógeno muscular, en función de la intensidad y el volumen del esfuerzo del entrenamiento.
2. *Efecto retardado del entrenamiento*: es el resultado final de una sesión de entrenamiento, y puede ser de larga duración. Aunque el efecto inmediato post-entrenamiento es reducido debido a la fatiga, el retardado (es decir, los beneficios positivos del entrenamiento) surge después, tras haberse disipado la fatiga asociada al trabajo. La aparición del efecto retardado del entrenamiento depende del esfuerzo efectuado: cuanto más intensa sea la sesión, más larga será la franja de tiempo antes de que aparezcan las ganancias de rendimiento (42, 43).
3. *Efecto acumulativo*: es el resultado de muchas sesiones, e incluso fases de entrenamiento, en las que pueden incluirse sesiones con cargas que supongan un reto muy elevado, que supone la rotura o superación del umbral de adaptación de una fase de entrenamiento dada. Con frecuencia, la aparición del efecto de entrenamiento acumulativo sorprende por igual a entrenadores y deportistas, los cuales puede que no sean capaces de anticiparlo o explicarlo («¡Hemos trabajado duro y, de repente, se ha producido!»). La buena planificación de las sesiones, alternando las cargas e intensidades elevadas con sesiones de compensación, permitirá al deportista beneficiarse de los efectos acumulativos del entrenamiento.

Zatsiorsky y Kraemer (119) proponen que la relación entre la fatiga y las ganancias del entrenamiento es un factor de 3:1, significando que la fatiga tiene una duración tres veces menor (por ejemplo, 24 h) que el efecto de entrenamiento positivo (por ejemplo, 72 h). Ciertamente, el tipo de trabajo puede cambiar esta proporción dado que el entrenamiento anaeróbico es más exigente y, por tanto, provoca más fatiga. En cualquier caso, el efecto positivo de una sesión de entrenamiento es visible después de eliminada la fatiga; la adaptación producida se acompaña de una mejora del rendimiento.

Cooper (22) utilizó cinco categorías para evaluar los efectos del entrenamiento post ejercicio. Sugirió que el deportista acumula 30 puntos a la semana para conseguir un buen efecto de entrenamiento (por ejemplo, 2 × categoría 5 = 10 puntos; 2 × categoría 3 = 6 puntos) (tabla 1.1).

TABLA 1.1 Categorías de Cooper del efecto del entrenamiento

Categoría	Efecto del entrenamiento	Resultados	
1	1,0-1,9	Bajo	Desarrollo de la fase de resistencia. No hay mejoras en el rendimiento máximo. Mejora la recuperación.
2	2,0-2,9	Mantenimiento	Mantiene la forma física aeróbica. Consigue pocas mejoras del rendimiento máximo.
3	3,0-3,9	Mejora	Mejora la forma física aeróbica, si se repite de 2 a 4 veces por semana.
4	4,0-4,9	Mejora rápida	Mejora rápida de la forma física aeróbica, si se repite 1 o 2 veces por semana. Necesita pocas sesiones de recuperación.
5	5,0 o más	Sobrecarga	Incrementa radicalmente la forma aeróbica, si se combina con una buena recuperación.

Adaptado de Cooper, 1968 (22a).

Por tanto, los efectos del entrenamiento son un fenómeno complejo, con influencia a corto y a largo plazo, que pueden determinarse por lo siguiente:

- El estado de entrenamiento o estado funcional actual.
- Los efectos de los episodios previos de entrenamiento.
- La suma de todos los estímulos de entrenamiento (cargas) o sus combinaciones, orden de aplicación e intervalos entre ellos.

Ciclo de supercompensación y adaptación

El fenómeno del entrenamiento denominado **supercompensación**, también conocido como ley de Weigert de supercompensación, fue descrito por primera vez por Folbrot en 1941 (105) y, más tarde, fue abordado por Hans Selye (102), quien lo denominó **síndrome general de adaptación (SGA)**. Muchos investigadores y autores rusos, de Alemania del Este y americanos (40), también han arrojado luz sobre este concepto esencial del entrenamiento.

La teoría del síndrome general de adaptación de Selye (SGA) (figura 1.7) es la base de la **sobrecarga progresiva** la cual, si se aplica inadecuadamente, puede generar altos grados indeseables de estrés. Este concepto sugiere que para que se produzcan las mejores adaptaciones al entrenamiento, sus intensidades, volúmenes y especificidad bioenergética tienen que modificarse sistemática y racionalmente en una secuencia de fases. Por ejemplo, el entrenador debe planificar **microciclos** de entrenamiento que alternen intensidades elevadas, moderadas y bajas de trabajo. Estas modificaciones permiten la recuperación entre las sesiones de entrenamiento; añadir cuidadosamente tiempo de recuperación entre las diferentes fases del **entrenamiento secuenciado**, es la base de la planificación cíclica (conocida como **periodización**) y de la supercompensación.

Por tanto, la supercompensación es la relación entre el trabajo y la recuperación que provoca una adaptación física superior y una estimulación metabólica y neuropsicológica previa a una competición. La aplicación del concepto de la supercompensación en el entrenamiento tiene muchos beneficios:

- Ayuda al deportista a manejar el estrés y a afrontar las altas intensidades del entrenamiento.
- Ayuda a los entrenadores a crear sistemas de entrenamiento estructurados.

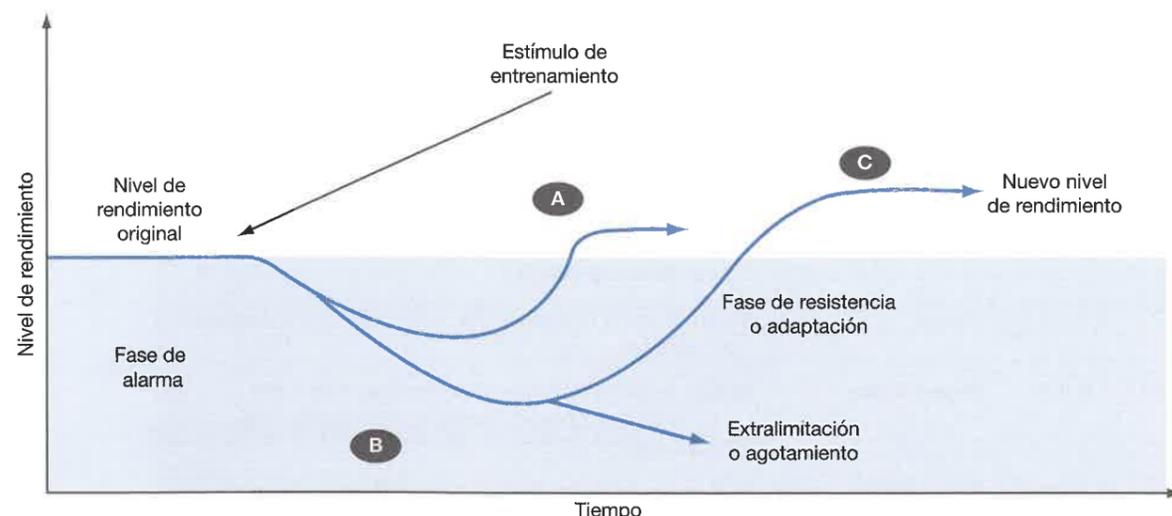


FIGURA 1.7 Ilustración de la teoría del síndrome general de adaptación de Selye.

A = entrenamiento típico; B = sobreentrenamiento; C = extralimitación o supercompensación.

Adaptado con permiso de A. C. Fry, 1998, *The role of training intensity in resistance exercise overtraining and overreaching*. En *Overtraining in sport*, editado R. B. Kreider, A. C. Fry y M. L. O'Toole (Champaign, IL: Human Kinetics), 114.

- Evita la aparición de niveles críticos de fatiga y sobreentrenamiento.
- Hace que el entrenador tome conciencia de la necesidad de alternar intensidades con el fin de facilitar las mejores adaptaciones.
- Justifica la utilización de diferentes tipos de técnicas de recuperación postentrenamiento y postcompetición (por ejemplo, el descanso pasivo y activo, la nutrición, la fisioterapia, las técnicas psicológicas).
- Facilita el entrenamiento precompetitivo para conseguir picos de rendimiento.
- Utiliza tanto técnicas fisiológicas como psicológicas en el entrenamiento.

Cuando los deportistas entrenan, se exponen a una serie de estímulos que modifican su estatus fisiológico. Dicha modificación puede incluir las respuestas metabólicas agudas (28, 40, 96, 111), las hormonales (46, 52), las cardiovasculares (88), las neuromusculares (32, 48, 49) y las modificaciones de la señalización celular (5). Tales respuestas están en relación con el volumen, la intensidad, la frecuencia y el tipo de entrenamiento que emprende el deportista. Cuanto mayor sea su volumen, intensidad y duración, mayor será la magnitud de estas respuestas al entrenamiento.

Las respuestas fisiológicas agudas a la sesión de trabajo provocarán acumulación de fatiga (33, 84), la cual puede manifestarse como la incapacidad para producir o mantener la producción de fuerza máxima voluntaria (48, 49, 92, 93). El período postejercicio también se asocia con la reducción de los depósitos de **glucógeno** muscular (56), la acumulación de ácido láctico (110, 115), la reducción de los depósitos de PCr (64, 72) y el incremento de los niveles circulantes de **cortisol** (3, 54, 94). Estas respuestas fisiológicas reducen temporalmente la capacidad de rendimiento del deportista.

Después de la sesión de entrenamiento, el deportista debe eliminar la fatiga, restablecer el glucógeno muscular y los depósitos de fosfágeno, reducir los niveles de cortisol circulante y eliminar el ácido láctico acumulado. El tiempo que necesita para ello depende de muchos factores, entre los que pueden incluirse su estatus de entrenamiento (49), el tipo de contracción muscular empleada durante la sesión de trabajo (92), la utilización de las técnicas de recuperación y su estatus nutricional (12). Este último es de especial importancia: una dieta inadecuada puede incrementar el tiempo necesario de recuperación (13).

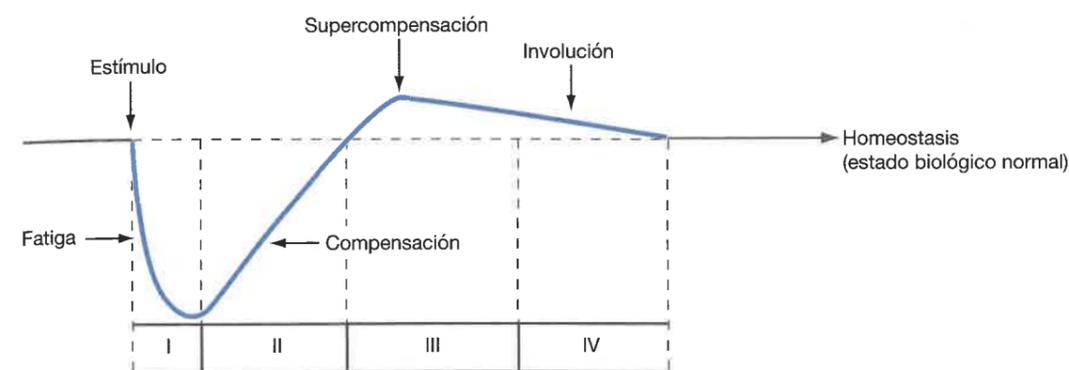


FIGURA 1.8 Ciclo de la supercompensación de una sesión de entrenamiento.

Modificado por Yakorlev, 1967 (116).

La fatiga inducida por el ejercicio provoca una abrupta caída en la curva homeostática del deportista (figura 1.8), la cual se asocia a una reducción de su capacidad funcional. Tras el esfuerzo del ejercicio, la vuelta del deportista a la homeostasis puede considerarse como un período de compensación. Su regreso a la homeostasis, o al estado biológico normal, es lento y progresivo, requiriendo desde muchas horas a varios días (93). Si el tiempo entre sesiones de trabajo de alta intensidad es suficiente, el organismo elimina la fatiga y repone por completo sus fuentes energéticas (especialmente, el glucógeno), permitiéndole recuperarse en un estado de supercompensación.

Cada vez que se produce una supercompensación, el deportista adquiere un nuevo y mayor nivel homeostático, con incrementos positivos para el entrenamiento y el rendimiento. Por consiguiente, esta se debe considerar como el fundamento del incremento funcional de la eficacia deportiva, resultado de la adaptación del organismo ante el estímulo del entrenamiento (carga) y la reposición de los depósitos de glucógeno muscular. Si la fase resultante, o el tiempo entre dos estímulos, se alarga demasiado, el efecto de la supercompensación disminuirá lentamente, provocando una involución o reducción de la capacidad de rendimiento.

Fases de supercompensación

El ciclo de la supercompensación (figura 1.9) tiene cuatro fases que se suceden en la siguiente secuencia.

Fase I: duración de una a dos horas

Después del entrenamiento, el cuerpo experimenta fatiga. La fatiga inducida por el ejercicio se produce por mecanismos tanto centrales como periféricos (32). Se trata de un fenómeno multidimensional causado por muchos factores:

- Reducción de la activación neural del músculo, generalmente asociada con la fatiga central, que puede producirse como respuesta al ejercicio (49).
- La fatiga central inducida por el ejercicio puede incrementar los niveles de serotonina cerebral, lo cual puede provocar fatiga mental (32). Esta fatiga mental acumulada puede afectar a la disposición del deportista para tolerar niveles altos de molestia o dolor asociados con el entrenamiento y la competición.
- El ejercicio puede provocar el empeoramiento de la transmisión neuromuscular y la propagación de su impulso, el deterioro del manejo del Ca^{2+} por el **retículo sarcoplasmático**, el vaciamiento de los sustratos y el predominio de otros factores que interrumpen el proceso contráctil, todo lo cual se asocia con la fatiga periférica inducida por el ejercicio (31).

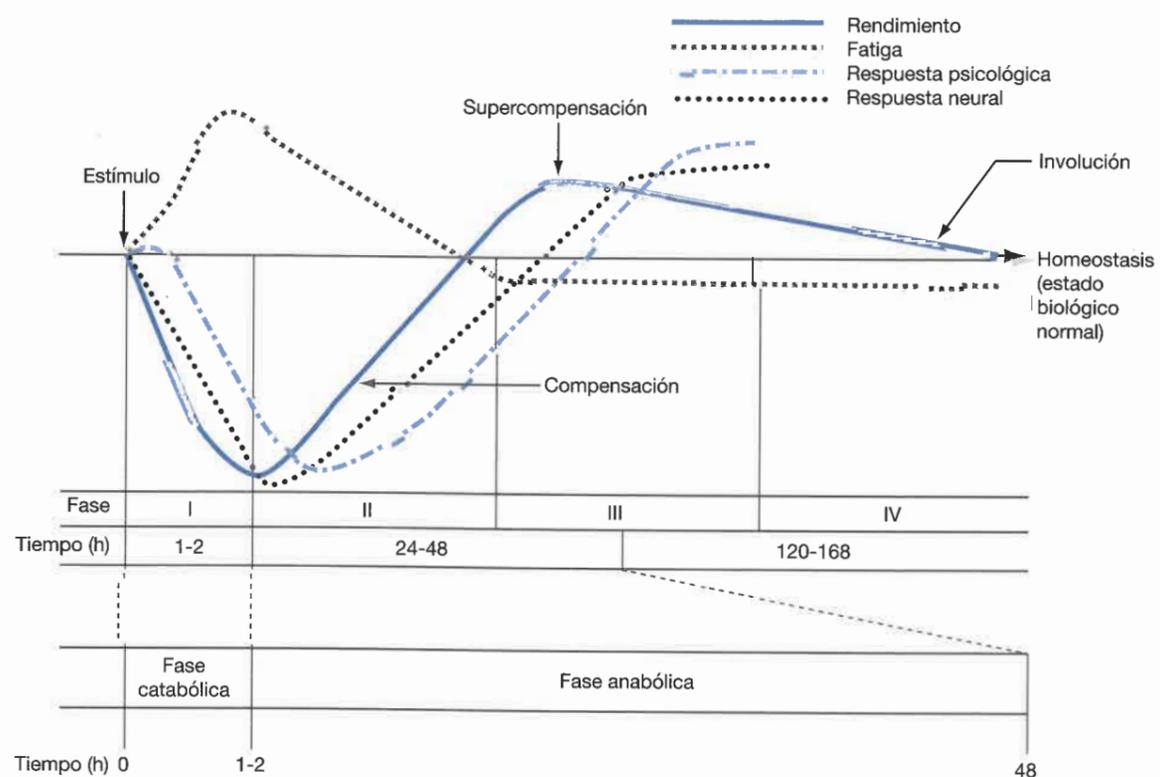


FIGURA 1.9 Ciclo de la supercompensación en respuesta a la sesión de entrenamiento.

- La utilización de los sustratos inducidos por el ejercicio es función de la respuesta a la intensidad, volumen y duración del episodio. Los sustratos que pueden estar afectados significativamente son el glucógeno muscular y los depósitos de fosfocreatina. El primero puede reducirse significativamente en respuesta al entrenamiento de intervalos de elevada intensidad (11, 106), el entrenamiento de fuerza (55, 83) y el entrenamiento de resistencia (23, 27). Los depósitos de fosfocreatina pueden reducirse significativamente en tan poco tiempo como de 5 a 30 segundos, y pueden vaciarse por completo tras un ejercicio agotador (64, 73, 74).
- La literatura clásica sugiere que la acumulación de ácido láctico, resultado del ejercicio, desempeña una labor primordial en la producción de fatiga (115). Teoriza que los elevados niveles de formación de ácido láctico causan un estado de **acidosis**, la cual puede disminuir la capacidad de generar fuerza como resultado de las alteraciones de las propiedades contráctiles (112, 115). La literatura contemporánea sugiere que, en lugar de la acidosis, la principal causa de la fatiga muscular que se produce en respuesta al ejercicio (115) puede ser el fosfato inorgánico (P_i), formado por el desdoblamiento de la PCr. Parece que el incremento de las concentraciones de P_i afecta a la metabolización del calcio por parte del retículo sarcoplasmático (6, 30). También se ha sugerido que el P_i puede reducir la fuerza de inserción de los **puentes cruzados**, resultado de la disminución de la sensibilidad miofibrilar del Ca^{2+} (115).
- Durante el ejercicio prolongado hay un incremento de la captación de **glucosa**, a pesar de la disminución de la cantidad de **insulina** circulante (75). Se piensa que el **transportador-4 de glucosa (GLUT4)** es lo que facilita dicha disminución durante el ejercicio (109). El GLUT es sensible a la contracción y facilita la captación de glucosa por parte del tejido que trabaja (109).

- Durante el ejercicio, tanto en el entrenamiento de resistencia como en el de fuerza, los componentes del ejercicio excéntrico pueden provocar un daño muscular significativo (18). Ejemplos de ejercicios con potencial para generar daño muscular –cuya consecuencia son los **dolores musculares de aparición tardía (DOMS)**– son correr cuesta abajo y reducir la carga en el entrenamiento de fuerza. El deterioro del rendimiento en respuesta al daño muscular y al DOMS puede durar por encima de 24 horas, en función del grado de daño muscular (47, 85). Se ha hipotetizado que la **inflamación** asociada al daño muscular tiene una función en la reparación del músculo (18).

Fase II: duración de 24 a 48 horas

Tan pronto como termina el ejercicio comienza la fase de compensación (reposo). Durante esta fase ocurre lo siguiente:

- Entre los 3 y 5 minutos de la terminación del ejercicio, los depósitos del ATP se restablecen por completo (60, 66), y a los 8 minutos el PCr está íntegramente resintetizado (60). Sin embargo, tras el ejercicio de muy elevada intensidad se pueden necesitar más de 15 minutos para que el PCr se restablezca totalmente (89). Dependiendo del volumen, intensidad y tipo del entrenamiento, las reservas de ATP y PCr pueden incrementarse por encima de los niveles normales (1, 2).
- A las dos horas de un episodio de ejercicio con gran componente del **ciclo estiramiento acortamiento (CEA)**, como el salto, se restablece parcialmente la actividad electromiográfica (EMG) al igual que la contracción voluntaria máxima (MVC) (93). Sin embargo, la fatiga inducida por el SSC (como indica la depresión EMG y MVC) exhibe una recuperación bimodal, con una primera recuperación, que se produce dentro de las 2 primeras horas, y una final, que tarda varios días (93). Por lo general, el glucógeno muscular recupera sus niveles basales dentro de las 20 a 24 horas (13, 29). Si se produce un daño muscular extenso, se necesitará más tiempo para lograrlo (25). El porcentaje de su reposición se relaciona directamente con la cantidad de carbohidratos consumidos durante el período de compensación (26).
- El ejercicio se sigue de un incremento del consumo de oxígeno, conocido como **exceso de consumo de oxígeno postejercicio (EPOC)**, que se produce en respuesta al sobreesfuerzo del ejercicio (77). Dependiendo de su modalidad e intensidad, el EPOC puede permanecer elevado de 24 a 38 horas después de la terminación de la actividad (14, 77, 90).
- El consumo energético en reposo se eleva como resultado de los episodios del entrenamiento de fuerza o de resistencia. Puede esperarse que este aumento dure entre 15 y 48 horas, en función de la magnitud del esfuerzo del trabajo (71, 91). Aunque no se conoce el mecanismo exacto por el que aumenta el consumo energético en reposo después del ejercicio, algunos autores han sugerido que desempeñan cierta labor el aumento de la síntesis **proteica** (81), el incremento de la termogénesis a partir de las hormonas tiroideas (80) y la mayor actividad del **sistema nervioso simpático** (100).
- Después de un episodio de entrenamiento de fuerza se produce un incremento de la síntesis proteica (17, 81). Tras 4 horas postejercicio, el porcentaje de síntesis de proteína muscular se incrementa en un 50 % y, a las 24 horas, se eleva en un 109 %. A las 36 horas, este porcentaje de resíntesis vuelve a su estado basal (81). Por ello, se piensa que esta fase del ciclo de supercompensación es la iniciación de la fase **anabólica**.

Fase III: duración entre 36 a 72 horas

Esta fase del entrenamiento está marcada por la recuperación o supercompensación del rendimiento. Durante esta fase se produce lo siguiente:

- A las 72 horas postejercicio, la capacidad de generar fuerza y las molestias musculares regresan a sus niveles normales (118).
- Se produce una supercompensación psicológica, caracterizada por el aumento de la autoconfianza, la sensación de estar con buena energía, los pensamientos positivos y la capacidad para afrontar las frustraciones y el estrés del entrenamiento.
- Los depósitos de glucógeno se rellenan por completo, favoreciendo la recuperación del deportista (12).

Fase IV: duración de 3 a 7 días

Si el deportista no aplica otro estímulo de entrenamiento en el tiempo óptimo (durante la fase de supercompensación), se produce una involución, que se traduce en una disminución de los beneficios fisiológicos obtenidos durante la fase de supercompensación. Entre los 6 y los 8 días después de la mejora del rendimiento del ciclo estiramiento-acortamiento (CEA), se produce la segunda recuperación electromiográfica y de la fuerza de contracción voluntaria máxima (93).

Tras el estímulo óptimo de la sesión de entrenamiento, el período de recuperación es de aproximadamente 24 horas, incluida la fase de supercompensación. Las variaciones en la duración de esta última dependen del tipo e intensidad del entrenamiento. Por ejemplo, después de una sesión de trabajo de resistencia aeróbica de mediana intensidad, la supercompensación puede producirse después de, aproximadamente, 6 a 8 horas. Por otro lado, la actividad intensa en la que median elevadas demandas al sistema nervioso central, puede requerir más de 24 horas (en ocasiones, tanto como 48 horas) para que se produzca la supercompensación.

Los deportistas de élite con programas de entrenamiento que no permiten 24 horas consecutivas entre sesiones de trabajo, no experimentarán la supercompensación después de una sesión, ya que deben soportar la siguiente antes de que esta pueda producirse. Como sugiere la figura 1.10, la tasa de mejora es más alta cuando los deportistas participan en sesiones de entrenamiento más frecuentes (50). Con largos intervalos entre las sesiones, como el que se realiza tres veces por semana (figura 1.10a), el deportista experimentará menos mejoras globales que si lo lleva a cabo con mayor frecuencia (figura 1.10b) (50, 97). Cuanto menos tiempo medie entre las sesiones de trabajo, el entrenador o el deportista debe alternar la intensidad de las sesiones, las cuales modifican efectivamente sus exigencias energéticas, como se sugiere en la planificación de los microciclos.

Si el deportista se expone a sesiones de entrenamiento de alta intensidad muchas veces, la capacidad del organismo para adaptarse al estímulo de trabajo se comprometerá significativamente, pudiendo producirse un sobreentrenamiento (41, 44, 45). Como ilustra la

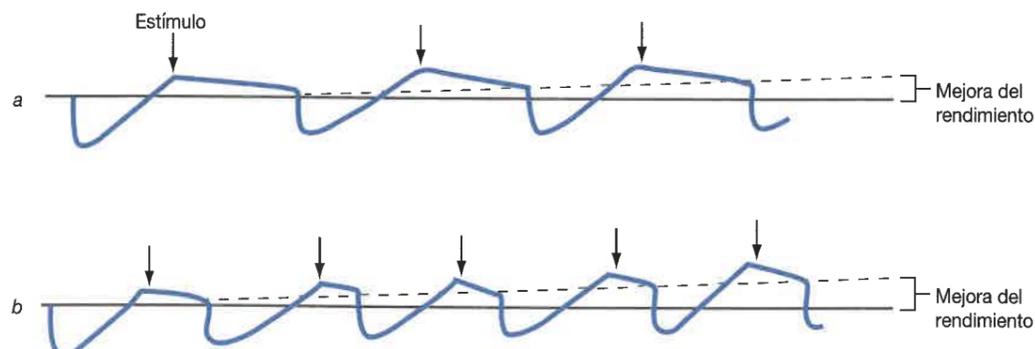


FIGURA 1.10 Suma de los efectos del entrenamiento: (a) los intervalos largos entre las sesiones y (b) intervalos cortos entre las sesiones.

Adaptado de Harre, 1982 (59).

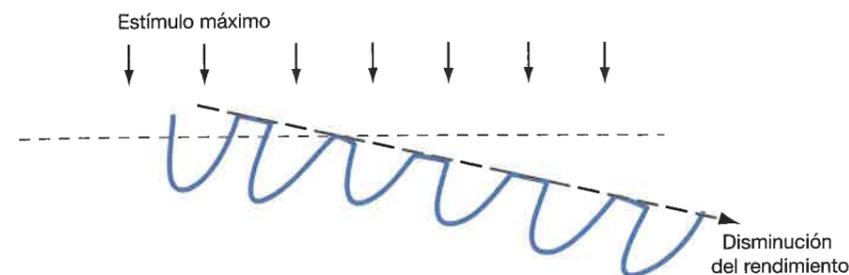


FIGURA 1.11 Declive en el rendimiento por un estímulo prolongado de intensidad máxima.

figura 1.11, los estímulos frecuentes de intensidad máxima es posible que provoquen extenuación o sobreentrenamiento, cuya consecuencia será una disminución del rendimiento. Las investigaciones sobre las adaptaciones del entrenamiento en respuesta al trabajo de fuerza sustentan esta afirmación (69, 97). En concreto, las investigaciones sugieren que cuando los esfuerzos máximos se llevan a cabo con excesiva frecuencia, se provoca una reducción significativa de la capacidad del deportista para adaptarse al programa de entrenamiento (97). Todo ello, junto con los trabajos previos sobre el entrenamiento de alta intensidad (41, 44, 45), aclara que el entrenamiento con altas intensidades y excesiva frecuencia no maximiza el rendimiento de los deportistas. Algunos entrenadores super-entusiastas, que pretenden proyectar una imagen de duros y trabajadores, creen que los deportistas deben llegar a la extenuación en cada sesión de trabajo («¡sin dolor no hay ganancia!»). Bajo tales circunstancias, los deportistas nunca tienen tiempo para compensar debido a los elevados niveles de fatiga que han generado. Cuando aumenta la fatiga, el deportista requerirá más tiempo para su recuperación. Si se añaden muchas veces duras sesiones de entrenamiento extra, el tiempo para recuperarse tiende a prolongarse. Por tanto, la mejor práctica es intercalar sesiones de baja intensidad dentro del plan de entrenamiento, de tal forma que pueda producirse la compensación y, al final, la supercompensación.

Para maximizar el rendimiento del deportista, el entrenador debe estimular regularmente la fisiología de este, lo que elevará su techo de adaptación y, al final, su rendimiento (figura 1.12). Esto significa que ha de alternar el entrenamiento de alta intensidad con el de intensidad más baja. Si lo hace adecuadamente, mejorará la compensación de su pupilo y le conducirá a un efecto de supercompensación. Cuando el deportista se adapta al entrenamiento, alcanza nuevos niveles de homeostasis, por lo que necesitará mayores niveles de entrenamiento para que continúe su adaptación (97). Cuando se adapta a nuevos y más elevados niveles de entrenamiento, iniciará un nuevo ciclo de supercompensación (figura 1.13). Al contrario, si la intensidad del entrenamiento no se planifica bien, la curva de compensación no superará los niveles previos de homeostasis y, por tanto, el deportista no se beneficiará de la supercompensación (figura 1.14).

Los elevados niveles de fatiga resultantes de un entrenamiento de alta intensidad continuo o excesivamente frecuente atenuarán los efectos de supercompensación e impedirán que el deportista consiga un pico de rendimiento.

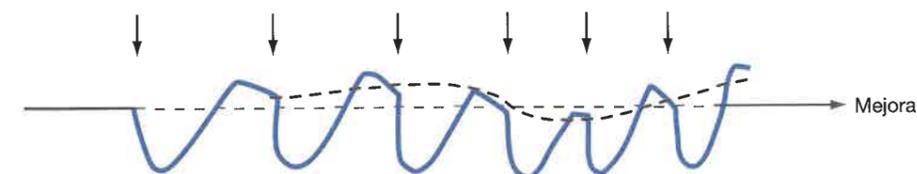


FIGURA 1.12 La alternancia de estímulos máximos y de baja intensidad produce una mejora en la curva en forma de onda.

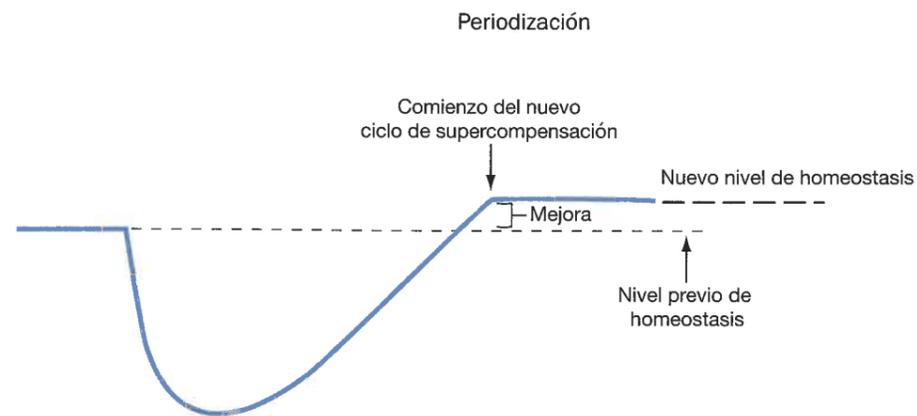


FIGURA 1.13 Un nuevo y más elevado nivel de homeostasis significa que el siguiente ciclo de supercompensación comenzará desde ese punto.

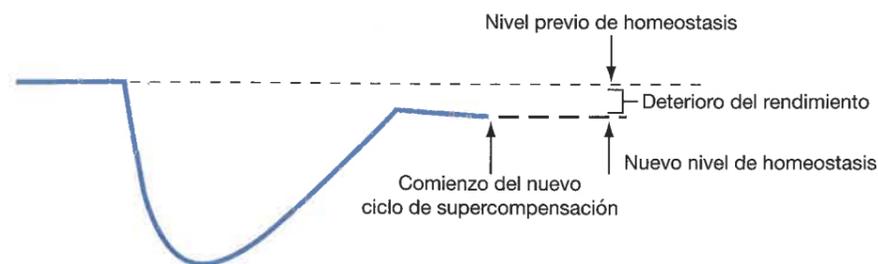


FIGURA 1.14 La disminución del nivel de homeostasis significa que el siguiente ciclo de supercompensación comenzará en un punto más bajo que el nivel previo.

Fuentes de energía

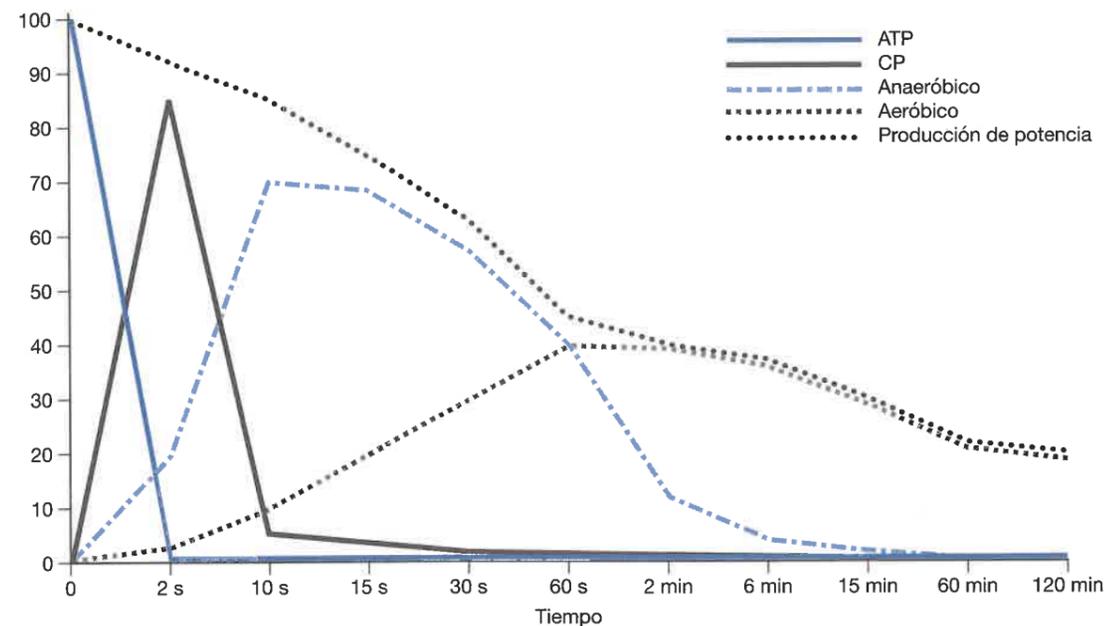
La energía proporciona al deportista la capacidad de realizar trabajo. El **trabajo** es la aplicación de la fuerza; esto es, el músculo se contrae para aplicar fuerza contra una resistencia. La energía es un prerrequisito para realizar trabajo físico en el entrenamiento y la competición. Al final, producimos energía en la célula muscular mediante la conversión de los principios inmediatos en un compuesto de alta energía, denominado adenosín trifosfato (ATP), que se almacena en la fibra muscular. El ATP, como su nombre sugiere, consta de una molécula de adenosina y tres de fosfato.

La energía que se requiere para la contracción muscular se libera convirtiendo el ATP de alta energía en ADP + P_i (adenosín difosfato + fosfato inorgánico). Cuando un enlace fosfato se rompe, produciendo ADP y P_i, se libera energía. La cantidad de ATP almacenado en el músculo es limitada, de tal forma que el organismo debe reponer continuamente sus depósitos para ejercer actividad física.

En función del tipo de actividad física de que se trate, el organismo puede reponer los depósitos de ATP mediante alguno de estos tres sistemas energéticos: el sistema del fosfágeno anaeróbico (ATP-PC), el sistema glucolítico anaeróbico y el sistema oxidativo aeróbico (figura 1.15).

Sistema del fosfágeno (ATP-PC)

El sistema energético anaeróbico principal es el **sistema del fosfágeno (ATP-PC)**. Este sistema consta de tres reacciones básicas en el procesamiento del ATP. La primera se produce por el desdoblamiento del ATP en **adenosín difosfato (ADP)** y P_i, produciendo una liberación de energía. Dado que los depósitos de ATP del músculo esquelético son limitados, son necesarias nuevas reacciones para mantener la disponibilidad de ATP. La segunda reacción para resintetizar ATP parte del ADP y la fosfocreatina (creatín fosfato o PCr). En



	Predominio energético del aporte de ATP anaeróbico			Predominio energético del aporte de ATP aeróbico				
	Tiempo (s)			Tiempo (min)				
	10	30	60	2	4	10	30	60
Aporte de ATP aeróbico (%)	3	30	50	60	80	85	95	98
Aporte de ATP anaeróbico (%)	97	73	50	40	20	15	5	2

FIGURA 1.15 Provisión de energía de los tres sistemas energéticos.

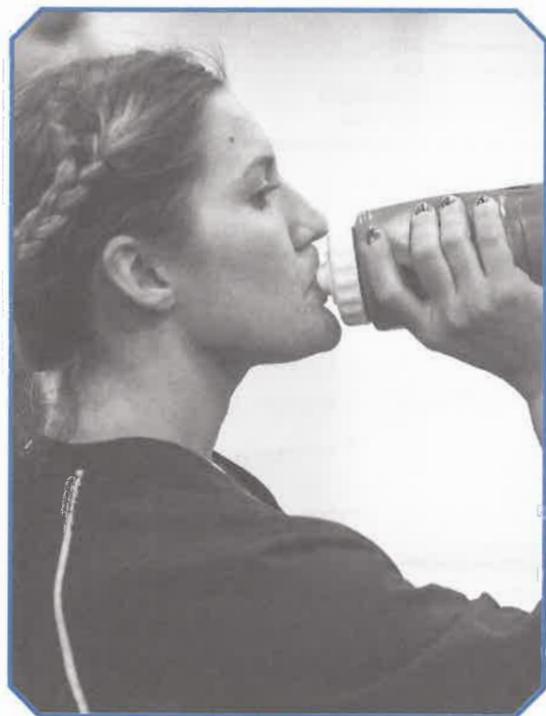
Adaptado de K. A. van Someren, 2006, «The physiology of anaerobic endurance training», en *The physiology of training*, editado por G. Whyte (Oxford, UK: Elsevier), 88, E. Newsholme, A. Leech, G. Duester, 1994, *Keep on running: The science of training and performance* (West Sussex, UK: Wiley).

este caso, el PCr cede un fosfato para formar P_i y creatina (C). El P_i formado en este proceso se añade al ADP, formándose una molécula de ATP. Puede haber una reacción final con el desdoblamiento del ADP en adenosín monofosfato y P_i, tras lo cual este P_i puede añadirse de nuevo a un ADP dando como resultado la formación de ATP.

Dado que el músculo esquelético solo puede almacenar una pequeña cantidad de ATP, el vaciado energético se produce con trabajos de alta intensidad en solamente 10 segundos; el PCr puede disminuir al 50 o 70 % de sus valores iniciales en tan solo 5 segundos de ejercicio de alta intensidad e, incluso, consumirse por completo en respuesta a un ejercicio extenuante (64, 73, 74). Curiosamente, la mayor contribución en la producción de ATP por parte de la PCr se produce en los primeros 2 segundos de iniciarse el ejercicio. A los 10 segundos, la capacidad de esta para sintetizar ATP disminuye un 50 %, y a los 30 segundos la PCr contribuye muy poco al aporte de ATP. Aproximadamente a los 10 segundos comienza a incrementarse la contribución del sistema glucolítico a la producción de ATP (87).

El sistema del fosfágeno parece ser la fuente energética principal para las actividades extremas de alta intensidad, como los sprints cortos (por ejemplo, las carreras de 100 o de





Para rendir bien, un deportista debe reponer sus fuentes energéticas mediante una nutrición e hidratación adecuadas.

40 metros), el salto de trampolín, el fútbol americano, el levantamiento de peso, los saltos y eventos de lanzamiento en atletismo, las acrobacias en gimnasia y los saltos en esquí.

La reposición de los depósitos de fosfágeno suele ser un proceso rápido, con una recuperación del 70 % de ATP en alrededor de 30 segundos, que se completa entre los 3 y 5 minutos del ejercicio (65). La resíntesis de la PCr tarda más tiempo, el 84 % se consigue en dos minutos, el 89 % en 4 minutos y la recuperación completa en 8 (58, 65, 66). La recuperación del fosfágeno se produce fundamentalmente por la vía metabólica aeróbica (60). Sin embargo, el sistema glucolítico puede también contribuir a la recuperación de la reserva de fosfágeno tras el ejercicio de alta intensidad (34, 60).

Sistema glucolítico

El segundo sistema energético anaeróbico es el sistema glucolítico, el cual es el prevalente en actividades que duren entre 20 segundos hasta, aproximadamente, 2 minutos (87). Su combustible principal deriva de la metabolización de la glucosa en sangre y de los depósitos de esta (107). Inicialmente, la mayor parte del ATP se aporta a partir de la **glucólisis rápida**, y si la duración de la actividad se aproxima a los 2 minutos, el aporte de ATP deriva de la **glucólisis lenta**.

La glucólisis rápida provoca la formación de ácido láctico, el cual se convierte rápidamente en **lactato** (20). Cuando se produce a un ritmo muy rápido, la capacidad del organismo para convertir el ácido láctico en lactato puede deteriorarse,

provocando la acumulación de ácido láctico, lo cual puede provocar fatiga y, finalmente, el cese de la actividad (107). Dicha acumulación es más prevalente en los episodios repetidos de ejercicio de alta intensidad, en especial, los que se ejercen con cortos períodos de descanso (63, 76). Por eso, una elevada concentración de ácido láctico puede indicar un aporte energético rápido.

Cuando aumenta la duración de la actividad hasta los 2 minutos, la aportación de ATP cambia de la glucólisis rápida a la glucólisis lenta. Teóricamente, cuando la intensidad del episodio disminuye, el porcentaje de catabolización glucolítica de la glucosa y el glucógeno se ralentizan, por lo que la consecuente reducción de la producción de ácido láctico permite que el organismo lo derive en lactato, formando piruvato (20, 107). Una vez formado el piruvato, se transporta al interior de la mitocondria en la que se utiliza en el metabolismo oxidativo. También el lactato se transporta al hígado, donde se convierte en glucosa, la cual llega al tejido activo, como el músculo esquelético y cardíaco, en donde se convierte de nuevo en piruvato que, al final, se utiliza en el metabolismo oxidativo (87).

La cantidad de glucógeno disponible está en relación con la de los carbohidratos presentes en la dieta (26). Por tanto, es fácil comprender que las dietas bajas en carbohidratos provocarán una reducción de los depósitos de glucógeno muscular, lo que empeorará el rendimiento del deportista (57). La utilización del glucógeno durante el ejercicio y la competición depende de la duración e intensidad del episodio (56, 103, 104). El ejercicio aeróbico (51) y el anaeróbico, como los intervalos de esprint repetidos (3) y el entrenamiento de fuerza (56), pueden afectar significativamente a los depósitos de glucógeno musculares y hepáticos. Tras el ejercicio, uno de los principales problemas, tanto para los deportistas como para los entrenadores, es la franja de tiempo que exige la resíntesis de glucógeno. Si el deportista no repone sus depósitos, el rendimiento puede deteriorarse significativamente. Los depósitos insuficientes de glucógeno muscular se han asociado con la debilidad muscular inducida por el ejercicio (117), la disminución de la producción de fuerza isocinética (70) y la disminución de fuerza isométrica (62).

Generalmente, después de completar un episodio de ejercicio, se tarda entre 20 y 24 horas en restablecer por completo el glucógeno muscular (29). Sin embargo, si se sigue una dieta inadecuada de carbohidratos o se produce un daño muscular inducido por el ejercicio excesivo, puede ampliarse significativamente el tiempo necesario para la reposición de glucógeno (24, 26). En las 2 horas posteriores al ejercicio, el deportista tiene una gran oportunidad para incrementar el porcentaje de síntesis de glucógeno muscular. Ivy y colaboradores (68) sugirieron que si los carbohidratos se consumen dentro de las 2 horas de haber completado el ejercicio, los depósitos de glucógeno muscular pueden incrementarse en un 45 %. Esto puede ser particularmente importante cuando el deportista solo cuenta con un período de recuperación corto entre dos episodios de ejercicio, o eventos competitivos, en el mismo día (56).

Sistema oxidativo

Al igual que el sistema glucolítico, el sistema oxidativo utiliza la glucosa en sangre y el glucógeno muscular como fuentes de combustible para producir ATP. La mayor diferencia entre ambos es que las reacciones enzimáticas del sistema oxidativo se producen en presencia de O_2 , mientras que los procesos del sistema glucolítico se realizan sin O_2 (10). A diferencia del sistema glucolítico rápido, el oxidativo no produce ácido láctico a partir de la metabolización de la glucosa y del glucógeno. Además, posee la capacidad de utilizar grasas y proteínas para producir ATP (107).

En reposo, el sistema oxidativo produce un 70 % de ATP a partir de la oxidación de las grasas y el 30 % restante de la oxidación de los carbohidratos (10, 107). La utilización del tipo de combustible depende de la intensidad del ejercicio. Brooks y colaboradores (10) perfilaron lo que se ha venido a denominar como **concepto de crossover**, en el que la intensidad baja del ejercicio se lleva a cabo con ATP proveniente, fundamentalmente, de la oxidación de las grasas y algo de los carbohidratos. Cuando la intensidad del ejercicio se incrementa, aumenta la cantidad de estos últimos utilizados para producir ATP, mientras que disminuye la de la grasa. Esto da un nuevo respaldo al concepto de que el ejercicio de alta intensidad utiliza carbohidratos como fuente principal de combustible.

El sistema oxidativo o aeróbico es la fuente principal de ATP para eventos que duren entre 2 minutos y, aproximadamente, 3 horas (todas las pruebas en pista de 800 metros o más, el esquí de travesía, el patinaje de velocidad de larga distancia). Por el contrario, las actividades que duran menos de 2 minutos utilizan los medios anaeróbicos para afrontar sus exigencias de ATP (88).

Tanto el entrenador como el deportista necesitan comprender los mecanismos bioenergéticos que aportan energía al ejercicio y al rendimiento deportivo. Puede crearse una estructura de trabajo en la que el deportista se entrene basándose en la bioenergética de su deporte. Esto se ha denominado **especificidad bioenergética** (107). La figura 1.16 ilustra las fuentes de energía que se utilizan en deportes y eventos específicos. El entrenador y el deportista pueden utilizar la clasificación bioenergética de su deporte, basándose en la duración, la intensidad y el combustible utilizado en tal actividad, para crear un programa de entrenamiento efectivo para su deporte concreto.

Solapamiento de los sistemas energéticos

En todo momento, los diferentes sistemas de energía contribuyen a la producción global de ATP. Sin embargo, en función de las demandas fisiológicas asociadas con los episodios de ejercicio, la producción de ATP pasa a depender de un sistema energético principal (107). Por ejemplo, los eventos de muy alta intensidad que se producen en muy poco tiempo, como un esprint de 100 metros, suponen un estímulo sobre el sistema energético anaeróbico para afrontar las exigencias de ATP (99). Cuando la duración de la actividad se amplía, aumenta la utilización de los mecanismos oxidativos para aportar ATP (figura 1.17). Por ejemplo, los episodios de ejercicio que duren aproximadamente 1 minuto satisfarán el 70 % de sus exigencias energéticas por la vía de los mecanismos anaeróbicos, mientras que los que

Vías metabólicas de energía	Vías metabólicas anaeróbicas		Vías metabólicas aeróbicas								
	ATP-PC	Glucolíticas	Producción de ATP en presencia de oxígeno								
Fuentes energéticas principales	Producción de ATP sin presencia de oxígeno		Producción de ATP en presencia de oxígeno								
Combustible	Fosfágenos: depósitos musculares de ATP y PCr		Metabolización completa del glucógeno en presencia de oxígeno								
Duración	0 s	10 s	40 s	60 s	2 min	4 min	10 min	30 min	1 h	2 h	3 h
Eventos deportivos	Esprint (<100 m)	Esprint (200-400 m)	100 m natación	Atletismo media distancia, natación, patinaje de velocidad	Atletismo 800 m	1000 m piragüismo	Atletismo larga distancia, natación, patinaje de velocidad, piragüismo				
	Lanzamiento	Patinaje de velocidad (500 m)	Atletismo 800 m	Boxeo	500 m piragüismo	1000 m piragüismo	Ski de fondo				
	Lanzamiento	La mayoría de los eventos gimnásticos	500 m piragüismo	Boxeo	500 m piragüismo	1000 m piragüismo	Remo				
	Halterofilia	Ciclismo en pista	1500 m patinaje de velocidad	Lucha	1500 m patinaje de velocidad	1000 m piragüismo	Ciclismo: carreras en ruta				
	Salto de esquí	Natación 50 m	Ejercicio en suelo en gimnasia	Artes Marciales	Ejercicio en suelo en gimnasia	1000 m piragüismo	Maratón				
	Golf (swing)		Esquí alpino	Patinaje artístico	Esquí alpino	1000 m piragüismo	Triatlón				
	Salto de trampolín		Ciclismo en pista: 1000 m y persecución	Natación sincronizada	Ciclismo en pista: 1000 m y persecución	1000 m piragüismo					
	Acrobacias en gimnasia			Ciclismo: persecución							
	La mayoría de los deportes de equipo, raqueta y vela										
	Destrezas	Principalmente acíclicas		Acíclicas y cíclicas							

FIGURA 1.16 Fuentes energéticas para la competición deportiva.

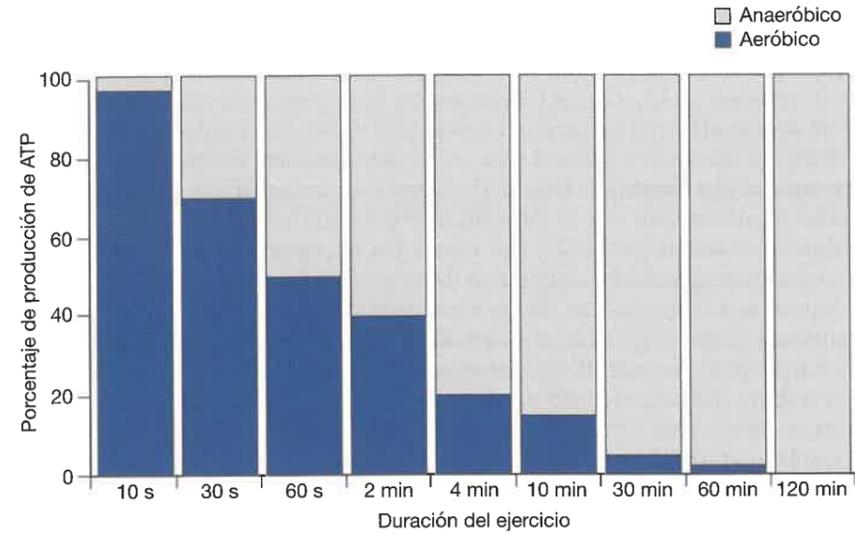


FIGURA 1.17 Relación entre tiempo y aporte energético anaeróbico y aeróbico.

tengan una duración de 4 minutos cubrirán el 65 % de estas por la vía del metabolismo aeróbico (99). Por tanto, en todo evento deportivo específico hay un sistema energético que principalmente satisface las necesidades de ATP del deportista; la comprensión de este hecho ayudará, tanto al entrenador como al deportista, a que diseñen programas de trabajo cuyo objetivo sea cubrir las necesidades bioenergéticas específicas propias de la actividad deportiva de que se trate (107).

La cantidad de lactato en sangre informa sobre qué sistema energético está actuando como aportador principal de energía. Niveles altos de formación de lactato sugieren que el sistema glucolítico está operando en un porcentaje muy elevado y, por tanto, creando un pico de producción de ácido láctico y lactato. En resistencia, o en actividades aeróbicas, el primer punto en el que la formación de lactato comienza a aumentar abruptamente se denomina **umbral de lactato (UL)**, y representa el cambio del aporte energético aeróbico al energético anaeróbico cuando se incrementa la intensidad del ejercicio (107). En individuos no entrenados, el UL puede producirse entre el 50 y 60 % de su **capacidad aeróbica máxima** ($\dot{V}O_2$ máx), mientras que en deportistas de fondo altamente entrenados se observan UL tan elevados como el 80 % de la $\dot{V}O_2$ máx (16, 88). En ocasiones, el UL de un deportista de resistencia de élite puede producirse entre el 83 y el 93 % del latido cardíaco máximo (35, 67, 95). El segundo mayor incremento de acumulación de lactato se produce alrededor de los 4 minutos de ejercicio, denominándose **aparición de acumulación de lactato en sangre (OBLA)** (88). Se ha demostrado que, en deportistas de fondo entrenados, la OBLA se produce entre el 90 y 93 % del latido cardíaco máximo (35, 67, 95).

Muchos investigadores han encontrado evidencias de que el momento en el que se producen el UL y la OBLA se ve afectado por los estímulos del entrenamiento (39, 78, 79). Trabajos recientes de Esfarjani y Laursen (39) sugieren que los intervalos de alta intensidad pueden provocar elevaciones significativas tanto del rendimiento de resistencia como del UL, permitiendo al fondista trabajar a gran intensidad antes de experimentar aumentos de ácido láctico.

Se ha demostrado que el entrenamiento a intervalos de sprints incrementa la actividad enzimática glucolítica y oxidativa, mejora la producción de la potencia máxima a corto plazo e incrementa la potencia aeróbica máxima (82). Se ha sugerido que la capacidad aeróbica elevada mejora la recuperación de los ejercicios anaeróbicos de alta intensidad, debido a que mejora la eliminación de lactato y la regeneración de PCr (112). Estos hallazgos pueden determinar que, tanto los entrenadores como los deportistas, piensen equivocadamente que el entrenamiento aeróbico es necesario para mejorar la capacidad del deportista para

recuperarse de los episodios repetitivos de ejercicio anaeróbico de alta intensidad. Sin embargo, muchos estudios demuestran claramente que la potencia o capacidad aeróbica máxima tiene poca importancia en la recuperación de los episodios repetitivos de ejercicio anaeróbico de alta intensidad (8, 15, 22, 114). La inclusión de intervalos de alta intensidad en el entrenamiento de deportistas que participan en deportes en los que predomina el aporte energético anaeróbico, dará como resultado una capacidad aeróbica suficientemente alta para mejorar la **recuperación postejercicio** (15). Aunque la inclusión de entrenamiento aeróbico incrementa significativamente la capacidad y potencia aeróbicas, generalmente disminuye el rendimiento anaeróbico (37). Por tanto, los entrenadores y los deportistas han de centrarse en mejorar el perfil bioenergético de su evento deportivo.

La tabla 1.2 proporciona información de las características bioenergéticas de muchos deportes. En el entrenamiento a intervalos, el intervalo de descanso entre episodios de actividad puede afectar significativamente al sistema energético primario empleado (107). Los intervalos cortos de trabajo-descanso (como 1:1-1:3) tendrán selectivamente como objetivo el sistema oxidativo, mientras que los más largos de trabajo-descanso (1:12-1:20) se dirigirán al sistema del fosfágeno (107). Los entrenadores deben intentar adaptar las características de intensidad y tiempo del evento deportivo, diseñando para ello ejercicios de acondicionamiento que modelen su bioenergética e incorporen componentes tácticos y técnicos de la actividad. Si se hace correctamente, dichos ejercicios se relacionarán con las características del tiempo y perfil de intensidad de la actividad. Para diseñar programas efectivos, el entrenador o el deportista necesitan comprender las características del rendimiento y las exigencias bioenergéticas de su actividad deportiva.

TABLA 1.2 Sistemas de liberación de energía (Ergogénesis en porcentajes) para deportes

Deporte	Evento o posición	Fosfágeno	Glucolítico	Oxidativo	Referencia
Atletismo	100 m	53	44	3	van Someren (113), Newsholme y Duester (92b)
	200 m	26	45	29	van Someren (113), Newsholme y Duester (92b)
	400 m	12	50	38	van Someren (113), Newsholme y Duester (92b)
	800 m	6	33	61	van Someren (113), Newsholme y Duester (92b)
	1.500 m	-	20	80	van Someren (113), Newsholme y Duester (92b)
	5.000 m	-	12,5	87,5	van Someren (113), Newsholme y Duester (92b)
	10.000 m	-	3	97	van Someren (113), Newsholme y Duester (92b)
	Maratón	-	-	100	van Someren (113), Newsholme y Duester (92b)
	Salto	90	10	0	Powers y Howley (99)
Lanzamientos	90	10	0	Powers y Howley (99)	
Baloncesto		80	10	10	Powers y Howley (99)
Balónmano		80	10	10	Dal Monte (31)
Béisbol		80	15	5	Powers y Howley (99)
Biatlón		0	5	95	Dal Monte (31)

Deporte	Evento o posición	Fosfágeno	Glucolítico	Oxidativo	Referencia
Ciclismo	200 m pista	98	2	0	Dal Monte (31)
	4.000 m persecución	20	50	30	Dal Monte (31)
	Carrera en ruta	0	5	95	Dal Monte (31)
Conducción	Deportes de motor, luge	0	0-15	85-10	Dal Monte (31)
Equitación		20-30	20-50	20-50	Dal Monte (31)
Esgrima		90	10	0	Dal Monte (31)
Esquí	Eslalon (45-50 s)	40	50	10	Alpine Canada (4)
	Eslalon gigante (70-90 s)	30	50	20	Alpine Canada (4)
	Súper gigante (80-120 s)	15	45	40	Alpine Canada (4)
	Descenso (90-150 s)	10	45	45	Alpine Canada (4)
	Nórdico	0	5	95	Dal Monte (31)
Fútbol	Portero	80	20	0	Powers y Howley (99)
	Medio	60	20	20	Powers y Howley (99)
	Delantero	80	20	0	Powers y Howley (99)
	Lateral	80	20	0	Powers y Howley (99)
Fútbol americano		90	10	0	Powers y Howley (99)
Gimnasia		90	10	0	Powers y Howley (99)
Golf (<i>swing</i>)		100	0	0	Powers y Howley (99)
Hockey sobre hielo	Delantero	80	20	0	Powers y Howley (99)
	Defensa	80	20	0	Powers y Howley (99)
	Portero	95	5	0	Powers y Howley (99)
Hockey sobre hierba		60	20	20	Powers y Howley (99)
Judo		90	10	0	Dal Monte (31)
Kayak	K1: 500 m	25	60	15	Dal Monte (31)
	K2,4: 500 m	30	60	10	Dal Monte (31)
	K1: 1000 m	20	50	30	Dal Monte (31)
	K2,4: 1000 m	20	55	25	Dal Monte (31)
	K1,2,4: 10.000 m	5	10	85	Dal Monte (31)
Lucha		45	55	0	Powers y Howley (99)
Natación	50 m	95	5	0	Powers y Howley (99)
	100 m	80	15	5	Powers y Howley (99)
	200 m	30	65	5	Powers y Howley (99)
	400 m	20	40	40	Powers y Howley (99)
	800 m	10	30	60	Mathews y Fox (86)
	1.500 m	10	20	70	Powers y Howley (99)

(continúa)

TABLA 1.2 (continuación)

Deporte	Evento o posición	Fosfágeno	Glucolítico	Oxidativo	Referencia
Patínaje artístico		60-80	10-30	20	Dal Monte (31)
Patínaje de velocidad	500 m	95	5	0	Dal Monte (31)
	1.500 m	30	60	10	Dal Monte (31)
	5.000 m	10	40	50	Dal Monte (31)
	10.000 m	5	15	80	Dal Monte (31)
Piragüismo	C1: 1.000 m	25	35	40	Dal Monte (31)
	C2: 1.000 m	20	55	25	Dal Monte (31)
	C1,2: 10.000 m	5	10	85	Dal Monte (31)
Remo		20	30	50	Powers y Howley (99)
Rugby		30-40	10-20	30-50	Dal Monte (31)
Salto de trampolín		98	2	0	Powers y Howley (99)
Tenis		70	20	10	Powers y Howley (99)
Tiro		0	0	100	Dal Monte (31)
Tiro con arco		0	0	100	Mathews and Fox (86)
Vela		0	15	85-100	Dal Monte (31)
Voleibol		90	10	0	Powers y Howley (99)
Waterpolo		30	40	30	Dal Monte (31)

Tanto el entrenador como el deportista deben considerar la duración del juego en los deportes de raqueta, el segmento táctico en un partido en baloncesto o hockey hielo y el intervalo de descanso entre episodios de ejercicio. Por ejemplo, cuando se diseñan programas de entrenamiento para deportes como el fútbol americano, el fútbol o el rugby, el entrenador debe tener presente la posición de juego del deportista en el equipo. En el fútbol americano el porcentaje de juego dura entre 4 a 6 segundos y los jugadores tienen intervalos de descanso de 25 a 45 segundos; además, según sus diferentes posiciones tienen muy distintos retos fisiológicos (98). Si se considera el fútbol, el entrenador debe tener en cuenta la distancia cubierta por las diferentes posiciones (los defensas alrededor de 10 km, los centrocampistas 12 km y los delanteros 10,5 km); estas distancias repercutirán en los factores estresantes bioenergéticos que afectan a cada deportista (7). En un partido de fútbol, el ejercicio de alta intensidad sobrecarga el sistema anaeróbico durante cerca de 7 minutos, con un porcentaje de 19 sprints que duran alrededor de 2,0 segundos; el resto de la actividad corresponde al sistema aeróbico (7).

Resumen de los conceptos principales

El propósito del entrenamiento es incrementar la capacidad de trabajo del deportista, la efectividad de sus destrezas y las cualidades psicológicas para mejorar su rendimiento en las competiciones. El entrenamiento es un proceso a largo plazo. Los deportistas no se desarrollan de la noche a la mañana, y el entrenador no puede hacer milagros mediante atajos, ni pasar por alto teorías y metodologías científicas.

Cuando el deportista se entrena, se adapta o ajusta a las cargas de entrenamiento. Cuanto mejor sea su anatomía, fisiología y capacidad de adaptación psicológica, mayores serán las probabilidades de mejorar su rendimiento deportivo.

La supercompensación es uno de los conceptos más importantes en el entrenamiento. La dinámica de un ciclo de supercompensación depende de la planificación de las intensidades del trabajo. Un buen entrenamiento debe considerar la supercompensación dado que sus aplicaciones aseguran la recuperación de la energía y, lo que es más importante, ayuda al deportista a evitar niveles críticos de fatiga que pueden provocar un sobreentrenamiento.

Para llevar a cabo un programa de entrenamiento efectivo, los entrenadores deben comprender los sistemas energéticos, la utilización del combustible por cada sistema y cuánto tiempo necesitan los deportistas para restablecer la energía utilizada en el entrenamiento y la competición. La buena comprensión del tiempo de recuperación de los sistemas energéticos es la base para calcular los intervalos de descanso durante la sesión de entrenamiento, entre diferentes sesiones y después de una competición.

Principios del entrenamiento

2

Desde los inicios del entrenamiento deportivo, hace más de 3.000 años (ver la *Eneida*, escrita por el poeta romano Virgilio en la segunda década a.C.), los deportistas y los entrenadores han establecido y seguido principios de entrenamiento. Estos principios han evolucionado a lo largo de los años como resultado de las investigaciones de las ciencias biológicas, pedagógicas y psicológicas. Estos principios constituyen los fundamentos de la teoría y la metodología del entrenamiento.

El objetivo principal del entrenamiento es incrementar las destrezas deportivas del atleta y, al final, su nivel de rendimiento deportivo. Los principios del entrenamiento son parte de un concepto único y no deberían contemplarse como unidades separadas. Sin embargo, con frecuencia se examinan por separado para comprender mejor sus conceptos básicos. La utilización correcta de dichos principios dará como resultado programas de entrenamiento mejores y deportistas bien entrenados.

Desarrollo multilateral versus especialización

El desarrollo global del deportista implica un notable equilibrio entre el entrenamiento multilateral y el especializado. En general, las primeras fases evolutivas del deportista deben centrarse en el trabajo multilateral, cuyo objetivo es su desarrollo físico completo. Cuando el deportista está más desarrollado, ha de incrementarse continuamente la proporción de entrenamiento especializado, centrado fundamentalmente en las destrezas necesarias para satisfacer los objetivos de su deporte. Para hacerlo con efectividad, el entrenador debe comprender tanto la importancia de cada una de estas dos fases de entrenamiento como los cambios que hay que hacer en el entrenamiento a medida que el deportista evoluciona.

Desarrollo multilateral

El soporte del concepto de desarrollo multilateral se halla en la mayoría de las áreas de la educación y el esfuerzo humano. En los deportistas, el desarrollo multilateral, o físico global, es una necesidad (9, 25, 83). La utilización de un plan de desarrollo multilateral es extremadamente importante durante las primeras etapas evolutivas del deportista (83). Durante sus años de formación, dicho plan establece el trabajo para preparar los períodos posteriores de entrenamiento, en los que la especialización adquiere mayor protagonismo. Si se implementa adecuadamente, la fase de entrenamiento multilateral permitirá al deportista desarrollar más tarde las bases fisiológicas y psicológicas necesarias para el máximo rendimiento (83).

La tentación de desviarse demasiado pronto del plan de desarrollo multilateral y comenzar el entrenamiento especializado puede ser muy grande, en especial, cuando el joven deportista demuestra un desarrollo rápido en su actividad deportiva. En tales casos, es primordial que

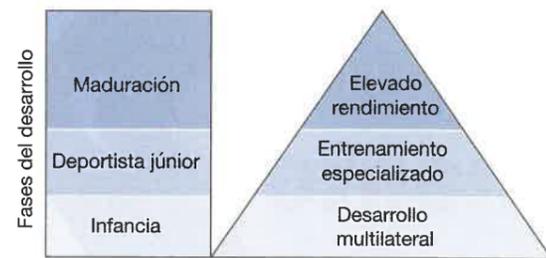


FIGURA 2.1 Modelo secuencial de entrenamiento deportivo a largo plazo.

mizar el rendimiento deportivo (25, 79, 84). La figura 2.1 ilustra un modelo conceptual de una aproximación secuencial del entrenamiento a largo plazo.

La base de la pirámide de la figura 2.1 representa el período de desarrollo multilateral, fundamento del programa de entrenamiento. Esta parte incluye múltiples facetas del desarrollo motor, destrezas multideportivas y alguna destreza específica del deporte. La variedad de ejercicios que el deportista debe practicar durante este tiempo permite el desarrollo completo de sus sistemas fisiológicos. Por ejemplo, en esta fase, los sistemas neuromuscular, cardiovascular y energético se activan de modo diferente para permitir un desarrollo equilibrado. Cuando el desarrollo del deportista alcanza un nivel aceptable, especialmente en su desarrollo físico, debe progresar a una segunda fase marcada por un mayor grado de especialización.

La fase multilateral no excluye especificidad en los procesos de entrenamiento. Al contrario, el trabajo específico está presente en todas las fases del programa aunque en diferentes proporciones, como puede verse en la figura 2.2. Dicha figura muestra que durante la fase multilateral del entrenamiento, el porcentaje de actividad especializada es muy pequeño. A medida que el deportista madura, se incrementa el grado de especialización. Se piensa que la base multilateral sirve como fundamento para desarrollos futuros y ayuda al deportista a evitar lesiones por sobrecarga y estancamientos en el entrenamiento (83).

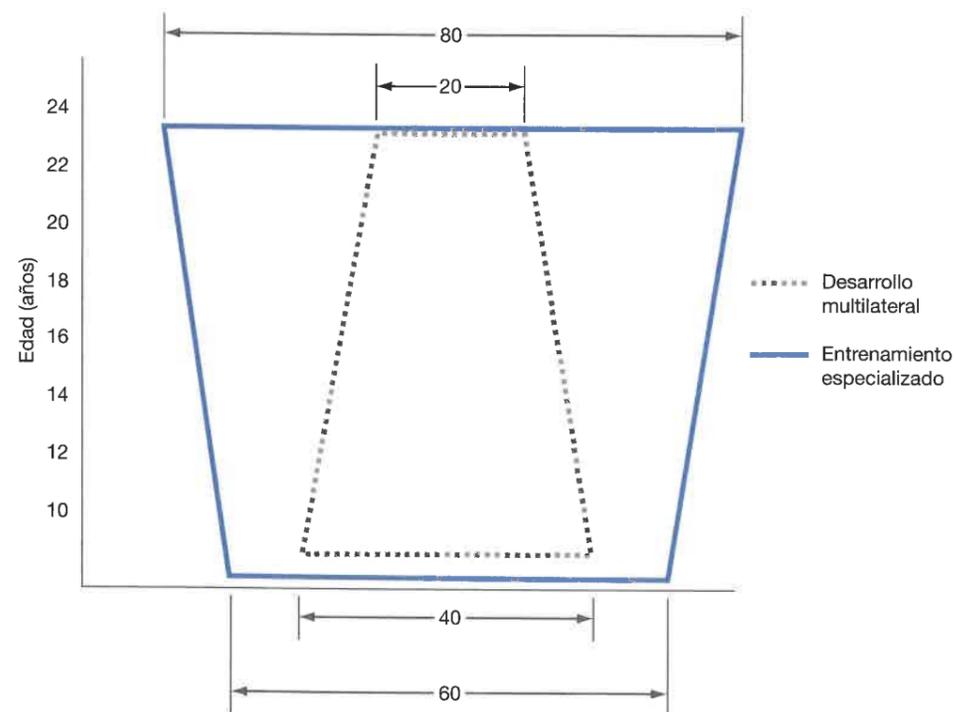


FIGURA 2.2 Comparación entre la especialización precoz y el desarrollo multilateral.

Tres estudios longitudinales, realizados en tres países (18, 22, 46), respaldan los beneficios del desarrollo multilateral. En un estudio de 14 años de la antigua Alemania del Este (46), se dividió en dos grupos a un gran número de muchachos de entre 9 a 12 años. El primer grupo entrenó de forma similar al enfoque empleado en Norteamérica, centrándose en la especialización precoz en un deporte determinado. Estos deportistas utilizaron ejercicios y métodos de trabajo específicos para un deporte concreto. El segundo grupo siguió un programa generalista centrado en el desarrollo multilateral. Este grupo participaba en diversos deportes, aprendiendo varias destrezas y realizando un entrenamiento físico global, además de entrenar destrezas específicas del deporte. Los resultados de estas investigaciones apoyan la afirmación de que cuando se establecen bases sólidas mediante un enfoque multilateral, se consiguen mayores éxitos deportivos.

Fuentes rusas (22) refieren un estudio con hallazgos similares. Estos estudios longitudinales concluyen que, en la mayoría de los deportes, la especialización no debe comenzar antes de los quince años. Algunos de los principales hallazgos de estos estudios son los siguientes:

- La mayor parte de los mejores deportistas rusos tienen unos fundamentos multilaterales fuertes.
- La mayoría de los deportistas empezaron a entrenar a los siete u ocho años. En los primeros años, todos los deportistas participaron en diferentes deportes, como fútbol, esquí de fondo, carreras, patinaje, natación y ciclismo. A partir de los 10 a 13 años, los niños también participaron en deportes de equipo, gimnasia, remo y atletismo.
- Los programas de especialización los iniciaron de los 15 a 17 años, sin olvidar los primeros deportes y actividades físicas. Los mejores rendimientos se obtuvieron después de entrenar de 5 a 8 años en los deportes especializados.
- Los deportistas altamente especializados en edades muy tempranas, lograron sus mejores rendimientos en la categoría de edad júnior (menos de dieciocho años).

Comparación entre la especialización precoz y el desarrollo multilateral

Especialización precoz

- Rápida mejora del rendimiento.
- Mejores rendimientos conseguidos a los quince o dieciséis años debido a una rápida adaptación.
- Rendimiento irregular en las competiciones.
- Alta incidencia de «quemados» y abandonos del deporte a los dieciocho años.
- Incremento del riesgo de lesión debido a una adaptación forzada y falta de desarrollo fisiológico.

Desarrollo multilateral

- Mejoras del rendimiento más lentas.
- Mejores rendimientos a los dieciocho años o mayores, cuando el deportista ha alcanzado la maduración fisiológica y psicológica.
- Rendimiento consistente y progresivo en la competición.
- Carreras deportivas más largas.
- Menos lesiones como resultado del empleo de esquemas de cargas más progresivas y del desarrollo global fisiológico.

Basado en Harre, 1982 (46).

Estos rendimientos no se repitieron cuando llegaron a categoría sénior (más de dieciocho años). Muchos se retiraron antes de alcanzarla. Solo una minoría de los que se especializaron a una edad joven logró mejorar su rendimiento en categoría sénior.

- Muchos deportistas de alto nivel comenzaron a entrenar a nivel de júnior (14 a 18 años). Nunca fueron campeones júnior ni consiguieron récords nacionales, pero como séniores muchos de ellos obtuvieron rendimientos de nivel nacional o internacional.
- La mayoría de los deportistas consideraron que sus éxitos eran atribuibles a las bases multilaterales desarrolladas durante la niñez y la edad de categoría júnior.

El tercer estudio, llevado a cabo por Carlson (18), analizó los antecedentes de entrenamiento y los esquemas de desarrollo de jugadores de tenis suecos de élite, que tuvieron mucho éxito en competiciones internacionales. Los sujetos se dividieron en dos grupos de estudio, uno constituido por jugadores adultos de tenis de élite y otro grupo control, igualados en edad, género y ranking de nivel júnior. Los hallazgos más relevantes de las investigaciones se muestran resumidos en la página 45. Ambos grupos de jugadores tuvieron similares destrezas a la edad de 12 a 14 años; la diferencia entre los dos grupos se produjo después. Los investigadores también encontraron que, en los sujetos del grupo control, el desarrollo de la destreza fue rápida durante la primera adolescencia, participando en una atmósfera de elevada exigencia de éxitos. Curiosamente, los jugadores del grupo control se especializaron a los 11 años, mientras que el grupo de estudio no comenzó a especializarse hasta los 14 años. De hecho, el grupo de estudio participó en una amplia variedad de actividades deportivas durante su primera adolescencia, mientras que el grupo control rindió a nivel especializado con un entrenamiento similar al profesional. Aunque el grupo control demostró significativamente mayores rendimientos como juniors, el grupo de estudio demostró que sus niveles más elevados de rendimiento fueron como deportistas sénior. El trabajo de Carlson (18) apoya la importancia de la aproximación de entrenamiento multilateral, con marcada implicación multideportiva y menos entrenamiento de tipo profesional durante la niñez temprana y adolescencia.

El entrenador debe considerar el entrenamiento multilateral, en las primeras fases del desarrollo del deportista, como base para su especialización y maestría deportiva futuras (58). Sobre todo, debe utilizarse cuando se entrena a niños y júnior (9, 58). En estas fases del desarrollo del deportista, es esencial que se desarrollen consistentemente una serie de atributos físicos y psicológicos. Ciertas destrezas físicas son esenciales durante esta fase de trabajo, incluidos los movimientos naturales como correr, saltar, escalar y lanzar (58,78). Además, en esta fase de desarrollo, es importante desarrollar velocidad, agilidad, coordinación, flexibilidad y forma física general global. Estas metas de entrenamiento se consiguen mejor mediante actividades diversas que permitan el desarrollo de muchas habilidades biomotoras. En este proceso, al joven deportista se le enseñarán diversas técnicas de ejercicio, incluyendo algunos de los aspectos técnicos del deporte seleccionado. Todas estas destrezas las utilizará cuando esté más desarrollado y el entrenamiento multilateral pase a un segundo plano.

A lo largo de su carrera, todos los deportistas deben participar, en alguna medida, en el entrenamiento multilateral (figura 2.2). La mayor cantidad se concentra durante las fases precoces del desarrollo; a medida que el deportista progresa, se centra menos en este tipo de trabajo. En la carrera del deportista, el desarrollo multilateral es esencial para optimizar los efectos posteriores del entrenamiento especializado.

Especialización

Ya entrene en un campo deportivo, en la piscina o en un gimnasio, el deportista finalmente se especializará en un deporte o evento. Entrenar para un deporte provoca adaptaciones fisiológicas específicas a los esquemas de movimiento de la actividad, a sus exigencias metabólicas, a sus esquemas de generación de fuerza, al tipo de contracción y a las pautas de reclutamiento muscular (28, 82, 89). El tipo de entrenamiento utilizado tiene un efecto muy específico sobre las características físicas del deportista (21). Por ejemplo, el entrenamiento

Resumen de las investigaciones que estudian los efectos de la especialización precoz y el entrenamiento multilateral en el desarrollo del deportista

Grupo control

- Comienzo de la especialización a los 11 años, cesando el entrenamiento multilateral.
- Experimenta significativamente menos entrenamiento multilateral durante las edades de desarrollo precoz.
- El tenis lo practica más el grupo de edades entre 13 y 15 años.
- Tendencia a perder autoconfianza a medida que se progresa en el entrenamiento.
- Desarrollo más rápido que el grupo de estudio durante la primera adolescencia.
- Experimentan mayor presión para el éxito durante las fases precoces de desarrollo por parte de los padres y los entrenadores.

Grupo de estudio

- Comienzan a especializarse a los 14 años o mayores.
- Experimentan significativamente más entrenamiento multilateral durante las fases de desarrollo precoz.
- Practican más tenis que el grupo control después de los 15 años.
- Tienen a ganar autoconfianza y progresan en el entrenamiento.
- Se desarrollan más lentamente que el grupo control durante la primera adolescencia.
- Experimentan menos presión para el éxito durante las fases precoces de desarrollo por parte de los padres y los entrenadores.

Adaptado por Carlson, 1988 (18).

de fondo tiene la capacidad de estimular tanto las adaptaciones centrales como periféricas, entre las que se incluyen la modificación de los esquemas de reclutamiento nervioso, los cambios bioenergéticos o de los factores metabólicos y el estímulo significativo de las modificaciones musculares esqueléticas (2,48). A la inversa, el entrenamiento de fuerza produce unas modificaciones significativas en la maquinaria contráctil, en el sistema neuromuscular y en las vías metabólicas y bioenergéticas (1,21). Las investigaciones contemporáneas sugieren que el músculo esquelético exhibe una gran capacidad plástica en respuesta a las diferentes modalidades del entrenamiento de fuerza o de resistencia; esto provoca la activación o desactivación de diferentes vías metabólicas de señalización molecular en función del tipo de trabajo que se lleva a cabo (4, 6, 7, 21, 67, 68, 100). Las adaptaciones específicas no están limitadas a las respuestas fisiológicas por las características técnicas, tácticas y psicológicas, sino que también se desarrollan en respuesta al entrenamiento especializado. Es probable que cada actividad deportiva pueda desarrollar atributos que permiten al deportista conseguir altos niveles de maestría.

La especialización es un proceso complejo, no unilateral, basado en el desarrollo multilateral. Desde que un deportista progresa desde principiante a atleta maduro que ha logrado la maestría en su deporte, se incrementa progresivamente el volumen total y la intensidad del entrenamiento, así como también su grado de especialización. Muchos autores sugieren que las mejores adaptaciones al entrenamiento se producen en respuesta a los ejercicios específicos de la actividad deportiva, y a los que su objetivo es una habilidad biomotora dada, solo después de que se hayan desarrollado las bases multilaterales (22, 78). El primero se refiere a los ejercicios que son paralelos o similares a los movimientos del deporte; los

segundos se refieren a los ejercicios que desarrollan la fuerza, la velocidad y la resistencia. La relación entre estos dos grupos de ejercicios varía para cada deporte, en función de sus características. En carreras de larga distancia, por ejemplo, aproximadamente el 90 % del volumen de entrenamiento consiste en ejercicios específicos de este deporte. En otras actividades, como el salto de altura, representan solo un 40 % de los ejercicios que desarrollan la fuerza de las piernas y la potencia del salto, que suman el resto. Cuando se trabaja con deportistas avanzados, los entrenadores deben dedicar solo entre el 60 y el 80 % del tiempo de entrenamiento total a los ejercicios específicos del deporte (figura 2.2), y han de dedicar el resto a desarrollar habilidades biomotoras.

Los entrenadores deben planificar cuidadosamente la relación entre entrenamiento multilateral y especializado, teniendo en consideración la tendencia moderna de bajar la edad de maduración de los deportistas. En algunos deportes, estos consiguen un alto nivel de rendimiento cuando son jóvenes y, por tanto, deben incorporarse a una edad temprana (25). Son ejemplos de estos deportes la gimnasia artística, la gimnasia rítmica, el patinaje artístico, la natación y el salto de trampolín. Sin embargo, los recientes cambios en las normas de la competición olímpica pueden incrementar el porcentaje de edad para el rendimiento de los gimnastas de alto nivel. Por ejemplo, para competir en las olimpiadas, una gimnasta debe cumplir los 16 años durante el año olímpico. Entre los años 2005 y 2007, en los campeonatos del mundo de gimnasia, la media de edad de los competidores fue de 18 años (84).

La tabla 2.1 presenta una guía aproximada de la edad en que se puede empezar a entrenar, a la que se puede iniciar la especialización y en la que, normalmente, se alcanza el rendimiento más elevado. Algunos autores sugieren que la edad óptima para comenzar a entrenar está entre los 5 y 9 años (9, 12). Durante estas fases precoces de trabajo, el entrenador debe centrarse en desarrollar un conocimiento físico que incluya las destrezas básicas, como correr, saltar y lanzar (9). Es importante desarrollarlas en la iniciación del entrenamiento ya que parece que los deportistas jóvenes las adquieren a un ritmo más rápido que los deportistas más maduros. Una vez que el deportista las ha desarrollado, ya puede comenzar algún tipo de entrenamiento específico para su deporte elegido. Generalmente, esto ocurre entre los 10 y 14 años (9). Como se estableció previamente, el entrenamiento multilateral es el eje principal hasta los 14 años, pudiéndose llevar a cabo un entrenamiento mucho más especializado después.

TABLA 2.1 Edad de comienzo, de especialización y de máximo rendimiento en los diferentes deportes

Deporte	Edad de comienzo de entrenamiento (años)	Edad de comienzo de especialización (años)	Edad en la que se obtienen los rendimientos más elevados (años)
Ajedrez	7-8	12-15	23-35
Atletismo			
Esprint	10-12	14-16	22-26
Carrera de media distancia	13-14	16-17	22-26
Carrera de larga distancia	14-16	17-20	25-28
Salto de altura	12-14	16-18	22-25
Triple salto	12-14	17-19	23-26
Salto de longitud	12-14	17-19	23-26
Lanzamientos	14-15	17-19	23-27

Deporte	Edad de comienzo de entrenamiento (años)	Edad de comienzo de especialización (años)	Edad en la que se obtienen los rendimientos más elevados (años)
Bádminton	10-12	14-16	20-25
Baloncesto	10-12	14-16	22-28
Balónmano continental	10-12	14-16	22-26
Béisbol	10-12	15-16	22-28
Biatlón	10-12	16-17	23-26
Bobsled	12-14	17-18	22-26
Boxeo	13-15	16-17	22-26
Ciclismo	12-15	16-18	22-28
Equitación	10-12	14-16	22-28
Esgrima	10-12	14-16	20-25
Esquí			
Alpino	7-8	12-14	18-25
Nórdico	12-14	16-18	23-28
Más de 30 km	—	17-19	24-28
Saltos	10-12	14-15	22-26
Fútbol	10-12	14-16	22-26
Fútbol americano	12-14	16-18	23-27
Gimnasia			
Mujeres	6-8	9-10	14-18
Hombres	8-9	14-15	22-25
Halterofilia	14-15	17-18	23-27
Hockey sobre hielo	6-8	13-14	22-28
Hockey sobre hierba	11-13	14-16	20-25
Judo	8-10	15-16	22-26
Lucha	11-13	17-19	24-27
Natación			
Mujeres	7-9	11-13	18-22
Hombres	<7-8	13-15	20-24
Natación sincronizada	6-8	12-14	19-23
Patinaje artístico	7-9	11-13	18-25
Patinaje de velocidad	10-12	15-16	22-26
Pentatlón moderno	11-13	14-16	21-25
Piragüismo (canoa)	12-14	15-17	22-26

(continúa)

TABLA 2.1 (continuación)

Deporte	Edad de comienzo de entrenamiento (años)	Edad de comienzo de especialización (años)	Edad en la que se obtienen los rendimientos más elevados (años)
Remo	11-14	16-18	22-25
Rugby	13-14	16-17	22-26
Salto de trampolín			
Mujeres	6-8	9-11	14-18
Hombres	8-10	11-13	18-22
Squash y balonmano	10-12	15-17	23-27
Tenis			
Mujeres	7-8	11-13	20-25
Hombres	7-8	12-14	22-27
Tenis de mesa	8-9	13-14	22-25
Tiro	12-15	17-18	24-30
Tiro con arco	12-14	16-18	23-30
Vela	10-12	14-16	22-30
Voléibol	10-12	15-16	22-26
Waterpolo	10-12	16-17	23-26

Reproducido con permiso de T. O. Bompá y M. Carrera, 2015, *Conditioning young athletes* (Champaign, IL: Human Kinetics), 9.

Individualización

La individualización es una de las principales exigencias del entrenamiento contemporáneo. Esta exige que el entrenador tenga en cuenta las habilidades, el potencial y las características de aprendizaje del deportista, así como las exigencias del deporte, independientemente de su nivel de rendimiento. Cada deportista tiene unos atributos fisiológicos y psicológicos peculiares que necesitan considerarse al desarrollar un plan de entrenamiento.

Muchas veces, los entrenadores adoptan una aproximación no científica al entrenamiento al seguir literalmente programas de entrenamiento de deportistas con éxito, o programas de otros deportes, mostrando una completa indiferencia a la experiencia de entrenamiento del deportista, a sus habilidades y a su preparación fisiológica. Y lo que es peor aún, algunos adoptan programas de competidores de élite y los aplican a deportistas junior que todavía no han desarrollado sus esquemas físicos prácticos, sus bases fisiológicas o las destrezas psicológicas necesarias para afrontar este tipo de programas. Los deportistas jóvenes no son capaces, ni fisiológica ni psicológicamente, de tolerar programas creados para deportistas avanzados (26, 27, 39, 99). El entrenador necesita comprender las necesidades del deportista y desarrollar planes de entrenamiento que las satisfagan. Esto puede lograrse siguiendo la aplicación de una serie de normas.

Plan según el nivel de tolerancia

El plan de entrenamiento ha de basarse en un análisis comprensivo de los parámetros fisiológicos y psicológicos del deportista, los cuales darán al entrenador información sobre

la capacidad de trabajo del deportista. La capacidad de entrenamiento individual puede determinarse por los siguientes factores:

- **La edad biológica:** Se considera que la **edad biológica** de un deportista es un indicador más preciso de su potencial de rendimiento físico que su **edad cronológica** (25, 65). Uno de los mejores indicadores de la edad biológica es la maduración sexual (15, 38), dado que indica el incremento de los niveles de **testosterona** circulante (65, 75). Los deportistas que son físicamente más maduros, como indicador de una mayor edad biológica, parecen ser más fuertes, más rápidos y mejores en deportes de equipo que sus homólogos con una edad biológica menor, a pesar de tener la misma edad cronológica (38, 65). En general, los niños tienen mayor resistencia a la fatiga, lo cual puede explicar por qué responden mejor a volúmenes elevados de entrenamiento (73). De otro lado, los adultos mayores parecen mostrar una disminución en la motivación para entrenar intensamente (91), una mayor prevalencia a las lesiones (55) y que les afectan a disminuir su capacidad para tolerar un entrenamiento intenso. La mayoría de los deportistas junior toleran mejor niveles elevados de entrenamiento con cargas moderadas que los que se basan en cargas elevadas y alta intensidad (27, 39, 73). La combinación de cargas elevadas y volúmenes altos es un problema para los jóvenes deportistas ya que puede incrementar el riesgo de lesiones músculoesqueléticas (39).
- **La edad de entrenamiento:** La **edad de entrenamiento** se define como el número de años que un individuo se ha estado preparando para ejercer una actividad deportiva (12), y es considerablemente diferente a las edades biológica y cronológica. Los deportistas con una edad de entrenamiento elevada han desarrollado una base sólida de entrenamiento y, lo más probable es que sean capaces de participar en un plan de entrenamiento especializado, sobre todo, si se han iniciado precozmente y su entrenamiento ha sido multilateral. Un deportista con edad cronológica elevada y baja de entrenamiento puede necesitar más trabajo multilateral para adquirir destrezas ya que carece de la base de entrenamiento que le permita un alto grado de especialización en su deporte.



Cuando se planifica el entrenamiento y sus sesiones prácticas deben tenerse en cuenta la edad y el nivel de destrezas de un deportista, junto con otros factores.

- *La historia de entrenamiento:* La historia de entrenamiento del deportista influye en su capacidad de trabajo. Uno que ya haya asumido un entrenamiento multilateral significativo es más probable que tenga más desarrollado su potencial físico y su **preparación** para afrontar un entrenamiento más estimulante, comparado con uno que no haya sido entrenado de igual modo.
- *El estado de salud:* Un deportista enfermo o lesionado tendrá reducida su capacidad de trabajo y, por lo común, no será capaz de tolerar las cargas de entrenamiento prescritas. El tipo de enfermedad, o el grado de lesión, y sus bases fisiológicas convergen para determinar la carga de entrenamiento que puede tolerar (89). El entrenador debe monitorizar el estado de salud del deportista para determinar la carga apropiada de entrenamiento.
- *Estrés y porcentaje de recuperación:* Con frecuencia, la capacidad para tolerar cargas de entrenamiento está relacionada con todos los factores estresantes con los que tropieza el deportista (89). Los factores estresantes de cualquier índole se consideran sumatorios, y aquellos que imponen una elevada exigencia al deportista pueden modificar su capacidad para tolerar las cargas de trabajo (92). Por ejemplo, un período escolar duro, el trabajo o las actividades familiares también pueden afectarla. Los viajes de trabajo, la universidad o el entrenamiento pueden contribuir, aún más, a los niveles de estrés. Los entrenadores deben tener en cuenta estos factores y, en consecuencia, ajustar la carga de entrenamiento. Por ejemplo, en tiempos de estrés elevado, como la época de exámenes académicos, lo deseable es reducirla.

Individualizar las cargas de entrenamiento

La habilidad de adaptarse a una carga de entrenamiento depende de la capacidad del individuo. Como se ha reseñado en la sección precedente, muchos factores contribuyen a la respuesta individualizada del deportista a las cargas de trabajo y a las progresiones: la historia del entrenamiento, el estado de salud, el estrés de la vida, la edad cronológica, la edad biológica y la edad de entrenamiento. Imitar simplemente los planes de trabajo de los competidores de élite no generará altos niveles de rendimiento (89). En lugar de ello, el entrenador ha de dirigir las necesidades y capacidades de su deportista mediante el desarrollo de un programa individualizado; esto requiere observaciones detalladas de su pupilo, de su técnica y habilidades prácticas, sus características físicas y sus puntos fuertes y débiles. Como se tratará más adelante en este capítulo, en la sección que se ocupa de los modelos de entrenamiento, los test periódicos del deportista le permitirán desarrollar planes de entrenamiento más específicos e individualizados. Si los deportistas se encuentran prácticamente en el mismo nivel de desarrollo y fase de entrenamiento, puede ser necesaria una menor individualización del plan de trabajo (89).

Consideraciones sobre las diferencias de género

Las diferencias de género pueden tener una función importante en el rendimiento y la individualización de las adaptaciones de entrenamiento. Los niños y niñas prepubescentes son muy similares en altura, peso, perímetros, volumen óseo y pliegue cutáneo (99). Tras la aparición de la pubertad, ambos comienzan a desarrollar diferencias sustanciales en sus atributos físicos. Las niñas tienden a tener niveles más elevados de grasa corporal, menor cantidad de masa libre de grasa y una masa corporal total más ligera (99). Desde la perspectiva del rendimiento, está claro que hombres y mujeres difieren en masa muscular y fuerza (29, 35, 54, 93), en potencia y capacidad aeróbicas (36, 64) y en capacidad aeróbica máxima (3, 19, 20, 24, 81).

Algunos investigadores sugieren que las diferencias de género están relacionadas con factores anatómicos y biomecánicos (60, 66), mientras que otros sugieren que las experiencias de entrenamiento y el acceso a un trabajo especializado explican parcialmente tales diferencias (60).

Apoyando esta última afirmación, Kraemer y colaboradores (57) encontraron que las diferencias de rendimiento entre hombres y mujeres se redujo sustancialmente cuando se establecieron planes de entrenamiento apropiados para mujeres.

Después de estudiar los rendimientos anaeróbicos de la élite (esprint, natación, patinaje de velocidad) desde 1952 a 2006, Seiler y colaboradores (80) concluyeron que las diferencias de rendimiento entre hombres y mujeres disminuyeron inicialmente, pero recientemente estas han cesado de igualarse. Chevront y colaboradores (19) describieron una tendencia similar al comparar variables de ambos géneros en el rendimiento de las carreras de distancias largas.

Las mujeres son capaces de tolerar programas de trabajo extensos e intensos (17). En efecto, Cao (17) sugirió que las mujeres pueden manejar elevados volúmenes de intensidad de entrenamiento de resistencia igual que sus homólogos varones. Sin embargo, hay que ser cauto en la valoración de estos datos ya que las deportistas tienen áreas específicas que necesitan trabajarse. Por ejemplo, tienden a ser más débiles en la parte superior del cuerpo (17, 28) y la musculatura del tronco (17). Por ello deben incluirse en el trabajo de las deportistas más ejercicios para fortalecer dichas áreas.

La respuesta del rendimiento de las deportistas durante las fases del ciclo menstrual parece ser muy individualizada (99). La literatura científica sugiere que, en la mayoría de los casos, no afecta al rendimiento aeróbico máximo y submáximo (53), ni al rendimiento anaeróbico (14, 53). Sin embargo, los estudios sugieren que la regulación térmica está comprometida durante la fase luteínica, en la que se produce el incremento de la temperatura del segmento medio (53). Esto puede constituir un problema importante para las mujeres que se ejercitan o entrenan durante mucho tiempo en condiciones de calor y humedad.

Incorporación de variaciones al entrenamiento

La variación es uno de los componentes claves y necesarios para inducir adaptaciones en respuesta al entrenamiento. La adquisición de destrezas, así como el rendimiento, se incrementa rápidamente al comienzo de las nuevas tareas, pero se ralentiza si se repite durante mucho tiempo el mismo plan de entrenamiento o idéntica estructura de las cargas (51). Stone y colaboradores (86) sugirieron que la falta de variación del entrenamiento provoca un **programa monótono de sobreentrenamiento**. Esto ocurre cuando el mismo estímulo de trabajo se emplea regularmente durante largos períodos de tiempo; al final, esto determinará la reducción o el estancamiento en meseta del rendimiento, situación que puede asimilarse como una forma de sobreentrenamiento. En apoyo de esta afirmación, O'Toole (69) sugirió que el grado de monotonía en el plan de entrenamiento se relaciona significativamente con el deterioro del rendimiento.

La periodización del entrenamiento no solo disminuye la monotonía o el aburrimiento en el trabajo sino también las secuencias de las fases que lo componen, de tal modo que las adaptaciones morfofuncionales se construyen unas sobre otras induciendo, al final, unas adaptaciones fisiológicas mayores. Zatsiorsky (101) sugirió que la periodización es un acto equilibrado entre la variación de **entrenamiento** y su estabilidad (monotonía o repetición). Por tanto, cuando se considera la periodización, la variación del entrenamiento es de una importancia fundamental (72, 82, 89). Las adaptaciones óptimas se logran en respuesta a la variación sistemática de las cargas de trabajo y su contenido. Si la variación que se establece es inadecuada, y el programa es monótono, el rendimiento no va a ser óptimo. Esto ocurre cuando el sistema nervioso no se ha sobrecargado lo suficiente como para estimular las adaptaciones fisiológicas (86, 89).

En el plan de trabajo, las variaciones pueden incorporarse a muchos niveles. A nivel de microciclo, se pueden añadir modificando el volumen de entrenamiento, la intensidad, la frecuencia y la selección de ejercicios. Normalmente, si en el microciclo se plantea una elevada variación en los parámetros de carga, se mantiene más estable la selección de los ejercicios; por otro lado, si los primeros son más estables, es la segunda la que se varía más. La variación de los ejercicios y los parámetros de la carga se construye bajo el concepto metodológico de periodización del entrenamiento. Por ejemplo, para desarrollar **fuerza**

y **potencia** en las piernas de un jugador de voleibol, o de un atleta, este puede practicar sentadillas posteriores completas durante la fase de preparación general y medias sentadillas durante la fase de preparación específica. Durante la última fase preparatoria, el énfasis puede cambiar del desarrollo de la fuerza a la capacidad de generar potencia. Por tanto, las sentadillas completas o las medias sentadillas aún podrían utilizarse para mantener la fuerza máxima, mientras que para desarrollar potencia pueden emplearse los cuartos de sentadillas rápidas o con salto. Por tanto, este programa puede establecerse como sigue:

Sentadilla posterior → ½ sentadilla posterior → ¼ sentadilla rápida → ¼ sentadilla con salto

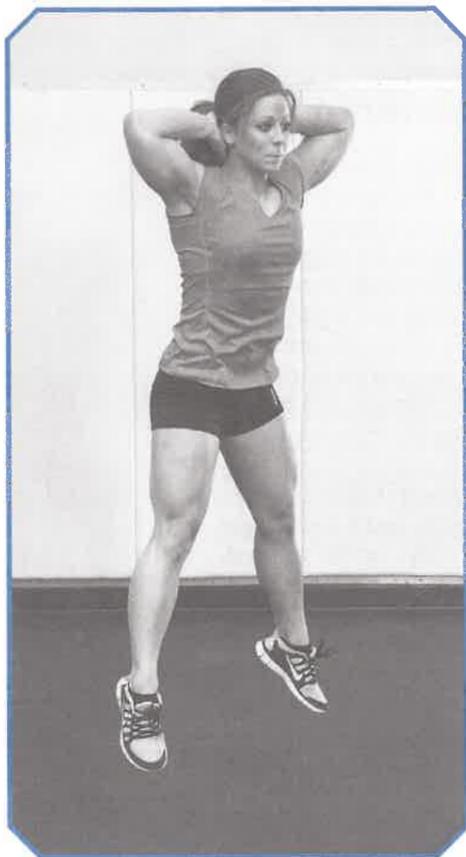
Otro ejemplo de este concepto puede verse en la preparación de los ciclistas. Fuera de temporada, el ciclista sigue normalmente varias modalidades de trabajo, como el esquí nórdico, para mantener la forma física aeróbica y, a continuación, continúa con trabajo sobre la bicicleta durante la fase preparatoria del programa. La estructura introducción-reintroducción (89) se basa en que el retorno rápido al entrenamiento con bicicleta incrementará su habilidad sobre la máquina ya que, cuando se reintroducen, las tareas son semi-novedosas.

La variación del entrenamiento también puede incorporarse en el microciclo. Por ejemplo, en unos días del ciclo el deportista entrena múltiples veces al día y en otros realiza solo una sesión de entrenamiento.

Las sesiones de entrenamiento múltiple en el mismo día han demostrado que provocan mayores adaptaciones fisiológicas que con solo una sesión diaria (41). Sin embargo, reducir la frecuencia de trabajo durante un día puede facilitar la **recuperación**, la cual puede permitir al deportista entrenar más duro los días o microciclos siguientes.

Otro modo de variar el plan de entrenamiento es alternar sistemáticamente su intensidad. Al hacerlo, a lo largo del microciclo se establecerán períodos de estimulación y de recuperación, los cuales, al parecer, inducen mayores adaptaciones fisiológicas (89). Curiosamente, alternar sesiones de entrenamiento duras y ligeras dentro del microciclo se ha usado para preparar tanto a deportistas de fondo (69) como a deportistas de fuerza y potencia (89). Otra estrategia de variación es alternar tanto la intensidad como la frecuencia de entrenamiento. Por ejemplo, para manipular la intensidad el mismo día de entrenamiento individual, se puede programar una sesión matinal con una intensidad de trabajo elevada y otra por la tarde de una intensidad más baja. Al siguiente día, puede disminuirse el número de sesiones para facilitar la recuperación, o aumentarse, para incrementar el estímulo del entrenamiento.

Las variaciones de entrenamiento solo están limitadas por la habilidad del entrenador para aplicar los principios científicos de modo creativo. La implementación de las variaciones de entrenamiento debe basarse en la comprensión completa de la bioenergética (**ergogénesis**) del deporte (28, 70, 89), los esquemas de movimiento que exige (28), la necesidad de las destrezas específicas y el nivel de desarrollo del deportista o edad de entrenamiento (89). Los deportistas avanzados requerirán más variación en las cargas pero menos en los ejercicios que los principiantes, quienes poseen una base de entrenamiento muy pequeña y necesitan una aproximación multilateral en la selección de ejercicios. Estos últimos pueden conseguir resultados muy buenos con modelos de entrenamiento básicos, a pesar de que no contengan variaciones significativas.



Cambiar la intensidad de las cargas de entrenamiento, como añadir una sentadilla con salto, es un modo de añadir variantes al plan de entrenamiento y conseguir mayores adaptaciones fisiológicas.

Desarrollo del modelo de entrenamiento

Los modelos de entrenamiento se han utilizado desde los años 1960, aunque no siempre bien organizados y con frecuencia aplicados aleatoriamente (11). A pesar de que muchos especialistas deportivos de la Europa del Este adquirieron conocimientos y experiencias usando los modelos de entrenamiento, la tendencia general hacia la utilización de estas herramientas a nivel mundial no se produjo hasta los años 1970 (10, 16).

Está bien documentada la íntima relación entre entrenamiento y rendimiento, pero a nivel muy individual (5, 49). El desarrollo de un modelo de entrenamiento se centra en la noción de la especialización y la individualización de los programas de trabajo (11, 49, 79, 90). Los modelos que permiten la implementación, el análisis, la evaluación y la modificación de los planes de entrenamiento, y que se basan en parámetros fisiológicos y de rendimiento, son utilizados particularmente en el desarrollo de los deportistas (90).

El desarrollo de un modelo de entrenamiento es un proceso a largo plazo, permanentemente cambiante, que ha de evolucionar junto con el desarrollo del deportista. La elaboración de un modelo es un proceso de labor intensa, basado en los modelos previos, en las

evaluaciones actuales del deportista y en sólidos fundamentos científicos. Aunque este proceso consume tiempo, es un tiempo bien gastado: cuanto mejor sea el modelo, más probable será que el deportista consiga mayores rendimientos. El modelo debe evaluarse continuamente y modificarse en respuesta a nuevos conocimientos científicos, al desarrollo del nivel del deportista y a la evaluación de sus progresos. Un método teórico para desarrollar un modelo de entrenamiento se presenta en la figura 2.3.

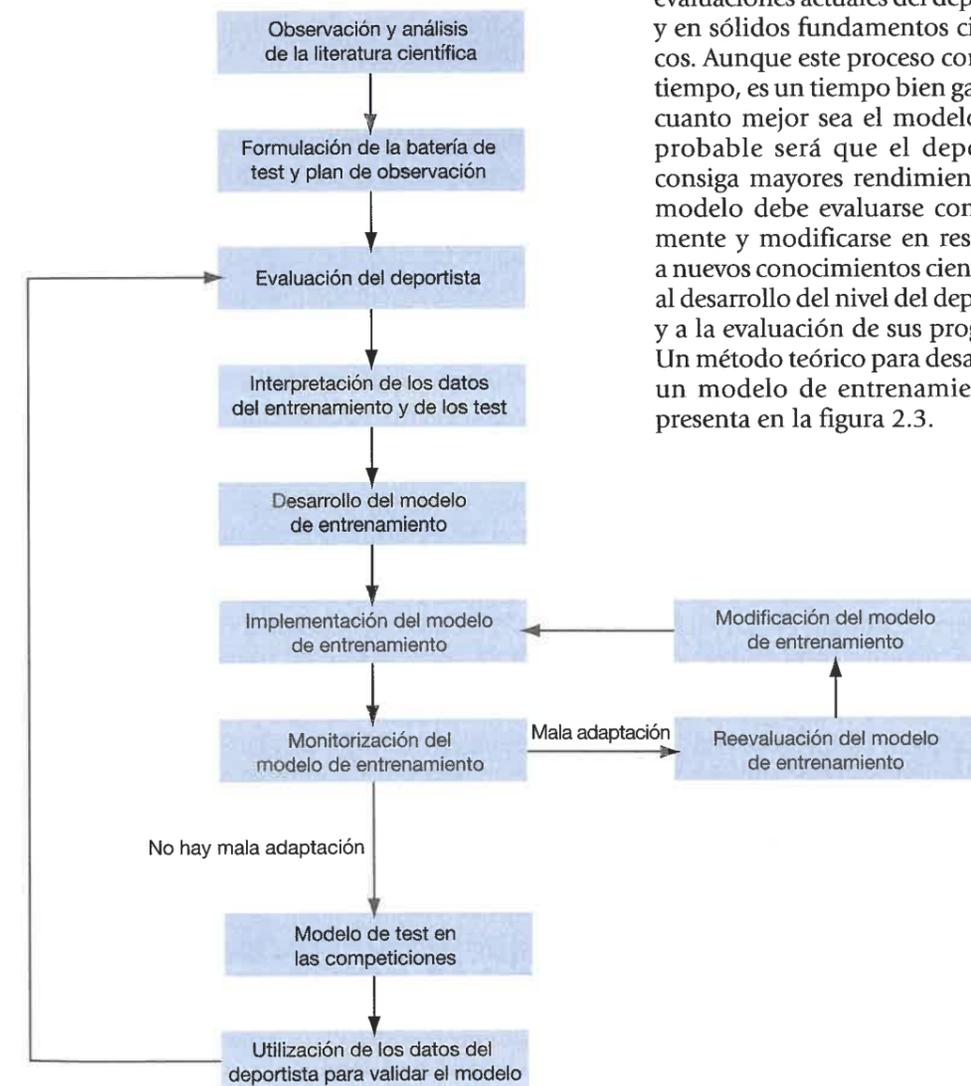


FIGURA 2.3 Secuencia del desarrollo de un modelo de entrenamiento.

La elaboración de un modelo de entrenamiento comienza con el análisis detallado de la literatura científica respecto al deporte. Comprender las características fisiológicas (por ejemplo, biomecánicas), (74) morfológicas (37), anatómicas, biomotoras (56) y psicológicas (76) asociadas con el deporte es el fundamento de la segunda fase de su desarrollo. Esta segunda fase requiere desarrollar un programa de test objetivos que puedan utilizarse para analizar el estado de entrenamiento del deportista. Por ejemplo, la literatura científica sobre los lanzamientos indica que la fuerza máxima y la potencia explosiva están relacionadas con altos niveles de rendimiento (88). Por tanto, los test fisiológicos deben desarrollarse e implementarse para evaluar la capacidad del deportista para generar fuerza (es decir, capacidad para generar picos de fuerza, porcentaje de desarrollo de fuerza y fuerza máxima) y fuerza explosiva (es decir, evaluación del pico de potencia, **una repetición máxima (1RM)**, la cargada de potencia 1RM). También deben evaluarse las destrezas tácticas y técnicas del deportista para delimitar áreas débiles, que pueden tratarse con un modelo tradicional. Los test han de elaborarse para evaluar las áreas de déficit físico o de riesgo de lesión (por ejemplo, rango de movimiento, desequilibrios musculares). Otras parcelas que pueden evaluarse incluyen los rasgos psicológicos (es decir, el estado de ánimo), el estatus de sueño (por ejemplo, calidad de sueño) y las prácticas nutricionales. Finalmente, deben evaluarse los **registros de entrenamiento** del deportista y los resultados del rendimiento competitivo para determinar si fue efectivo el modelo de entrenamiento previo.

Una vez completadas las evaluaciones del deportista, el entrenador interpreta todos los datos recogidos. El modelo de entrenamiento ha de diseñarse con el objetivo de atender las necesidades del deportista para mejorar sus posibilidades de rendimiento a alto nivel. En esta fase, se establecen los factores principales de entrenamiento. Dichos factores incluyen la progresión de las cargas, la intensidad del trabajo, el volumen de entrenamiento, la frecuencia del entrenamiento y el número de repeticiones necesarias para estimular las adaptaciones fisiológicas y psicológicas adecuadas. Además, se establecen los componentes tácticos, técnicos y de estrategia del modelo, que se integran en él. El modelo de entrenamiento ha de ser muy específico para el individuo o el equipo, ya que el resultado de los test ayuda al entrenador a establecer los parámetros de trabajo. Una vez desarrollado, es el momento de implementarlo.

Durante la fase de implementación, el deportista debe estar monitorizado continuamente de tal manera que el entrenador pueda detectar cualquier mala adaptación. Un plan de monitorización amplio incluye períodos de evaluación de sus atributos fisiológicos (es decir, test fisiológicos similares a los de la fase de evaluación del desarrollo del modelo), los datos de los registros de entrenamiento, el estatus psicológico, el estatus nutricional y el desarrollo de las destrezas técnicas. Durante esta fase, si el entrenador cuestiona la efectividad del modelo, debe reevaluarlo y modificarlo para asegurarse de que se alcanzan las metas de rendimiento.

Los test principales sobre la efectividad del modelo son los resultados competitivos del deportista. Si consigue el éxito en la competición, el modelo se considerará validado. Tras completar el período competitivo, específicamente durante la fase de transición, el modelo continúa evolucionando a medida que se reevalúa al deportista. Esta reevaluación incluye el examen crítico y comprensivo de los años de entrenamiento pasados para determinar si se han alcanzado las metas de entrenamiento o los objetivos y los estándares de rendimiento. Todos los test realizados a lo largo del año de entrenamiento se evalúan para determinar si las tendencias que aparecen han incrementado o reducido el rendimiento. Ha de valorarse cómo afronta el deportista el entrenamiento y el estrés competitivo para determinar si son necesarias mejoras en esta área. Después de esta evaluación, el entrenador debe decidir si utiliza un nuevo modelo para el siguiente plan anual.

Progresión de la carga

Desde 1975, los resultados de los rendimientos de los deportistas han mejorado. Hay muchas razones para estas mejoras pero, claramente, el centro de este fenómeno es la capacidad para tolerar cargas elevadas de entrenamiento. El apoyo a esta aseveración es el incremento de las cargas de trabajo que se utilizaron desde 1975 hasta 2000 (tabla 2.2).

TABLA 2.2 Dinámica del volumen de entrenamiento desde 1975 a 2000

Deporte	Volumen de entrenamiento	Año		
		1975	1985	2000
Gimnasia (mujeres)	Elementos por semana	3.450	6.000	5-6.000
	Rutinas por semana	86	86	150
Remo (mujeres)	Kilómetros por año	4.500	6.800	6.500-7.000
Esgrima	Horas por año de entrenamiento	980	1.150	1.100-1.200
Fútbol	Horas por año de entrenamiento	460	560	500-600
Natación (100 m)	Horas por año de entrenamiento	980	1.070	1.000-1.040
Boxeo	Horas por año de entrenamiento	960	1.040	1.000-1.100

Las mejoras en el rendimiento son el resultado directo de la cantidad y calidad del trabajo del deportista obtenido durante el entrenamiento. Desde los principiantes a los deportistas de élite, las cargas de entrenamiento deben incrementarse gradualmente, y variarse periódicamente, según la capacidad fisiológica del deportista, sus habilidades psicológicas y su tolerancia al trabajo.

La carga de entrenamiento puede concebirse como la combinación de la intensidad, el volumen y la frecuencia del entrenamiento (83). Esta está determinada por el grado de especificidad del trabajo y el desarrollo del estatus de rendimiento del deportista (82). Hay una interacción compleja entre el **estado de forma** del deportista, las cargas de entrenamiento y su capacidad para tolerarlas (83).

La aplicación de las cargas provoca una escalada de respuestas fisiológicas que permiten al deportista adaptarse a los estímulos de entrenamiento. Estas adaptaciones elevan su forma física y le proporcionan una mayor tolerancia para entrenar, así como también un aumento en su capacidad de rendimiento (83, 102). Cuando se adapta a la carga de entrenamiento, esta debe incrementarse para que se produzcan las correspondientes adaptaciones fisiológicas.

Las cargas de entrenamiento suelen clasificarse, según sus efectos sobre las adaptaciones fisiológicas, como de desarrollo, de mantenimiento o **de desentrenamiento** (101, 102). Una carga de desarrollo es la que es más elevada que la carga típica de entrenamiento del deportista. Por el contrario, una carga de desentrenamiento es sustancialmente menor que la habitual. Al final, esta carga produce una pérdida de forma física y de capacidad de rendimiento. Entre estas dos categorías, se encuentra la carga de mantenimiento, la cual es la de trabajo típico del deportista. Permite al deportista mantenerse en forma mientras experimenta la recuperación. A medida que el deportista se adapta a una carga de desarrollo, esta se va convirtiendo en carga de mantenimiento, y la previa de mantenimiento lo hace en carga de desentrenamiento. Por tanto, la clasificación de las cargas es un concepto fluido, que cambia a medida que el deportista se adapta a ellas, de tal forma que el entrenador ha de prestar atención a la secuencia de las cargas en el plan de trabajo periodizado.

La correcta secuenciación de las cargas se basará en su incremento gradual, el cual, al final, producirá el incremento de la capacidad de rendimiento (83). Sin embargo, si la carga se incrementa repentina y radicalmente, se necesitará más tiempo para que se produzcan las adaptaciones fisiológicas y las mejoras en el rendimiento (89, 95, 101, 102); su incremento súbito supone un mayor riesgo de malas adaptaciones y lesión. La franja de tiempo necesaria para que se produzca la recuperación y la adaptación es directamente proporcional a la magnitud del incremento súbito de la carga de trabajo (89).

La manipulación sistemática y gradual de las cargas de entrenamiento es la base de la periodización, la cual ha de llevarse a cabo en todos los niveles del plan de entrenamiento (desde el microciclo al ciclo olímpico) y de los del deportista. La secuenciación adecuada de las cargas

de trabajo está relacionada directamente con las mejoras del rendimiento del deportista. La estructura de la carga varía entre diferentes deportes y regiones geográficas del mundo. A continuación, se ofrece un breve examen de las muchas teorías existentes sobre la carga.

Carga estándar

La carga estándar implica la utilización de cargas similares y de frecuencias durante la fase preparatoria del entrenamiento. Si se emplean regularmente cargas estándar durante la fase de preparación, tan solo se producen mejoras de rendimiento durante la primera parte de dicha fase.

Cuando el deportista cambia de la fase de preparación a la fase competitiva, el estímulo de entrenamiento se mantiene muy similar, a excepción de una reducción de la carga de trabajo. Si la carga estándar se implementa de este modo, el rendimiento se estabiliza durante la fase competitiva (ver figura 1.4 en la página 19). Esta meseta de estancamiento en la prestación se produce como resultado de la pérdida de variación en la carga de trabajo. Si durante la etapa competitiva se emplean cargas subóptimas, es posible que el rendimiento se deteriore, especialmente durante la última parte de esta fase (52).

Dado que el rendimiento mejora solo durante la primera parte de la fase preparatoria, las cargas de trabajo deben incrementarse cada año. Los teóricos del entrenamiento contemporáneo sugieren que este tipo de cargas son subóptimas en casi todas las situaciones, y que si se utilizan estrategias de carga escalonada, o de secuenciación conjugada, se puede provocar una mayor mejora del rendimiento a largo plazo (71). Por tanto, para optimizar las adaptaciones del rendimiento, en tanto que respuesta a la carga de entrenamiento, esta deberá incrementarse año tras año para crear el estímulo necesario que provoque adaptaciones fisiológicas superiores. Esto solo se producirá si el plan de entrenamiento se secuencia correctamente, incluyendo los adecuados períodos de recuperación.

Carga lineal

La carga lineal del entrenamiento es un concepto que parece violar muchos de los principios de periodización (71, 89); sin embargo, este tipo de estructura de trabajo es muy popular. De acuerdo con los que propusieron originalmente este principio (50, 59), el rendimiento se incrementará solo si el deportista entrena su capacidad máxima contra cargas que aumenten gradualmente, y que sean cada vez más elevadas que a las que normalmente se enfrenta (8, 71, 72). Conceptualmente, esto podría conducir a una curva de carga con un incremento continuo

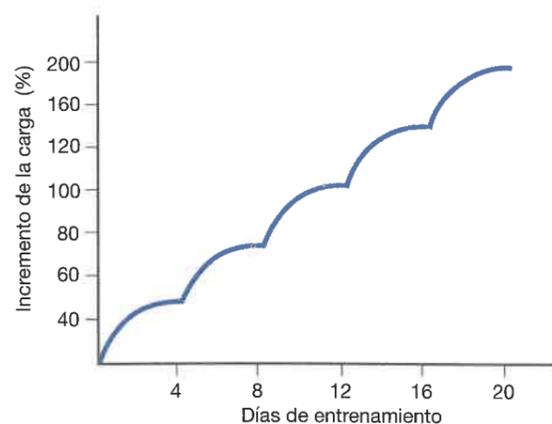


FIGURA 2.4 Incrementos de la carga según el método de cargas lineales.

Basado en datos de Hellebrandt y Houtz, 1956 (50).

en el tiempo (figura 2.4). Aunque la literatura ha demostrado claramente que el entrenamiento con cargas debe incrementarse a lo largo del ciclo de entrenamiento de la carrera del deportista (87, 102), este método puede ser útil, durante un breve período de tiempo, especialmente para los principiantes (23,31, 32, 34, 45). Si se utiliza la carga lineal durante demasiado tiempo, su resultado más probable es el sobreentrenamiento. Si este se produce, el deportista mostrará malas adaptaciones fisiológicas y psicológicas, la disminución en sus marcadores de rendimiento y un elevado nivel de fatiga (69). Por tanto, usar cargas lineales, en sentido estricto, y salvo que se implementen en períodos cortos, no es un modo óptimo de entrenar, ya que no dejan suficiente tiempo de recuperación y pueden «quemar» al deportista e incrementar el número de lesiones.

Cargas escalonadas

El modelo de cargas escalonadas permite sobrecargas progresivas intercaladas con períodos de descarga. En ocasiones, se denomina periodización tradicional o modelo de periodización clásico (11b, 62, 63, 71). El uso de fases de descarga, o de mantenimiento, permite la regeneración, una mayor adaptación fisiológica y períodos de recuperación psicológica. En el modelo de cargas escalonadas (figura 2.5), se produce el incremento de la carga de trabajo en forma de ondas (87, 89, 96, 102). Dado que una sesión de entrenamiento es insuficiente como para provocar adaptaciones fisiológicas y psicológicas evidentes, con frecuencia se recomienda que se repita el mismo estímulo a lo largo de muchas sesiones. Habitualmente, se utiliza la estructura de cargas 3:1, en la cual se incrementan a lo largo de tres microciclos y, a continuación, se reducen en un cuarto microciclo para permitir la recuperación y evitar los problemas habituales asociados al sobreentrenamiento.

La figura 2.5 ilustra la estructura de cargas clásica 3:1 (11b, 11c). Hay muchas evidencias que apoyan la utilización del entrenamiento de un **macrociclo** de cuatro semanas (63,71, 89), o macrociclos entre 2 y 6 semanas (por lo general, 4 semanas) (96, 101, 102). Como se representa en la figura 2.5, el incremento gradual de la carga en los primeros 3 microciclos hace que se acumule cierta cantidad de fatiga, por lo que han de seguirse de una fase de descarga, que implica la disminución de la carga y de la fatiga. Esta reducción disminuye la fatiga, incrementa la forma física e induce una serie de adaptaciones fisiológicas que preparan al deportista para las posteriores sobrecargas de las próximas series de microciclos (89). Al comienzo de la fase de preparación general, pueden establecerse un mayor número de escalones de carga progresiva, al igual que las cargas de inicio deben ser bajas (figura: 2.6). En algunas situaciones puede ser preciso establecer solo unos pocos escalones de incremento. Por ejemplo, un deportista joven puede necesitar una estructura 2:1, con dos microciclos de incremento de la carga seguidos por uno de recuperación (figura 2.7).

Las cargas escalonadas generan la intensificación de las cargas en cada paso progresivo, lo cual desarrolla la base para el siguiente macrociclo de trabajo. Este tipo de cargas es excelente para los deportistas principiantes, los que están al comienzo de su fase de preparación general y los deportistas de resistencia en general (71). La base científica para la inclusión de más variaciones de microciclos, y entrenamiento periódico submáximo, puede encontrarse en estudios tanto con humanos (30) como con animales (13). Esta literatura sugiere que la inclusión periódica de días de entrenamiento ligero da como resultado mayor potencial de las respuestas adaptativas las cuales son, al final, las que incrementarán el rendimiento.

Carga concentrada

Muchas veces, la sobrecarga a corto plazo se denomina **carga concentrada** (91) o sobrecarga (61). Por lo general, el deportista puede recuperarse de este tipo de cargas en poco tiempo, si utiliza cargas adecuadas de recuperación (45). Como regla general, cuanto

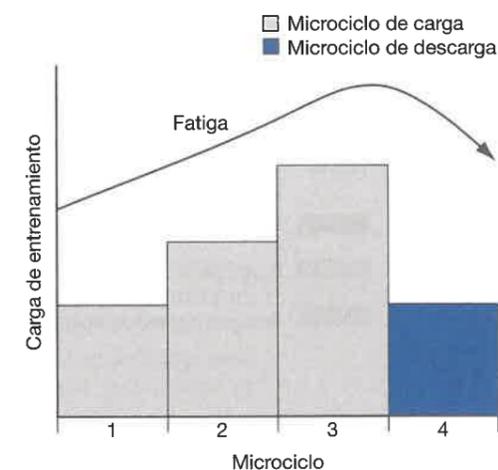


FIGURA 2.5 Estructura de carga 3:1

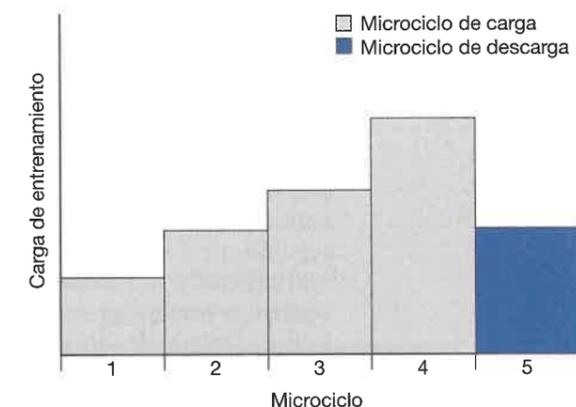


FIGURA 2.6 Estructura de macrociclo 4:1, indicada para el principiante en la fase de preparación general.

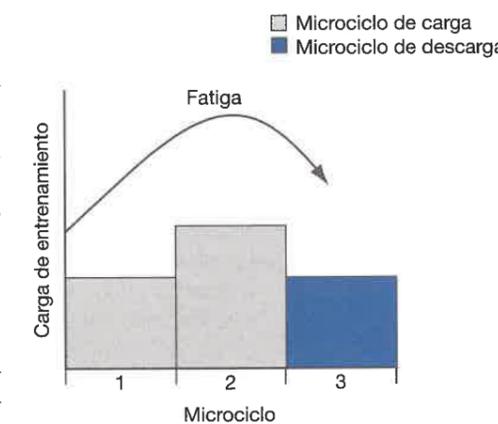


FIGURA 2.7 Estructura de carga 2:1

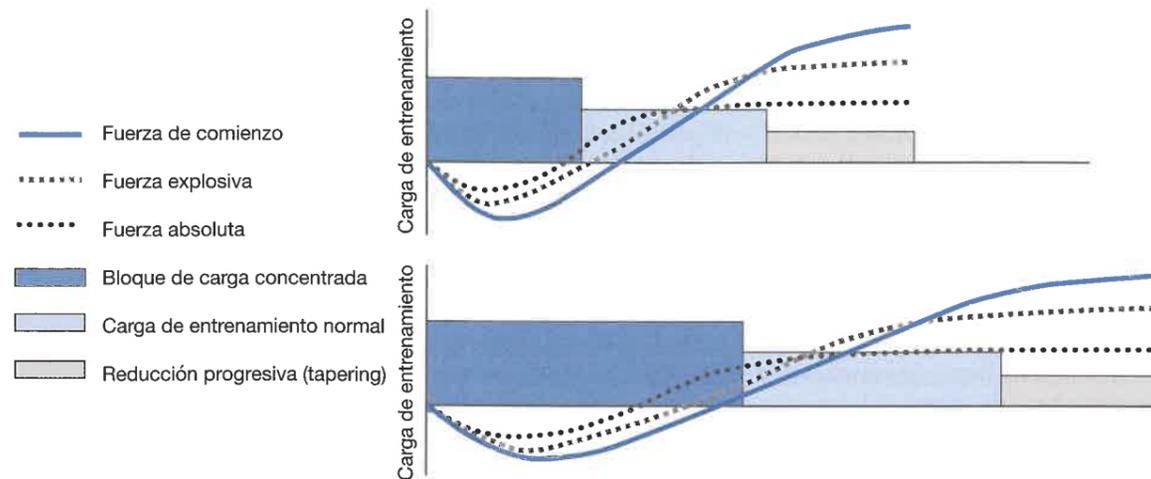


FIGURA 2.8 Tiempo de adaptación a una carga concentrada.

Basado en Plisk y Stone, 2003 (71) y Stone, Stone y Sands, 2007 (89).

mayor sea la duración de las fases de carga concentrada, más tiempo se necesitará para eliminar la fatiga y mejorar el rendimiento (82, 89, 101, 102). Siff y Verkhoshansky (82) sugirieron que esta mejora se puede producir después de un tiempo equivalente a la duración de la fase de carga concentrada (figura 2.8).

La base científica de la utilización de cargas concentradas periódicas, o de planificación de sobrecargas, la ofrecen los estudios que han explorado las respuestas neuroendocrinas a la sobrecarga (40, 42, 44). Los investigadores han explorado las respuestas hormonal y endocrina en períodos de cargas concentradas cortas (1 semana) y largas (≥ 3 semanas), seguidos de 2 a 5 semanas de recuperación. La medida endocrinológica utilizada más habitual es la proporción **testosterona/cortisol (proporción T:C)**, la cual indica el equilibrio anabólico-catabólico. Aunque la proporción T:C no es una medida de sobreentrenamiento, sí indica el estado de forma (72,89, 97). Por tanto, una proporción T:C habitualmente elevada corresponde a un alto nivel de rendimiento (33, 71).

El incremento significativo de las cargas de trabajo durante 3 semanas o más tiempo provocan la disminución en la relación basal, o pre-ejercicio T:C, indicando un cambio hacia el estado catabólico, que corresponde a la reducción del rendimiento y la forma física (40, 42, 44). Por el contrario, si después de completar un período de carga concentrada esta vuelve a niveles normales, o menores, la relación T:C y el rendimiento parece que tienden a supercompensarse (40, 43). Este fenómeno también se ha observado como respuesta a los incrementos sustanciales de cargas dentro de un microciclo (33, 85, 97). Como se dijo previamente, la duración de un **bloque** de carga concentrada ha de ser igual que la de la necesaria recuperación antes de que se produzca la supercompensación del rendimiento (figura 2.8).

Estructura de carga de secuencia conjugada

La estructura de carga de **secuencia conjugada** también se denomina como sistema sucesivo conjunto (94). Viru (96), Siff y Verkhoshansky (82), y Plisk y Stone (71), sugirieron que este método de secuencia de carga permite períodos de carga concentrada, o de exceso de carga, seguidos de períodos de recuperación. Existen múltiples métodos para implementar este tipo de estructura de entrenamiento, pero el más habitual es el que utiliza bloques de 4 microciclos, en los cuales se mantiene un primer énfasis, a la vez que se mantienen las cargas haciendo énfasis sobre otras áreas de énfasis (71). Plisk y Stone (71) sugirieron que la meta principal de este tipo de cargas es imponer al deportista períodos que estén estruc-

turados alrededor de un estímulo de entrenamiento específico en el que aumente la fatiga y disminuyan algunas variables del rendimiento. Por ejemplo, un deportista puede iniciar un bloque de carga concentrada cuyo mayor énfasis sea la fuerza; entonces, durante los bloques de descarga, el deportista disminuye el énfasis sobre la fuerza mientras lo incrementa ligeramente sobre la velocidad. Este esquema de carga provocará un efecto de supercompensación en el que el rendimiento se incrementa radicalmente (71). Tras completar este bloque, el deportista inicia otro que impone un estímulo específico progresivo más fuerte, lo cual permite al deportista mejorar el rendimiento.

La literatura señala muchas ventajas de este tipo de estructura de carga (71, 77, 82, 85, 92, 94, 96, 98, 101). Sus partidarios sugieren que al imponerse al deportista un estímulo potente, el rendimiento puede elevarse a mayor nivel que con las estructuras de carga tradicionales. Además, este método puede aliviar la fatiga acumulada asociada con el entrenamiento paralelo concurrente con estructuras de carga tradicionales. Además, se pueden reducir a largo plazo los volúmenes de trabajo (71). Plisk y Stone (71) sugirieron que la fatiga será sustancial durante la acumulación o concentración de los bloques de carga, por lo que el deportista debe tener capacidad de trabajo para tolerar esas cargas de entrenamiento elevadas. Por tanto, en general, se recomienda que esta estructura de carga se utilice tan solo con deportistas avanzados (71, 89).

Un concepto fundamental, que debe considerarse dentro de la teoría de la secuencia conjugada, es que el entrenamiento puede secuenciarse de tal modo que el rendimiento aumente en un tiempo dado. Plisk y Stone (71), en su artículo básico sobre las estrategias de periodización, ofrecen un ejemplo de entrenamiento de pretemporada en el que bloques de carga concentrados se intercalan con períodos de recuperación. En este ejemplo, a 3 bloques semanales de carga concentrada se ha intercalado un cuarto bloque semanal de recuperación (tabla 2.3). Plisk y Stone (71) sugieren que mediante la manipulación significativa de la frecuencia y duración del entrenamiento, pueden usarse cargas de entrenamiento sin cambiar los parámetros básicos de intensidad y volumen. Asimismo, estos

TABLA 2.3 Modelos de secuencia conjugada de entrenamiento y de secuencia conjugada de entrenamiento modificada para la pretemporada

Variables de entrenamiento	Bloques de entrenamiento			
	Bloque 1 de carga conjugada	Bloque 1 de recuperación	Bloque 2 de carga conjugada	Bloque 2 de recuperación
Modelo de secuencia conjugada de entrenamiento				
Duración	3 semanas	4 semanas	3 semanas	4 semanas
Entrenamiento de la fuerza y la potencia	12 sesiones totales 4 días/semana	12 sesiones totales 3 días/semana	12 sesiones totales 4 días/semana	12 sesiones totales 3 días/semana
Entrenamiento de velocidad, agilidad y acondicionamiento	6 sesiones totales 2 días/semana	12 sesiones totales 3 días/semana	6 sesiones totales 2 días/semana	12 sesiones totales 3 días/semana
Secuencia conjugada modificada creando más contraste intrabloques				
Duración	3 semanas	4 semanas	3 semanas	4 semanas
Entrenamiento de la fuerza y la potencia	12 sesiones totales 4 días/semana	8 sesiones totales 2 días/semana	12 sesiones totales 4 días/semana	8 sesiones totales 2 días/semana
Entrenamiento de velocidad, agilidad y acondicionamiento	6 sesiones totales 2 días/semana	12 sesiones totales 3 días/semana	6 sesiones totales 2 días/semana	12 sesiones totales 3 días/semana

Adaptado de Plisk y Stone, 2003 (71).

investigadores establecen que el entrenador o el deportista deben crear mayor contraste entre los bloques de carga concentrada y el de recuperación reduciendo en mayor medida la distribución del entrenamiento durante los bloques de recuperación.

Carga plana

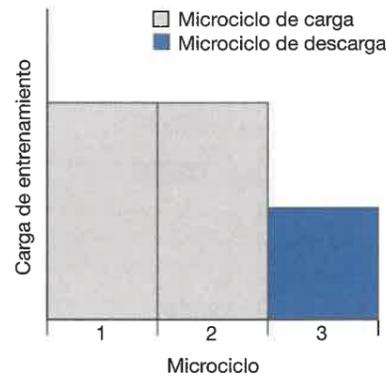


FIGURA 2.9 Ejemplo de modelo de carga plana.

La estructura de carga plana se utiliza fundamentalmente para la fase de preparación específica y la fase competitiva en los deportes de potencia (11d). En este modelo, dos microciclos con cargas similares se siguen de un microciclo de recuperación. En los modelos de carga plana (figura 2.9), los primeros microciclos crean unas exigencias fisiológicas elevadas como resultado de la carga de entrenamiento (la cual es la carga óptima para estimular las adaptaciones de las habilidades biomotoras entrenadas y, por tanto, no busca la sobrecarga). Tras los primeros 2 microciclos, el deportista emprende un tercero suave, denominado sin carga o de descarga, durante el que reduce la fatiga y aumenta la puesta en forma.

El modelo de carga escalonada puede utilizarse junto con el modelo de carga plana para incrementar progresivamente la carga de trabajo del deportista. La figura 2.10 nos muestra la fase preparatoria de entrenamiento en la que la carga cambia según el alcance de la fase de entrenamiento. También, el programa mostrado en la figura 2.10 puede desglosarse en tres subfases principales: general, específica y de preparación precompetitiva.

En la subfase de preparación general pueden emplearse dos tipos de estructura de macrociclo (3:1 y 2:1) para estimular las adaptaciones fisiológicas y psicológicas que prepararán al deportista para la siguiente subfase, que será de entrenamiento intensivo. Las metas de entrenamiento de preparación general se logran mediante el incremento progresivo en las cargas, utilizando el modelo de carga escalonada. Tras completar la subfase de preparación general, el deportista pasa a la siguiente de preparación específica.

En la subfase específica de preparación, la meta principal es aumentar, tanto como sea posible, la forma física del deportista, su competencia técnica y sus destrezas tácticas. Esto se consigue exponiéndole a unas cargas de entrenamiento elevadas durante series cortas de microciclos, seguidos por microciclos de regeneración para contrarrestar el sobreentrenamiento. Tras completar esta subfase, el foco del entrenamiento cambia a la estabilización y el logro del pico de rendimiento, propios de la subfase competitiva. Por tanto, estas tres fases preparan al deportista para rendir al máximo nivel en su competición más importante.

La dinámica de los esquemas de carga de las fases preparatoria y competitiva dependen de la importancia y frecuencia de las competiciones. Las cargas de entrenamiento en estas fases

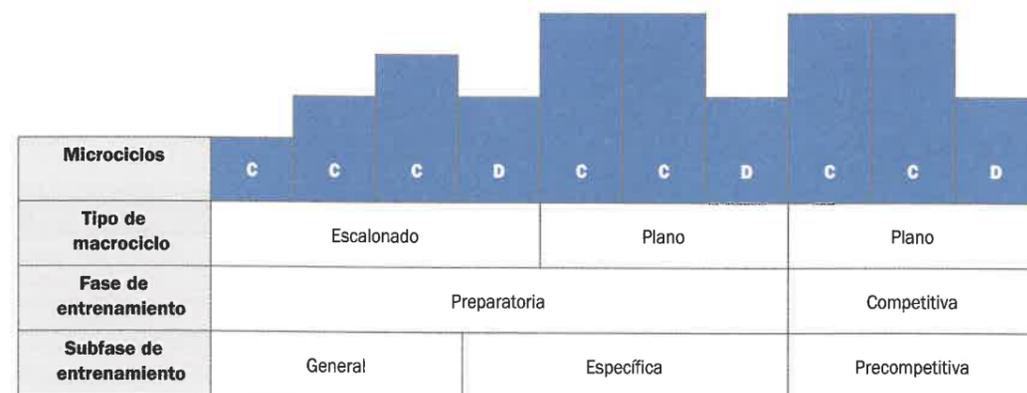


FIGURA 2.10 Macrociclos escalonados y planos de la fase de preparación. Las cargas escalonadas son más apropiadas en la fase preparatoria precoz, mientras que las cargas planas lo son para otros microciclos.

disminuyen para eliminar la fatiga y elevar el nivel de rendimiento del deportista (incrementando su forma física). Recientes investigaciones sugieren que se pueden precisar intensidades más elevadas con menos volumen para mantener el rendimiento durante el trabajo de la fase competitiva (52). Sin embargo, antes de las competiciones principales, hay que disminuir las cargas de entrenamiento para permitir que el deportista pueda recuperarse y, si la programación ha sido la correcta, supercompensarse, con lo cual maximizará el rendimiento.

Secuencia de la carga de entrenamiento

Uno de los aspectos más importantes de la periodización del entrenamiento es la secuenciación de la carga. Si esta se hace apropiadamente, cada fase de entrenamiento incrementará el efecto de la siguiente (potenciación). Por ejemplo, las investigaciones apoyan la idea del efecto que la fase de potenciación ha demostrado en el desarrollo de la fuerza y la potencia (47). Harris y colaboradores (47) demostraron que el aumento óptimo del rendimiento de la fuerza y la potencia se produce cuando el desarrollo de la fuerza básica precede al desarrollo de ambos parámetros. Siff y Verkhoshansky (82) sugieren que el mejor desarrollo de la resistencia del fondo de media duración, en un deporte cíclico, se produce ordenando el entrenamiento del siguiente modo:

Preparación física general → fuerza → velocidad → resistencia

Como se señala en la figura 2.11, durante la primera parte del ciclo de entrenamiento, el deportista llevará a cabo una gran cantidad de trabajo aeróbico, junto con un entrenamiento para desarrollar sus atributos físicos generales. Después de esta fase, se concentrará en el desarrollo de la fuerza. Tras completar este período de cargas concentradas, el deportista cambia el énfasis para desarrollar la velocidad, con la subsiguiente disminución del desarrollo de la fuerza y del entrenamiento aeróbico. El efecto en conjunto de estos cambios en el énfasis de entrenamiento es el de disminuir el estrés del trabajo global, lo cual permite

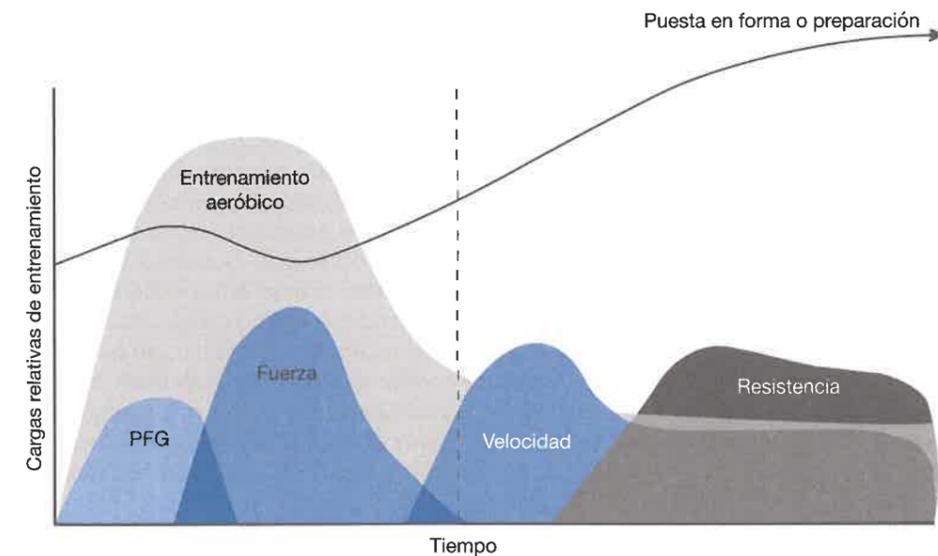


FIGURA 2.11 Modelo secuencial para el desarrollo de una actividad de fondo de media duración.

El entrenamiento aeróbico comprende la mitad del ciclo aproximadamente. En este ejemplo, la preparación física general (PFG) precede a la fase concentrada de carga de la fuerza. Este modelo utiliza el efecto de las adaptaciones retardadas del entrenamiento, mientras desarrolla la velocidad en el tercer bloque de entrenamiento. La fase final se dedica al entrenamiento de resistencia, marcado por el entrenamiento especializado para la resistencia a la velocidad, la cual es el objetivo específico de la competición.

Adaptado con permiso de M. C. Siff, 2003, *Supertraining* (Denver, CO: Supertraining International).

la recuperación para capitalizar las adaptaciones tardías del entrenamiento asociadas a las cargas concentradas. Por último, el deportista comienza a desarrollar resistencia especializada en la fase final del entrenamiento que, con frecuencia, se logra durante la competición (82).

Cuando elija cómo implementar los diferentes modelos de carga presentados en este capítulo, el entrenador debe considerar el estatus de entrenamiento del deportista, las metas del plan de trabajo, las intervenciones de recuperación disponibles, la cantidad de tiempo que el competidor puede dedicar al entrenamiento y las respuestas fisiológicas a los diferentes modelos de carga presentados en la literatura científica. Mediante la utilización de la información científica disponible, el entrenador podrá desarrollar diferentes modelos de carga, según las necesidades de sus deportistas, con lo que optimizará sus adaptaciones de entrenamiento y mejorará sus rendimientos.

Resumen de los conceptos principales

Los deportistas deben establecer un desarrollo multilateral fuerte antes de especializarse en un deporte. Si la especialización es demasiado precoz en el desarrollo del deportista, es probable que consiga altos niveles de rendimiento solo durante sus años de junior, «quemándose» poco después. Para los deportistas jóvenes, la incorporación de una base de entrenamiento multilateral es especialmente importante. Cuando estos maduran, se hace más importante el entrenamiento especializado. Dicho entrenamiento estará dominado por ejercicios y técnicas que provoquen un porcentaje más rápido de adaptaciones y, al final, mayores niveles de rendimiento.

La planificación de la progresión de las cargas es clave para mejorar el rendimiento. Con los jóvenes deportistas, los esquemas de cargas simples con pequeñas modificaciones pueden ser muy efectivos. Sin embargo, los deportistas avanzados requieren más variación en los parámetros de las cargas y más estructuras complejas de carga. Independientemente del nivel de desarrollo del deportista, la regeneración y la recuperación deben incluirse en el programa de entrenamiento. Los períodos de recuperación son esenciales para eliminar la fatiga inducida por el entrenamiento, rellenar los depósitos de energía y proporcionar tiempo para que se produzcan las adaptaciones fisiológicas y psicológicas.

Preparación para el entrenamiento

3

Todos los programas deportivos deberían incluir los aspectos del entrenamiento físicos, técnicos, tácticos, psicológicos y teóricos. Estos factores son esenciales para cualquier programa, independientemente de la edad cronológica, el potencial individual, el nivel de desarrollo deportivo, la edad del entrenamiento o la fase del entrenamiento del deportista. Sin embargo, el énfasis que se ponga en cada factor varía con la época del año, la edad de entrenamiento del deportista, sus datos biológicos y el deporte de que se trate. Aunque dichos factores son altamente interdependientes, hay una forma específica con la que cada uno se desarrolla. El entrenamiento físico es el fundamento sobre el que se desarrollan todos los demás factores que constituyen el entrenamiento (figura 3.1). Cuanto más sólidas sean estas bases, mayor será el potencial de desarrollo técnico y táctico y los atributos fisiológicos del deportista.

Con frecuencia, los entrenadores, especialmente los de deportes de equipo, pasan por alto la fuerte relación existente entre el entrenamiento físico y el técnico. Si la base del trabajo físico no se consigue adecuadamente, se generarán altos niveles de fatiga y el deportista será incapaz de desarrollar los demás factores del entrenamiento. Muchas veces, esto ocurre cuando la fase preparatoria (por ejemplo, la pretemporada) es excesivamente corta y no se producen las adaptaciones fisiológicas apropiadas. Cuando esto ocurre, se deteriora la capacidad de desarrollar con efectividad destrezas tácticas, técnicas y fisiológicas, lo cual incrementa el riesgo de un mal rendimiento durante la competición. Se puede considerar que el entrenamiento físico es el fundamento para el desarrollo de la técnica, mientras que la técnica es primordial para la capacidad de desarrollar y utilizar las destrezas tácticas en el deporte. Además, cuando mejora la capacidad física, también lo hacen las técnicas y tácticas lo que, a su vez, hará que aumenten la autoconfianza y otros factores psicológicos. Por tanto, el entrenamiento de la capacidad física es la piedra angular desde la que se desarrollan todos los factores relacionados con el entrenamiento lo que, al final, conduce a la habilidad de sobresalir en el deporte.

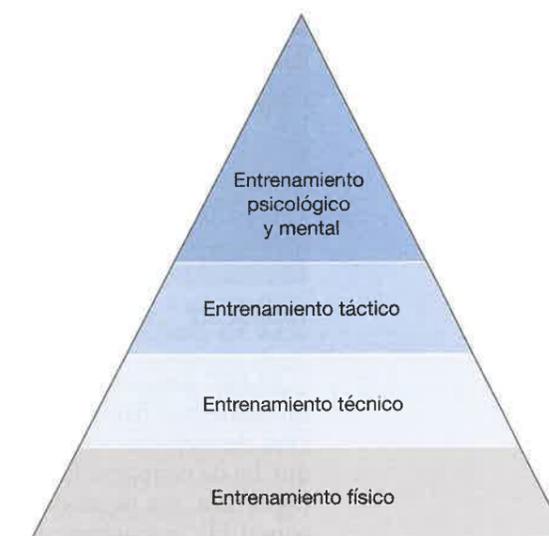


FIGURA 3.1 Pirámide de los factores de entrenamiento.

Entrenamiento físico

Los atributos fisiológicos necesarios para el éxito deportivo se desarrollan mediante el entrenamiento físico apropiado (37). Estas adaptaciones fisiológicas son la base sobre la que se establecen los avances técnicos y tácticos. Sin el desarrollo de habilidades físicas, la capacidad del deportista para tolerar el entrenamiento se deteriorará significativamente, provocando la incapacidad para adquirir los atributos tácticos y técnicos necesarios para el éxito deportivo.

Por lo general, el empeoramiento del desarrollo táctico y técnico es secundario a la fatiga acumulada, la cual puede evitarse fácilmente con el desarrollo de unas bases fisiológicas apropiadas por la vía de un entrenamiento físico estructurado. Estos conceptos se encuentran entre los secretos mejor guardados de los sistemas de entrenamiento de la Europa del Este.

El entrenamiento físico tiene dos metas fundamentales: la primera es la de incrementar el potencial fisiológico del deportista y la segunda, la de maximizar las habilidades biomotoras específicas del deporte. En un plan de entrenamiento periodizado, el entrenamiento físico se desarrolla en forma de esquema secuencial estructurado (figura 3.2). Este puede desglosarse en dos partes interdependientes:

- Entrenamiento físico general (EFG).
- Entrenamiento físico específico del deporte (EFED).

El entrenamiento físico general y el específico del deporte se desarrollan durante la fase preparatoria del plan de entrenamiento periodizado. Durante la primera parte de la fase preparatoria, el EFG es el que predomina fundamentalmente y, a medida que el deportista supera dicha fase, va cambiando poniendo el énfasis en el EFED. Por tanto, el EFG predomina durante la fase precoz de la fase preparatoria, mientras que el EFED lo hace al final de dicha fase.

Fase de entrenamiento	Fase preparatoria		Fase competitiva
Fase de desarrollo	1	2	3
Duración (semanas)	≥3	≥6	≥4
Objetivo	1. Realizar entrenamiento físico general.	1. Realizar entrenamiento físico específico del deporte. 2. Perfeccionar las destrezas específicas del deporte (Habilidades biomotoras).	1. Perfeccionar las destrezas específicas del deporte (habilidades biomotoras). 2. Mantener las bases fisiológicas.

FIGURA 3.2 Aproximación secuencial al desarrollo del entrenamiento físico durante un plan anual.

El EFG comienza al inicio de la fase preparatoria, cuyo objetivo es el desarrollo de unos fundamentos fisiológicos sólidos. Dichos fundamentos se establecen mediante la utilización de elevados volúmenes de trabajo a intensidades moderadas. La cantidad de tiempo que ha de ocupar el EFG depende de muchos factores, como la edad de entrenamiento del deportista, sus necesidades y el propio deporte. Las adaptaciones fisiológicas establecidas con el EFG capacitan al deportista a tolerar las cargas de entrenamiento a las que ha de enfrentarse durante el EFED.

Cuando predomina el EFED, se incrementa la intensidad del trabajo en función de los requerimientos del deporte. En algunos casos, especialmente a nivel profesional, en los que la fase preparatoria es muy corta (por ejemplo, el fútbol en Europa), puede enfatizarse en la intensidad de ciertos elementos al comienzo de dicha fase. El período EFED, desarrollado sobre la base fisiológica establecida por el EFG, prepara al deportista para la fase competitiva del plan de entrenamiento. Durante el período competitivo, el objetivo del entrenamiento físico es mantener un estado de forma mínima, específico del deporte, conseguido durante la fase preparatoria del entrenamiento. Sin embargo, en algunos casos, durante esta fase se puede mejorar el desarrollo físico específico del deporte. Por el contrario, si el entrenamiento y la competición no se secuencian apropiadamente, y no se produce la recuperación adecuada, la forma física específica del deporte comenzará a deteriorarse (30, 41).

Entrenamiento físico general

La meta final del EFG es mejorar la capacidad de trabajo del deportista y maximizar sus adaptaciones fisiológicas para prepararle para futuras sobrecargas. Esta fase de entrenamiento tiene como objetivo el desarrollo de cada componente de la puesta a punto para incrementar la capacidad de trabajo. Cuanto mayor sea esta, mayor será el potencial para adaptarse al incremento de exigencias fisiológicas y psicológicas del entrenamiento y la competición. Como se estableció en el capítulo 2, el desarrollo físico de los deportistas jóvenes ha de centrarse predominantemente en el desarrollo multilateral, lo cual se logra mediante el EFG. Para los deportistas jóvenes, el EFG es fundamentalmente similar, independientemente del deporte objetivo de los planes de entrenamiento. Por el contrario, en los deportistas avanzados los requerimientos de su deporte ya deben incluirse en el EFG.

Entrenamiento físico específico del deporte

El EFED se basa en los fundamentos establecidos previamente por el EFG. Por tanto, sirve como transición desde el EFG hacia la fase competitiva. En este régimen, el EFED desarrolla aún más la capacidad física del deportista según la especificidad de las demandas de su deporte. Cuando se pretende maximizar el éxito deportivo, el objetivo de las adaptaciones físicas correspondientes a una actividad física específica es de importancia fundamental (38, 41). Si el EFED se secuencian y planifica apropiadamente, el resultado de las adaptaciones fisiológicas incrementará la capacidad de trabajo del deportista lo cual, al final, producirá unos niveles más elevados de rendimiento competitivo. Un EFED bien planificado mejorará la capacidad del deportista para recuperarse de las cargas de trabajo la cual, finalmente, mejorará su capacidad de rendimiento.

El EFG y el EFED deben diferenciarse claramente; la implementación incorrecta de ambos tipos de trabajo puede concluir en unas adaptaciones inadecuadas las cuales, al final, disminuirán el rendimiento competitivo. Un ejemplo de comprensión incorrecta de ambos tipos de entrenamiento puede verse en el concepto de resistencia. La literatura científica indica que los diferentes tipos de resistencia dependen de las exigencias físicas y fisiológicas del deporte (9, 41). Un error habitual que suelen cometer los entrenadores es que el ejercicio aeróbico, resultante de lo que se ha denominado como **ejercicio de resistencia de baja intensidad (ERBI)**, es importante para todos los deportes (40). Aunque el entrenamiento aeróbico es un gran modo de mejorar el ERBI, o forma física aeróbica, por lo general, compromete la habilidad del deportista para producir elevados resultados en episodios de fuerza o potencia repetidos, capacidad que requieren la mayoría de los deportes de velocidad o de fuerza y potencia (9, 40). Este tipo de deportes precisan un tipo de resistencia denominada **ejercicio de resistencia de alta intensidad (ERAI)** (40). Esta exige que el deportista mantenga o repita ejercicios de alta intensidad, con una duración de menos de 2 minutos (44). Por tanto, según sea su deporte, los deportistas deben desarrollar resistencias apropiadas para maximizar el rendimiento. El ERAI puede realizarse mediante sprints repetidos (4), sprints de entrenamiento a intervalos (6, 7) y entrenamiento de fuerza (36). Investigaciones recientes han demostrado que el entrenamiento a intervalos posee la posibilidad de mejorar el ERBI (6, 7, 19, 24) sin comprometer el ERAI.

Durante la fase de preparación, el EFED incluye elevados volúmenes de sprint, o de entrenamiento a intervalos, y ejercicios tácticos específicos del deporte. Una estrategia es crear escenarios durante el EFED que simulen las condiciones que se experimentan en la competición. Por ejemplo, se puede seguir un modelo de partido de fútbol americano utilizando quince intervalos de sprint/descanso, en la proporción 1:10 (es decir, 5 segundos de trabajo, 50 segundos de descanso), como estímulo de lo que se va a encontrar el deportista durante la competición (32). La implementación del EFED en la fase preparatoria depende de muchos factores, incluidos la edad de entrenamiento del deportista, su edad cronológica y los requerimientos del deporte en cuestión (figura 3.3). Las adaptaciones fisiológicas al EFED pueden producirse rápidamente, en tan solo 2 semanas de entrenamiento (6, 7, 18).

El EFED puede mantenerse durante 2 meses o más, dependiendo de las características del deporte y el nivel de desarrollo del deportista.

Fase preparatoria		
Deportistas de élite/profesionales	Entrenamiento físico general	<ul style="list-style-type: none"> Entrenamiento específico del deporte. Perfeccionamiento de las habilidades biomotoras específicas del deporte.
Deportistas principiantes o intermedios	Entrenamiento físico general	<ul style="list-style-type: none"> Entrenamiento específico del deporte. Perfeccionamiento de las habilidades biomotoras específicas del deporte.
Deportistas en desarrollo	Entrenamiento físico general	<ul style="list-style-type: none"> Entrenamiento físico general. Introducción de los elementos de entrenamiento específicos del deporte.

FIGURA 3.3 Representación básica de la duración del entrenamiento físico general y el entrenamiento específico del deporte entre deportistas profesionales y de élite, principiantes y niños.

Ejercicio para el entrenamiento físico

Un ejercicio es un acto motor que puede utilizarse con el objetivo de lograr adaptaciones fisiológicas generales, esquemas de movimiento o de grupos musculares específicos, y se relaciona con el rendimiento de las destrezas deportivas. Para conseguir la mayor cantidad de adaptaciones fisiológicas y optimizar el rendimiento, el deportista debe entrenar de 8 a 12 años (26, 34). En ese tiempo, el entrenamiento de los ejercicios debe ser sistemáticamente repetitivo con el fin de estimular las adaptaciones que van a mejorar el rendimiento.

Existe un sinnúmero de ejercicios de entrenamiento con los que el entrenador puede construir un plan de trabajo. Este debe elegir aquellos cuyo objetivo sea cubrir las necesidades del deportista y las exigencias del deporte. Los ejercicios se pueden clasificar en generales o específicos del desarrollo de las habilidades biomotoras más precisas. Ambos tipos de ejercicio se utilizarán durante los años de entrenamiento, pero su contribución al plan de trabajo variará en función de los ciclos de entrenamiento y la edad de entrenamiento del deportista.

Ejercicios para el desarrollo físico general

Los ejercicios para el desarrollo físico general son ejercicios no específicos que contribuyen al desarrollo físico del deportista. Estos desarrollan la fuerza, la flexibilidad, la movilidad, la forma física aeróbica y la capacidad anaeróbica. Todos ellos forman la base sobre la que se fundamentan los futuros entrenamientos para mejorar las cualidades motoras básicas, que son los componentes centrales del programa multilateral (34).

Los ejercicios que se centran en el desarrollo físico general son los principales en los planes de entrenamiento de los niños y deportistas jóvenes, y también son importantes durante las primeras etapas de la fase preparatoria de entrenamiento o para aquellos deportistas que han perdido su base sólida de trabajo. Se clasifican en dos tipos de ejercicio: el primer tipo engloba los que se realizan sin implementos (calisténicos) o los que emplean objetos que no se utilizan en competición (por ejemplo, espalderas, bancos, comba, balones medicinales). El segundo tipo incluye ejercicios derivados del deporte o evento deportivo de que se traten. Una interpretación contemporánea de este concepto es la del entrenamiento cruzado: en ciertos períodos de los años de entrenamiento, el deportista participa en actividades deportivas que están relacionadas con el deporte en el que compite (19). Por ejemplo, un ciclista puede participar en su pretemporada en esquí nórdico para desarrollar su puesta en forma cardiovascular.

Los ejercicios de desarrollo físico general son herramientas para desarrollar la forma física global. Los deportistas necesitan un programa equilibrado con el que aumenten la fuerza muscular, la flexibilidad y la resistencia (ERAI o ERBI, dependiendo del deporte). Por ejemplo, en el entrenamiento de fuerza, un atleta puede utilizar un trabajo de alto volumen y baja intensidad cuyo objetivo sea el desarrollo físico general. Este tipo de entrenamiento, si se hace adecuadamente, puede incrementar la fuerza muscular, la resistencia muscular (ERAI y ERBI) y la flexibilidad (si se realiza en su rango completo de movimiento) y, por tanto, aportar los fundamentos del entrenamiento especializado, cuyo objetivo son las habilidades biomotoras concretas.

Ejercicios para el desarrollo biomotor específico

Los ejercicios para el desarrollo biomotor específico tienen como objetivo las adaptaciones fisiológicas, los esquemas de movimiento o los grupos musculares necesarios para la actividad deportiva. Es esencial el grado de similitud de este tipo de ejercicios y las actividades utilizadas en el deporte (41). Cuanto más parecidas sean las características del ejercicio a las del deporte, mayor será la transferencia a este de los efectos del entrenamiento. Al evaluar la capacidad de transferencia del ejercicio a la actividad deportiva, el entrenador debe considerar la bioenergética (29), los esquemas de movimiento (35) y los factores relacionados con la sobrecarga (41). Cuanto más se asemejen tales factores de los ejercicios a los del deporte, mayor será su potencial de transferencia de los efectos de entrenamiento.

El concepto de especificidad de los esquemas de movimiento expresa que el tipo de acción muscular, sus características cinemáticas (es decir, los esquemas motores), las características cinéticas (es decir, las tensiones, el porcentaje de desarrollo de la fuerza, la producción de potencia), los grupos musculares activados y las características de aceleración o velocidad del movimiento, contribuyen a la capacidad de transferencia del ejercicio a la actividad deportiva. Los esquemas de movimiento y los músculos principales utilizados en el deporte son particularmente importantes en la especificidad del entrenamiento. Por ejemplo, los motores principales del sprint son los músculos del tren inferior. Por tanto, un entrenador que trabaje con velocistas debe utilizar ejercicios cuyo objetivo sea el desarrollo de dichos músculos. Sin embargo, también ha de tener en cuenta los músculos sinérgicos, que se utilizan conjuntamente con los de las piernas. El mejor modo de realizarlo es tener como objetivo los esquemas de movimiento. Por ejemplo, el velocista puede utilizar cargadas de potencia como ejercicio de entrenamiento ya que posee un perfil similar de potencia, fuerza y velocidad que la que se utiliza en los sprints. Además, la cargada de potencia activa los músculos del tronco y otros sinérgicos que afectan al rendimiento en la carrera. Muchos ejercicios activan los **motores principales** y los músculos sinérgicos relacionados con los sprints, como los saltos (pliometría), las sentadillas (sentadilla posterior, sentadilla con una pierna, sentadilla frontal) y los arrastres de trineos lastrados. En la literatura científica, el rendimiento del sprint se ha relacionado significativamente al de la cargada de potencia (1), la sentadilla posterior (11) y el salto vertical (5, 11).

Es importante la utilización de ejercicios ajenos al deporte del atleta, dado que solo la prestación deportiva no le proporciona un gran, y suficiente, estímulo de entrenamiento para maximizar sus aumentos de rendimiento (por ejemplo, potencia de piernas, velocidad, capacidad para generar fuerza). Por ejemplo, los mejores saltadores de altura del mundo no realizan más de 800 saltos al año lo cual, obviamente, es insuficiente para desarrollar la potencia de las piernas. Para optimizar las ganancias de rendimiento, estos deportistas realizan decenas de miles de ejercicios destinados al desarrollo de la potencia de las piernas (por ejemplo, sentadillas posteriores, cargadas de potencia y ejercicios pliométricos). Sin embargo, es importante mantener los ejercicios específicos del deporte; cuanto mayor sea el número de ejercicios, menor será el porcentaje de adaptaciones específicas.

Los ejercicios específicos del deporte son esenciales para maximizar la transferencia de los efectos del entrenamiento al rendimiento deportivo. Estos, no solo son importantes en la fase preparatoria, sino que también deben considerarse como componentes esenciales de

la fase competitiva del entrenamiento. Algunos entrenadores y deportistas excluyen entrenamientos específicos de su deporte durante la fase competitiva del plan de trabajo periodizado, optando solo por realizar, durante ese tiempo, entrenamiento técnico. Esta práctica es problemática ya que excluir los ejercicios específicos durante la fase competitiva puede provocar la pérdida de la forma física que menguará el rendimiento a medida que progresa la temporada. El entrenador y el deportista deben considerar que los ejercicios específicos del deporte son componentes esenciales de todas las fases del plan de entrenamiento, ya que estos se transfieren directamente al rendimiento deportivo.

Entrenamiento técnico

El elemento que distingue diversas actividades deportivas es la técnica (es decir, las destrezas motoras) que requieren. La técnica engloba todos los esquemas de movimiento, destrezas y elementos técnicos necesarios para realizar el deporte. Puede considerarse como la forma en que se realiza una destreza o ejercicio físico. Los deportistas deben esforzarse continuamente en lograr que la técnica sea perfecta para crear los esquemas del movimiento más eficaces.

Cuanto más perfecta o biomecánicamente correcta sea la técnica, el deportista será más eficaz o económico. Por ejemplo, si el deportista tiene una buena técnica, o economía de carrera, tendrá menos consumo de energía (28). Se ha descrito que los corredores entrenados son más económicos y consumen del 20 al 30 % menos de oxígeno, comparados con deportistas principiantes, corriendo a la misma velocidad submáxima (10, 14, 27). Los biomecánicos han sugerido que la economía de carrera está afectada por la longitud de la zancada (8), el número de zancadas (23), la rigidez vertical (13), el impulso vertical neto de las fuerzas de reacción del terreno (20) y el tiempo de contacto con el suelo (28). Por tanto, si un corredor se vuelve técnicamente más diestro, y puede optimizar su porcentaje de zancada, el tiempo de contacto con el suelo y el ritmo de zancada, será más económico y, por tanto, más eficaz. En todos los deportes es importante la relación entre la técnica y la eficacia motora. Los competidores han de esforzarse continuamente para maximizar su competencia técnica, por lo que deben incorporar trabajo técnico en su plan de entrenamiento global.



Una técnica adecuada permite al deportista realizar una destreza con eficacia, de tal forma que el entrenamiento técnico debe incluirla en sus planes.

Técnica y estilo

Cualquier actividad deportiva tiene un estándar técnico, o modelo técnico, que está aceptado como perfecto, o lo más cerca posible de serlo, y representa el modelo idóneo de rendimiento. Dicho modelo de rendimiento, para ser ampliamente aceptado, ha de ser acertado biomecánicamente y fisiológicamente eficiente. Por lo general, no se desarrolla basándose en la técnica de los campeones de élite, ya que su técnica puede que no sea biológica ni fisiológicamente acertada. Por tanto, no es recomendable ni aconsejable simplemente copiar la técnica de un campeón.

El modelo técnico debe mostrar cierta flexibilidad dado que se está actualizando constantemente por los nuevos hallazgos de la investigación. Debe utilizarse como punto de referencia para el rendimiento del deportista. Ello permite al entrenador desarrollar un plan de entrenamiento cuyo objetivo sea evitar deficiencias. Aunque el modelo técnico es inestimable con propósito de entrenamiento, probablemente el deportista desarrollará su propio estilo de rendimiento individualizado. La estructura de la destreza no será diferente, pero el deportista puede hacer que esta lo parezca como resultado de su estilo técnico individual.

Los estilos técnicos individuales son simples adaptaciones del modelo de rendimiento aceptado, que es producto de la respuesta ante los problemas técnicos surgidos de la realización de un acto motor. Por ejemplo, el estilo Fosbury (denominado así por el americano que ganó el salto de altura en los juegos olímpicos de México de 1968) cambió radicalmente la técnica del salto de altura. Esta técnica requiere que el deportista pase sobre la barra dándole la espalda, en lugar de la parte frontal del cuerpo. El examen científico revela que esta técnica es mecánicamente más eficaz que la clásica. En sus principios, este estilo de salto de altura particular no fue considerado como una técnica óptima. Sin embargo, los saltadores de altura contemporáneos consideran que el estilo Fosbury es el modelo idóneo (43). Este ejemplo demuestra cómo un estilo individual puede llegar a ser un modelo técnico.

Hay también modelos técnicos para rendimientos óptimos en deportes de equipo. Por ejemplo, en los deportes de red, la distribución del golpe, su ejecución y la duración de la recuperación pueden analizarse para utilizarlos en el desarrollo de un modelo de rendimiento (22). En los deportes de equipo, la aplicación del modelo puede ser muy específica del equipo y estar relacionada con la serie de sus destrezas o atributos. El estilo puede tener implicaciones tácticas, y puede afectar al asumir el equipo la preparación técnica y táctica.

Individualización de la técnica

No todas las técnicas son útiles para todos los deportistas. Por ejemplo, uno principiante utilizará una técnica más simplificada que un deportista de clase mundial. Por tanto, cuando incluimos elementos técnicos en el plan de entrenamiento del deportista, el entrenador debe considerar su nivel individual de desarrollo y sus habilidades técnicas y defectos.

En la mayoría de los casos, la técnica se desarrolla en fases, por lo que se planifica primero la técnica más simple. Después de que el deportista haya adquirido maestría en los elementos básicos, el entrenador ha de adaptar la técnica y añadir elementos que incrementan la dificultad de los ejercicios del entrenamiento. Por ejemplo, cuando se trabaja con un lanzador de disco joven, el trabajo comienza perfeccionando el lanzamiento en posición de pie. Una vez que ya ha adquirido maestría lanzando en esa posición, el entrenador puede añadir otros elementos, como una carrera 4/4 (es decir, pasos) o ejercicios de trabajo de pies, para comenzar la enseñanza de la técnica de rotación, necesaria para ser un lanzador de disco con éxito (16). Generalmente, los principiantes utilizan técnicas que son muy diferentes a las de los deportistas de élite, como resultado de su estatus de desarrollo.

Pueden existir variaciones en el rendimiento de una destreza técnica. Con frecuencia, estas se producen como resultado de la complejidad de la tarea o de los atributos biomecánicos y fisiológicos del deportista. Con frecuencia, los deportes cíclicos (por ejemplo, la carrera, el ciclismo y el remo) muestran menos diferencias técnicas interindividuales, mientras que los deportes acíclicos (por ejemplo, los lanzamientos, la halterofilia y algunos deportes de

equipo) tienen mayor potencial para variar la técnica. Por ejemplo, Al Oerter tendía durante la rotación a mantener el disco en una posición más baja que lo que lo hacen la mayoría de los lanzadores, lo cual podría considerarse como un fallo técnico. Sin embargo, sus esquemas técnicos individuales le fueron altamente eficaces debido a su altamente desarrollada fuerza del tren superior y la rápida velocidad de sus piernas (36). Este ejemplo demuestra que la técnica ha de establecerse basada en las habilidades del deportista, sus características fisiológicas y mecánicas y su nivel de desarrollo.

Cuando se enseña un elemento técnico, o una técnica completa, el entrenador debe conocer las capacidades físicas y fisiológicas del deportista. Por ejemplo, si el lanzador no posee una base de fuerza adecuada, probablemente no podrá mantener su tronco vertical durante todo el movimiento del lanzamiento por falta de la fuerza suficiente (25). Por tanto, no debe permitírsele trabajar la parte de rotación del lanzamiento hasta que haya incrementado su fuerza sustancialmente. Una base de desarrollo físico inadecuada limitará la capacidad del deportista para aprender ciertos aspectos técnicos del deporte. Este escenario fuerza el argumento de que el trabajo físico es el fundamento de los demás factores del entrenamiento (figura 3.1).

Algunas veces, el deportista puede verse forzado a interrumpir su programa de entrenamiento (por ejemplo, por una enfermedad o accidente). Por lo general, esta interrupción afectará su capacidad física, cuyo resultado será una ligera alteración de su técnica por pérdida de preparación. Siempre que el deportista experimente un declive en su capacidad física, va a producirse en paralelo un deterioro en su técnica. Además, los altos niveles de fatiga pueden afectarla negativamente, o que el competidor pierda la habilidad de perfeccionarla. Por lo general, un estado de fatiga significativamente alto se relaciona con bajos niveles de capacidad de trabajo físico. Por tanto, cuando se recupera la capacidad de trabajo físico a sus niveles normales, o la fatiga desaparece, el deportista será capaz de recuperar su técnica. Debido a los efectos negativos de la fatiga sobre el desarrollo de la técnica, algunos sugieren que el trabajo técnico debe hacerse antes que el acondicionamiento, y que el día de acondicionamiento fuerte debe preceder al de la técnica.

Aprendizaje y formación de destrezas

El aprendizaje técnico es el proceso en el cual el deportista adquiere destrezas mecánicas, las perfecciona y, a continuación, las consolida (34). La capacidad de un deportista para aprender nuevas destrezas mecánicas depende de muchos factores, incluidos su destreza técnica actual y la complejidad de la destreza que va a adquirir (33). Los atributos físicos del competidor, o su nivel de desarrollo, afectarán a la habilidad para aprender nuevas destrezas. Sin embargo, muchos otros factores, como su estilo de aprendizaje o el método de enseñanza utilizado, también pueden afectar en la facilidad con la que el deportista adquiere una nueva serie de técnicas.

Se ha sugerido que el aprendizaje de una serie de destrezas nuevas es un proceso que consta de tres partes (34), las cuales no siempre pueden desglosarse en partes discretas ya que, con frecuencia, estas se entremezclan. En la primera parte del aprendizaje de nuevas destrezas, el deportista debe recibir una explicación detallada de estas y observar cómo se desarrollan. Tras la demostración y explicación inicial, el deportista comienza a desarrollar los aspectos técnicos básicos de las destrezas, poniendo un énfasis particular en las fases más cruciales del esquema motor (34). Durante la segunda parte del proceso, el deportista comienza a perfeccionar las destrezas, proceso a largo plazo en el que se realizan muchas repeticiones de los movimientos. En esta fase técnica, se le corrigen continuamente los errores y ha de esforzarse en perfeccionar los esquemas motores y minimizar o eliminar las deficiencias técnicas (34). En la tercera parte del aprendizaje, el deportista comienza a consolidar los esquemas motores con el fin de que la destreza se automatice y se realice de forma natural; esto requiere una gran cantidad de práctica repetitiva durante mucho tiempo.

Carácter evolutivo de la técnica

La técnica continúa evolucionando con innovaciones tecnológicas y creativas que se introducen en el entorno deportivo. Con el tiempo, la práctica del entrenamiento de la técnica cambia, y lo que una vez fue una técnica avanzada, hoy puede llegar a convertirse en una antigualla. La innovación técnica en el deporte puede venir de la imaginación del entrenador o de las investigaciones científicas sobre los aspectos mecánicos y fisiológicos del deporte. Una técnica nueva puede funcionar bien en situaciones ideales o en la práctica, pero debe trasladarse al terreno competitivo antes de aceptarse como modelo técnico. No todas las técnicas o ideas nuevas pasarán al terreno competitivo, ya que este es un entorno único debido a sus altos niveles de estrés físico y psicológico y de su naturaleza aleatoria. Cuando los entrenadores y los deportistas intenten mejorar y perfeccionar una técnica, deberán modelarla, no solo para situaciones ideales, sino también para la competición.

Entrenamiento táctico

La táctica y la estrategia son conceptos importantes tanto para los entrenadores como para los deportistas. Ambos términos derivan del vocabulario militar y tienen origen griego. La palabra *táctica* deriva de la palabra griega *taktica*, la cual se refiere a cómo se organizan las cosas. *Estrategia* deriva de la palabra griega *strategos*, que significa «general» o «el arte de lo general». En teoría de la guerra, la estrategia y la táctica se categorizan separadamente ya que ambos términos tienen dimensiones únicas. Cuando las examinamos en el contexto militar, la estrategia se centra en espacios amplios, largos períodos y grandes movimientos de fuerzas, mientras que la táctica se refiere a espacios, tiempo y fuerza más pequeños. Cuando se examinan desde una perspectiva jerárquica, la estrategia precede a la planificación de la guerra y a la táctica que se está utilizando en el campo de batalla.

La táctica y la estrategia pueden utilizarse en el entrenamiento o la competición, con oponentes directos o indirectos. La estrategia supone la organización del entrenamiento, el partido o la competición, y se basa en la filosofía o en el modo de aproximarse a un problema (por ejemplo, entrenamiento o competición). Las tácticas, o planes de juego o entrenamiento, son parte del entramado estratégico. Un buen ejemplo de la interrelación entre estrategia y táctica puede apreciarse en los procesos de entrenamiento, donde los entrenadores de la fuerza y el acondicionamiento inducen respuestas fisiológicas utilizando tácticas organizadas dentro de un sistema racional (30). Cuando se intenta comprender la relación entre estrategia y táctica, la aproximación más simple es considerar la primera como el arte de proyectar y dirigir el entrenamiento y el plan de competición, y la segunda como la organización de dichos planes.

La táctica se refiere a los objetivos del entrenamiento ofensivos y defensivos (es decir, la puntuación o un juego específico) relacionados con el deporte. Por ejemplo, en fútbol, las destrezas que se consideran como parte del entrenamiento táctico incluyen los pases, el ritmo de ataque, los bloqueos, la distribución de los pases, los regates y la distancia de los pases (22). Cada deporte exige ciertas destrezas y, por tanto, la táctica de entrenamiento puede diferir para cada actividad deportiva. Las acciones tácticas forman parte del entramado estratégico utilizado para entrenar al deportista y prepararle para la competición. La base de cualquier plan táctico con éxito, independientemente de la actividad deportiva de que se trate, ha de tener un alto nivel de competencia técnica. Por tanto, la técnica es un factor limitante de todas las maniobras tácticas, y la táctica está en función de la técnica del deportista. Las habilidades técnicas se basan en las adaptaciones fisiológicas que se producen como respuesta al entrenamiento físico. Por ello, el trabajo físico es el fundamento del entrenamiento técnico y táctico (figura 3.1).

Tareas y especificidad del entrenamiento táctico

En la mayoría de los deportistas de élite hay poca diferencia entre su desarrollo fisiológico y sus destrezas técnicas (31). Con frecuencia, cuando los demás factores son similares, el deportista que gana es el que utiliza las tácticas más maduras, avanzadas y racionales. Incluso pensando que el entrenamiento táctico se basa fuertemente sobre el entrenamiento físico y técnico, parece que la unión entre el entrenamiento fisiológico y el táctico es importante (31).

La maestría táctica se funda en profundos conocimientos teóricos y en la capacidad para aplicar adecuadamente las tácticas en el entorno competitivo. El entrenamiento táctico puede incluir lo siguiente:

- El estudio de los elementos estratégicos básicos del deporte.
- El estudio de las reglas y regulaciones de la competición de un deporte o evento.
- La evaluación de la actividad táctica de los mejores atletas en el deporte.
- La investigación de las estrategias utilizadas por los oponentes.
- La evaluación de los atributos físicos y psicológicos y la potencia de los oponentes.
- Evaluación de las instalaciones y el entorno de los lugares de competición.
- El desarrollo de las tácticas individuales basadas en los puntos fuertes y débiles del competidor.
- El análisis crítico tras los rendimientos contra oponentes específicos.
- El desarrollo de un modelo táctico individualizado con las modificaciones apropiadas para afrontar las múltiples exigencias competitivas.
- La práctica de un modelo táctico en el entrenamiento hasta que este se automatiza.

El desarrollo de destrezas tácticas se lleva a cabo siguiendo los mismos pasos básicos, reñados antes en este capítulo en la sección titulada «Aprendizaje y formación de destrezas». Tradicionalmente, los deportistas se aproximan al entrenamiento de destrezas tácticas después de desarrollar las habilidades fisiológicas (entrenamiento físico) y las destrezas técnicas adecuadas. Sin embargo, también se pueden desarrollar simultáneamente estos tres factores con una adecuada planificación y un programa de entrenamiento de **integración**.

Para examinar los principios tácticos de entrenamiento, puede ser útil clasificar los deportes en categorías generales. La mayor parte de ellos pueden integrarse en la clasificación de cinco grupos básicos, en función de sus similitudes tácticas:

- **Grupo 1:** Deportes en los que el deportista compite por separado, sin contacto directo con el oponente. Generalmente, exigen que el deportista compita en un orden predefinido. Como ejemplo pueden citarse el esquí alpino, el ciclismo en pista (eventos individuales, como los 1.000 o los 4.000 m en persecución), el ciclismo (prueba contrarreloj), el patinaje artístico, la gimnasia, el salto de trampolín, el patinaje en línea y la halterofilia.
- **Grupo 2:** Deportes en los que el deportista comienza a competir junto a los demás, en un grupo grande o pequeño. En tales deportes, se posibilita alguna colaboración entre los compañeros de equipo y, por tanto, se añaden elementos técnicos y tácticos por parte de algún compañero de equipo. Entre ellos están los eventos de carrera en atletismo, el esquí de campo a través, el ciclismo (en pista y en ruta), el esquí nórdico, el cross y la natación.
- **Grupo 3:** Deportes caracterizados por la competición directa entre dos oponentes. Por ejemplo el boxeo, la lucha, el tenis, la esgrima y las artes marciales mixtas.
- **Grupo 4:** Deportes en los que los oponentes forman un equipo y los deportistas tienen contacto directo durante el partido o la competición. Estos incluyen el béisbol, el fútbol, el fútbol americano, el hockey y el rugby.
- **Grupo 5:** Deportes que requieren la participación combinada en diferentes actividades deportivas. Estos eventos son complejos ya que exigen tácticas que son fundamen-

tales para cada deporte individual y un plan competitivo general. Deportes de este grupo son el heptatlón y el decatlon en atletismo, el biatlón (tiro y esquí nórdico), el triatlón y el pentatlón moderno.

Clasificar los deportes en grupos amplios nos ayuda a examinar las tácticas deportivas. Las similitudes estructurales entre los diferentes deportes de cada grupo facilitan una comprensión táctica más profunda de cada uno de ellos.

Distribución uniforme de la energía

La capacidad de mantener la competencia táctica bajo condiciones de fatiga es un determinante importante del éxito competitivo. Por tanto, el entrenamiento táctico del deportista debe incluir sesiones que requieran que se ejercite bajo condiciones de fatiga. El entrenador puede establecer tales condiciones ampliando la práctica una vez que el deportista haya llegado al estado de fatiga, debiendo informar de ello a este, ya sea antes del comienzo de la sesión, o en algún punto de ella. Otra posibilidad es utilizar muchos compañeros de reserva durante el entrenamiento, los cuales pueden forzar al competidor, o al equipo, a continuar ejercitándose a un alto nivel. El entrenamiento físico básico es el que proporciona las bases de la capacidad para rendir bajo condiciones de fatiga: cuanto mayor sea su base de entrenamiento físico, mayor será su capacidad de trabajo.

Otra consideración es la capacidad del deportista para movilizar todas sus fuentes energéticas para finalizar. Muchas veces, el éxito en las carreras o encuentros muy reñidos depende de la capacidad del deportista para movilizar todas sus fuerzas y rendir al máximo en el tramo final de la competición. El entrenador puede crear escenarios que simulen situaciones competitivas finales que exijan al deportista maximizar su esfuerzo; un ejemplo es simular el tiempo que le queda de partido o competición, exigiéndole que mantenga el ritmo de su práctica táctica.

Soluciones técnicas a tareas tácticas

Con frecuencia, los deportistas tienen que rendir bajo condiciones ambientales adversas o poco frecuentes, como terrenos de juego húmedos, viento fuerte, agua fría o entornos ruidosos. Tales circunstancias exigen una preparación especial. Las siguientes normas pueden ayudar a los deportistas a adaptarse a dichas condiciones adversas.

- Realizar destrezas y maniobras tácticas correctas y eficaces bajo condiciones inusuales o simuladas.
- Organizar partidos amistosos o competiciones con compañeros que sigan las mismas tácticas de los futuros oponentes.
- Generar situaciones únicas que impongan al deportista crear soluciones tácticas.

La habilidad para demostrar disciplina táctica en el entrenamiento es esencial. Sin embargo, en competición, el deportista puede experimentar problemas tácticos no previstos ni simulados por el entrenador. En tal caso, el deportista tendrá que echar mano de su entrenamiento y experiencia para crear una solución inmediata al problema táctico. Este proceso se puede facilitar exponiéndole ante diferentes situaciones en el entrenamiento y competiciones amistosas, de tal modo que pueda generar un repertorio de soluciones tácticas para utilizar cuando se producen situaciones adversas durante la competición.



Antes de poder crear un programa de entrenamiento es necesario saber qué clase de destrezas tácticas se requieren.

Maximizar la cooperación de los miembros del equipo

La interacción cohesiva del equipo es esencial para el éxito en los deportes clasificados en los grupos 2 y 4. Usando técnicas como la limitación de las condiciones externas (por ejemplo, disminuyendo el tiempo y el espacio de juego disponible), se puede forzar al equipo a interactuar y cooperar. Puede agregarse un estrés añadiendo fatiga a estos escenarios. Esto ayudará al deportista a aprender cómo interactuar y cooperar durante situaciones adversas.

Otra estrategia es realizar maniobras de rendimiento táctico contra un oponente convencional que intentan contra-actuar en el juego. Este escenario puede crearse utilizando un equipo contrario o un equipo de oponentes compuesto por jugadores de reserva. El entrenador puede instruirlos para que se comporten como si no estuvieran familiarizados con las tácticas aplicadas. Los jugadores reservas deben participar en la preparación de la táctica de juego, ya que los cambios en la alineación de los equipos incrementan la posibilidad de fracaso en la cooperación y en la táctica. Es útil en estas prácticas reemplazar a los jugadores claves con jugadores suplentes. Esto permite que los reservas se familiaricen con las tácticas del equipo y las de los demás jugadores, y permite al grupo titular ver cómo los jugadores reserva operan y cómo cambian las tácticas de juego en presencia de estos. Dichas técnicas permiten al equipo desarrollar nuevas combinaciones tácticas que pueden mejorar la capacidad competitiva del equipo.

Perfeccionar la flexibilidad del equipo

Para maximizar la cooperación del equipo, el entrenador debe incorporar cambios en las tácticas para incrementar su flexibilidad táctica. El equipo puede utilizar la flexibilidad táctica para crear escenarios que sorprendan a los contrarios. Se pueden utilizar una gran cantidad de variaciones tácticas, como las siguientes:

- Sustitución de diferencias tácticas en tiempos predeterminados o en respuesta a una señal del entrenador o del jugador designado (por ejemplo, el capitán).
- Sustituir jugadores que provoquen un nuevo e inesperado cambio de juego en el equipo.
- Exponer al equipo a partidos de exhibición contra equipos con diferente estilo de juego. Esto permite al equipo prepararse para este escenario en partidos futuros y desarrollar soluciones tácticas al estilo de juego con el que se enfrentan.

Pensamiento táctico y plan de juego

Un componente central del entrenamiento técnico es el desarrollo de las destrezas de pensamiento táctico. La capacidad para pensar tácticamente está limitada por el conocimiento del deportista y el estatus de sus destrezas tácticas. Para pensar tácticamente, el deportista debe aprender a hacer lo que sigue:

- Evaluar real y correctamente tanto a los oponentes como a sí mismo.
- Recordar instantáneamente las destrezas técnicas, y sus combinaciones, que tienen que utilizarse en las situaciones competitivas.
- Anticiparse a la táctica de sus oponentes y utilizar la propia para contra-actuar con el oponente.
- Enmascarar y ocultar las propias tácticas para evitar que los contrarios interfieran con un plan de contra-ataque.
- Coordinar perfectamente las acciones individuales con las tácticas del equipo.

El plan de competición o de juego se basa en el análisis de las tendencias tácticas y de los puntos fuertes y débiles de los oponentes. En ese caso, los componentes del plan de juego se han de integrar como partes del trabajo táctico dentro del plan de entrenamiento global. Por lo general, este plan de juego se introduce progresivamente, a lo largo de dos o tres micro-

ciclos, de tal forma que pueda coincidir exactamente con el momento de la competición. Los planes de juego o de competición son importantes por muchas razones:

- Para inculcar confianza y optimismo en el resultado competitivo.
- Para informar al deportista sobre el lugar, las instalaciones y las condiciones bajo las cuales se organiza el evento.
- Para encuadrar los puntos fuertes y débiles de los futuros oponentes en cada factor de entrenamiento.
- Para utilizar los rendimientos anteriores del deportista como referencia para desarrollar confianza (enfaticando sobre sus puntos fuertes con el fin de incrementar su optimismo realista, y sin aludir a sus puntos débiles).
- Para establecer objetivos competitivos reales utilizando los factores precedentes.

La implementación del plan de juego o de competición se produce en varias fases. Primero, se desarrolla un plan de juego preliminar. Este, y sus elementos tácticos, se implementan dentro de la situación competitiva. Una vez finalizada la competición, se analiza ampliamente el plan, lo que permite su posterior perfeccionamiento y el de sus componentes tácticos.

La creación de un plan de juego preliminar

La primera fase de la planificación competitiva implica desarrollar el plan preliminar antes del evento. El entrenador elabora su plan después de analizar ampliamente las dificultades tácticas potenciales que es probable que el deportista o el equipo se encuentren durante el partido o la competición. Entonces, las soluciones tácticas, o los objetivos, se establecen en respuesta a las dificultades tácticas reveladas del análisis crítico. En el contexto del plan táctico, se asignan los objetivos tácticos individuales a los jugadores, sobre la base de sus puntos débiles y fuertes. Tras ello, los objetivos tácticos se practican como parte del plan de entrenamiento táctico.

En los días previos al partido, el deportista debe evitar cambiar sus hábitos dado que esto puede tener efectos adversos sobre el rendimiento durante el tiempo de partido. Dos o tres días antes de la competición, el entrenador debe reforzar el plan de juego y las tácticas que se han desarrollado utilizando prácticas estructuradas que permitan consolidar buenos rendimientos, tanto técnicos como tácticos. Siempre que sea posible, la sesión de entrenamiento debe reflejar el modelo competitivo. El entrenador debe estimular el buen rendimiento para desarrollar confianza, crear motivación e incrementar el deseo de competir.

A medida que se aproxima la competición, el entrenador ha de centrarse solo en unos pocos puntos principales del plan, sin abrumar al deportista con excesivas instrucciones. No importa lo detallado que sea el plan de juego preliminar, siempre hay posibilidad de que se produzcan imprevistos técnicos e incidencias tácticas. Por tanto, el plan debe ser lo suficientemente flexible como para permitir que el competidor responda a estos retos.

La aplicación del plan de juego

La segunda fase del plan de juego es la implementación del plan general en la situación de juego real. Generalmente, la fase inicial del partido se utiliza como test de los elementos principales del plan. En esta parte del evento, el equipo se esforzará para desvelar el plan de juego de los contrarios, mientras oculta el suyo propio. El deportista debe ser capaz de analizar y comprender las diversas situaciones tácticas que surgen y elegir una acción táctica para aplicarla. La capacidad para comprender estas situaciones tácticas dependerá de sus conocimientos tácticos, su experiencia, la dinámica del equipo y su preparación táctica. Estos atributos permitirán al competidor resolver problemas, de forma instantánea, por los períodos de análisis, síntesis (es decir, combinando partes separadas dentro del todo), comparación y generalización. Este proceso le permitirá determinar las soluciones más apropiadas para las exigencias tácticas del partido. Los procesos de toma de decisión individual se producen conjuntamente con las tomas de decisión dinámicas de grupo del

equipo. Los efectos coordinados entre cada individuo sobre el equipo permiten soluciones racionales, rápidas, económicas y eficientes para afrontar los retos tácticos fluctuantes que surgen durante el partido.

El análisis del plan de juego

La tercera fase de la planificación del juego requiere que el entrenador realice un análisis crítico y sistemático del plan. Debe examinar estrechamente cómo se desarrolla el plan, la efectividad de los papeles tácticos individuales, el éxito del plan táctico y, en caso de no tener éxito, cuáles han sido sus razones. Cuanto más detallado sea dicho análisis, más se revelarán sus puntos débiles y fuertes.

El momento más apropiado para analizar el plan de juego, y discutir sus conclusiones con los deportistas, depende del resultado del partido o la competición. Si este ha sido favorable, el análisis del juego puede producirse pronto, después de terminar el partido, y la discusión de los resultados puede tener lugar durante las primeras sesiones prácticas tras el evento. Por el contrario, si el resultado es desfavorable, debe retrasarse para permitir el examen crítico del rendimiento. El entrenador debe discutir el análisis con los deportistas dos o tres días después de la competición para dar tiempo a que se restañen las heridas psicológicas. En la discusión con sus deportistas, debe ser claro y razonable, y realzar los aspectos positivos del rendimiento. Así mismo, también debe proyectar optimismo y proponer unos pocos elementos tácticos sobre los que enfatizar en los entrenamientos siguientes.

Perfeccionamiento técnico y táctico del entrenamiento

En deporte, tanto la técnica como la estrategia están en flujo continuo. Los conocimientos tácticos y técnicos están cambiando permanentemente como respuesta directa a la evolución de las ciencias del deporte (50) y a la experiencia práctica. Este aumento del conocimiento técnico y táctico incrementa la efectividad del entrenamiento. Para conseguir maestría técnica y táctica, el entrenador y el deportista deben optimizar tres relaciones entre conceptos conflictivos: integración-diferenciación, estabilización-variabilidad, estandarización-individualización (17).

Integración-diferenciación

Aprender o perfeccionar una destreza, al igual que entrenar una habilidad, es un proceso multifactorial a través del cual el deportista puede desarrollar maestría técnica y táctica. Los conceptos de integración y diferenciación son fundamentales en este proceso. La primera se refiere a la combinación de las destrezas o maniobras tácticas del individuo dentro de un proceso global, mientras que la **diferenciación** implica el procesamiento analítico de cada componente de dicho proceso.

Cuando se aprende una nueva técnica o destreza, el deportista progresa a partir de elementos simples, tácticos o técnicos, hacia elementos complejos. Para adquirir maestría en una maniobra táctica o una destreza que haya sido aprendida, el proceso es inverso: el deportista y el entrenador deben analizar la totalidad de la destreza o maniobra táctica desglosándola en subunidades para determinar si estas están libres de error técnico. Si determinan que cada subunidad carece de fallos, es posible que el error se encuentre en cómo las subunidades individuales se integran en la totalidad del sistema (por ejemplo, la conexión de dos partes o elementos en una rutina gimnástica o en otras destrezas deportivas). Si el examen de la unión entre las subunidades no revela errores técnicos, es preciso realizar una diferenciación posterior de la destreza para aislar las fuentes de error. Una vez aisladas, el entrenador y el deportista deben desarrollar estrategias para eliminarlas.

Los procesos integración-diferenciación pueden utilizarse para perfeccionar o cambiar el modelo táctico o técnico que se está utilizando. La figura 3.4 ilustra cómo una destreza

puede perfeccionarse mediante la utilización de un proceso de integración sistemática (es decir, construir destrezas globales) y de diferenciación (es decir, diseccionar las destrezas en subunidades y determinar dónde está el error). El resultado de este proceso conducirá a la maestría de la destreza.

Si el entrenador determina que la destreza técnica o maniobra táctica es inadecuada, puede estar justificado que modifique el modelo de rendimiento. Mediante el análisis crítico del modelo, debe determinar por qué se produce un error y determinar qué componentes pueden eliminarse o modificarse (figura 3.5). Determinar errores técnicos sigue el mismo proceso de diferenciación que se presentó antes. Una vez aislados los errores técnicos, y el entrenador haya decidido qué modelo de rendimiento debe modificarse, estos deben «desaprenderse» y aprender una nueva destreza o elemento técnico. Una vez que el deportista adquiere un nuevo elemento o destreza, debe practicarlos hasta que se conviertan en automáticos; es entonces cuando la destreza se reintroduce dentro del sistema y el deportista la practica hasta adquirir maestría.

Estabilidad-variabilidad

Cuando se entrena a un deportista se produce una compensación constante entre **estabilidad** y **variabilidad** (45, 51). El estímulo de entrenamiento óptimo se produce en respuesta a la variación sistemática de la carga, la intensidad o el contenido del entrenamiento (45). Sin embargo, si el estímulo o las cargas de trabajo se prescriben de modo monótono, el deportista experimentará problemas de adaptación o estancamiento, lo cual frena cualquier mejora del rendimiento (43, 45). Por tanto, el programa de trabajo debe incluir variaciones planificadas, introduciendo o reintroduciendo periódicamente tareas nuevas o seminuevas en los planes de entrenamiento anual. Esto provocará un efecto estimulante y una adapta-

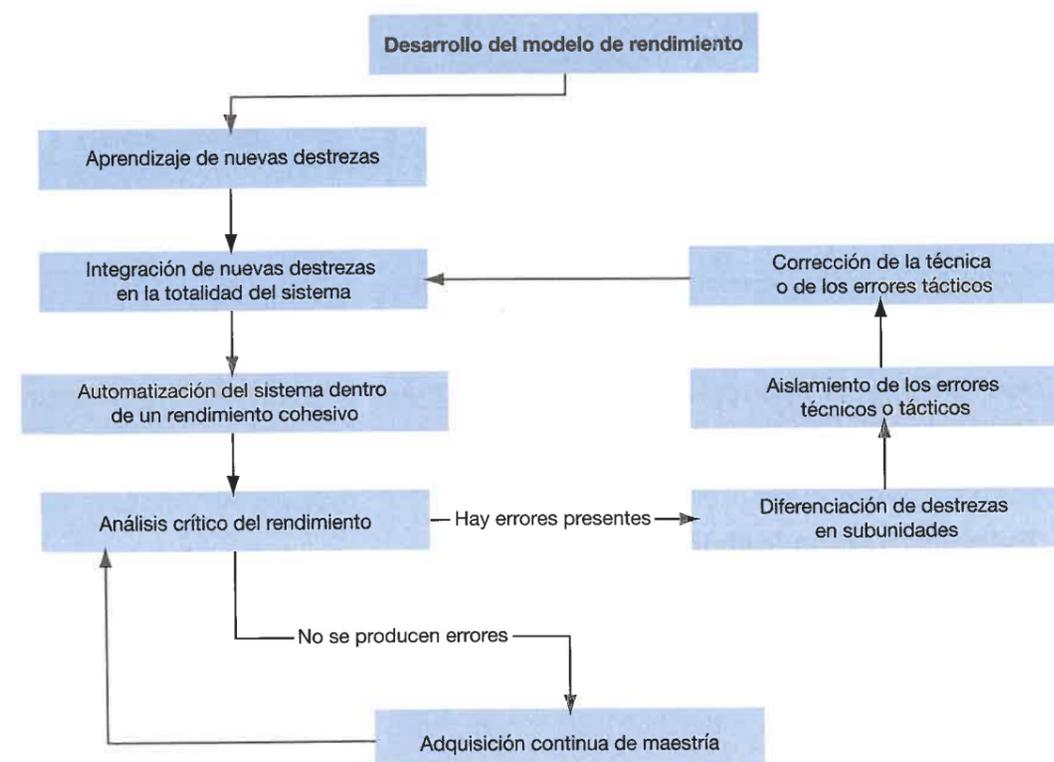


FIGURA 3.4 Perfeccionamiento de un modelo de rendimiento.

Adaptado de Teodorescu y Florescu, 1971 (44).

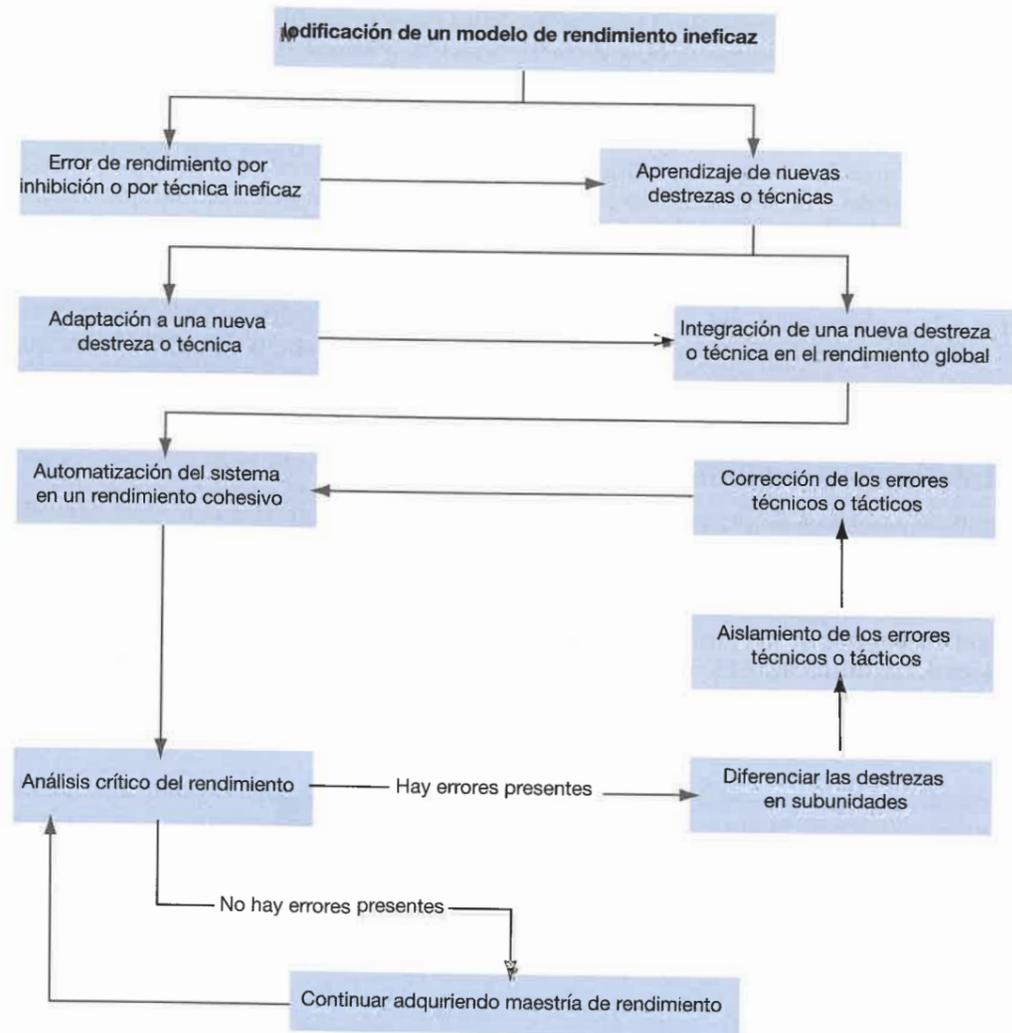


FIGURA 3.5 Modificación de un modelo ineficaz de rendimiento. Adaptado de Teodorescu y Florescu, 1971 (44).

ción mayores (22), lo cual estabilizará las destrezas del deportista y su nivel de rendimiento. Por tanto, la variabilidad en el entrenamiento (por ejemplo, cambios de volumen, carga, ejercicios y frecuencia de las sesiones de trabajo) proporciona un efecto de estabilización en lo que se refiere al rendimiento y adquisición de destrezas.

Estandarización-individualización

Hay un conflicto constante entre la estandarización de una serie de destrezas y los rasgos y características individuales del deportista. El entrenador debe desarrollar y estabilizar las destrezas técnicas del deportista mientras evalúa sus características psicológicas y biológicas individuales. Así, será capaz de modificar las destrezas técnicas del competidor para que estén estandarizadas.

Etapas de perfeccionamiento técnico y entrenamiento táctico

La capacidad del deportista para perfeccionar la técnica y la táctica es resultado directo de los conocimientos del entrenador y de la enseñanza de las destrezas, en la que se pueden incluir la utilización de ejercicios preparatorios y progresivos y las ayudas audiovisuales. Su habilidad para aprender nuevas destrezas también está relacionada con su capacidad para procesar nueva información y con sus habilidades biomotoras. Se ha sugerido que los deportistas mejoran la técnica y las destrezas tácticas en tres etapas distintas (44) (figura 3.6).

En la primera etapa, el objetivo principal es perfeccionar los componentes individuales y elementos técnicos de la destreza (diferenciación). Cuando se ha adquirido maestría en los diferentes componentes, estos se integran progresivamente dentro de la totalidad del sistema. La perfección de las destrezas se desarrolla junto con el desarrollo y perfección de las habilidades biomotoras dominantes o básicas. El desarrollo de estas es esencial ya que la técnica es función de la preparación física o capacidad. La adquisición de nuevas destrezas y técnicas es más adecuada para la fase preparatoria del plan anual. Cuando la adquisición de destrezas es el foco central, no es aconsejable que el deportista compita.

El objetivo principal de la segunda etapa es perfeccionar la totalidad de las destrezas bajo condiciones estandarizadas similares a las que se ven durante una competición. Esto puede realizarse participando tanto en encuentros amistosos como en competiciones simuladas. Durante esta etapa, el deportista debe mantener el dominio de sus habilidades biomotoras, de tal forma que dispondrá de la base física adecuada de entrenamiento para continuar desarrollando las destrezas. Esta etapa de perfeccionamiento de una destreza puede integrarse dentro del plan anual, cerca del final de la fase preparatoria.

La etapa final de perfeccionamiento de una destreza se centra en la estabilización de la destreza global y su traslado al rendimiento competitivo. El entrenador debe crear un entorno

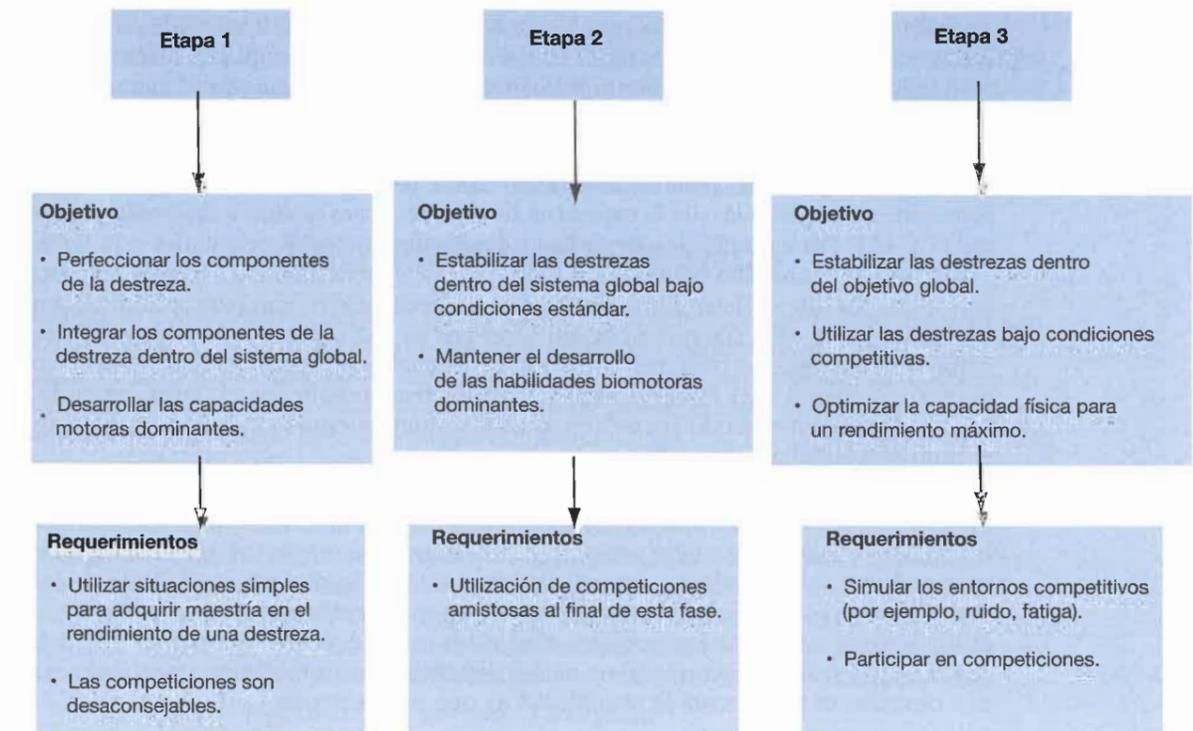


FIGURA 3.6 Tres etapas para perfeccionar una destreza. Adaptado de Teodorescu y Florescu, 1971 (44).

(incluidos los ruidos, la fatiga) que sea tan parecido a las situaciones competitivas reales como sea posible. Esta etapa de perfeccionamiento de una destreza debe implementarse en el plan de entrenamiento anual en la fase competitiva.

Corrección de los errores técnicos y tácticos

En palabras de Bompa, «si un entrenador no se concentra en la corrección de los errores técnicos del deportista, todo lo que está haciendo es perfeccionar dichos errores» (3). Con frecuencia, las mejoras técnicas o la maestría en las destrezas empeoran debido a que el deportista aprende las destrezas incorrectamente. Si estas no se enseñan correctamente, la habilidad del deportista para corregir errores técnicos empeora gradualmente. El entrenador ha de esforzarse en eliminar tantos errores técnicos como sea posible con el fin de maximizar el desarrollo del deportista. Los errores técnicos o tácticos pueden producirse por muchas razones pero, generalmente, estas pueden incluirse en cuatro grandes áreas:

1. *El deportista desarrolla la destreza incorrectamente.* Muchos factores pueden deteriorar la capacidad del deportista para aprender o perfeccionar una destreza. Dos factores, que están interrelacionados, son una base de entrenamiento físico insuficiente y una pérdida de correlación entre las habilidades biomotoras. Un desarrollo pobre de la base física de entrenamiento o insuficiente de las habilidades biomotoras, puede retrasar la adquisición de destrezas y su perfeccionamiento. Por ejemplo, los deportistas que no poseen una base de entrenamiento físico adecuada son más propensos a desarrollar fatiga cuando trabajan en la adquisición de una destreza. La fatiga resultante de una base de entrenamiento mala, o mal implementada, puede impedir el aprendizaje de una destreza técnica o provocar su deterioro. Por tanto, el simple empeoramiento de la base de trabajo físico del deportista puede deteriorar su capacidad de aprendizaje de nuevas destrezas. El desarrollo de las habilidades biomotoras puede facilitar la adquisición de destrezas. Una de las principales es la fuerza. Por ejemplo, lo más probable es que un gimnasta no sea capaz de aprender o adquirir maestría en un elemento específico (por ejemplo, el Cristo), si no tiene el nivel apropiado de fuerza para realizarlo o practicarlo (15). Por tanto, simplemente incrementando la fuerza como parte de la base de su entrenamiento físico, se incrementará su habilidad para aprender o adquirir maestría en la serie de destrezas propuestas.
2. *Factores psicológicos tales como autoconfianza, moral, deseo y creencias parecen estar significativamente relacionados con la capacidad del deportista para realizar o desarrollar destrezas* (12, 45). Por ejemplo, los deportistas que siguen métodos orientados a la tarea, como trabajar duro para perfeccionar una destreza, generalmente consiguen mayores éxitos que los que se dejan llevar por su ego (es decir, se ejercitan para su notoriedad individual) (12, 45). Los que se dejan llevar por su ego tienden a percibir los fallos como una incapacidad para realizar una tarea, lo cual puede provocarles el abandono del entrenamiento (12). Por el contrario, los deportistas orientados a la tarea responderán al fallo incrementando sus esfuerzos en el entrenamiento (12), ya que equiparan el éxito con el trabajo duro (45).
3. *Los métodos de enseñanza del entrenador causan los fallos técnicos.* Puede que el entrenador utilice métodos de enseñanza inapropiados, o demuestre la técnica incorrectamente al incorporar una destreza o falle al explicar la totalidad de sus aspectos técnicos. Algunos entrenadores olvidan adaptar las instrucciones a la capacidad de aprendizaje de los individuos y a sus habilidades biomotoras. Además, la personalidad del entrenador, el estilo de entrenar y su carácter pueden afectar a la capacidad del deportista en adquirir destrezas técnicas. Por ejemplo, si no deja al deportista tiempo suficiente para aprender una destreza, se incrementa la posibilidad de que surjan errores técnicos.
4. *Hay errores causados por la equipación, la organización o el entorno.* El entorno debe promover la adquisición de la técnica adecuada y la sesión de entrenamiento ha de planificarse adecuadamente. La equipación desde ser la apropiada y ha de funcionar

adecuadamente en cada sesión de entrenamiento. Las instalaciones adecuadas (por ejemplo, el terreno de juego, la cancha) deben estar disponibles para entrenar, ya que en entornos adversos se empeora la adquisición de destrezas.

Hay muchos modos de corregir los errores técnicos, pero el mejor es prevenirlos desde un primer momento. El mejor modo de hacerlo es mediante la utilización de métodos de enseñanza adecuados. Si se producen errores técnicos, es esencial que se corrijan tan pronto como sea posible. El momento idóneo para dedicarlo a las correcciones técnicas o tácticas es la fase preparatoria del plan anual, ya que durante esta no hay estrés competitivo y puede dedicarse tiempo a abordar los problemas técnicos.

Cuando el deportista está fatigado, debe evitarse el aprendizaje de nuevas destrezas o el abordaje de errores técnicos; por lo general, la fatiga tiene un efecto negativo sobre el aprendizaje. Por tanto, es mejor abordar los errores técnicos o enseñar nuevas destrezas inmediatamente después del calentamiento. Otra estrategia para corregir errores es incrementar el tiempo de descanso entre repeticiones de los ejercicios para hacerlo.

Un primer paso en el abordaje de los errores técnicos es aislar el error y corregirlo a partir de otras destrezas técnicas. Una vez hecho esto, el entrenador puede incorporar la corrección, o nuevos elementos con los que abordará el error. Tras ello, el deportista practica una nueva destreza. Cuando el deportista ha adquirido u obtenido maestría en una nueva destreza, la integra en el sistema global. Mientras realiza este proceso, el deportista debe mantener o desarrollar las habilidades biomotoras necesarias para que la destreza resulte perfecta.

Otra cuestión que debe considerarse cuando se abordan errores técnicos es la intensidad o la velocidad con la que se realizan los ejercicios. En la mayoría de los casos, los entrenadores se centran en la corrección de la técnica mediante movimientos de baja intensidad y poca velocidad. Aunque esto es un paso importante en la reeducación de los deportistas, con frecuencia los eventos deportivos se producen a alta velocidad y gran intensidad. Por tanto, después de que estos hayan conseguido competencia en la nueva destreza, o la hayan corregido a baja intensidad y poca velocidad, deberán practicarla a velocidad e intensidad progresivamente más elevadas hasta poder usarla en competición.

La visualización, o la práctica mental, es una herramienta excelente para corregir errores técnicos. La literatura científica ha demostrado que los deportistas que utilizan prácticas mentales rinden significativamente más que los que no las usan (42). El entrenador debe considerar la incorporación de prácticas mentales dentro de los planes de entrenamiento para maximizar la corrección de los errores técnicos y, al final, mejorar el rendimiento.

Entrenamiento teórico

Aunque es comúnmente aceptado que los deportistas deben desarrollar destrezas físicas, técnicas, tácticas y psicológicas, aún está en debate si estos también necesitan comprender las bases teóricas del entrenamiento de su deporte. Algunos entrenadores se limitan a las creencias arcaicas de que ellos son los que han de pensar por sus deportistas y que estos solo necesitan ocuparse de sí mismos en el entrenamiento y en la competición. De hecho, esta aproximación para entrenar deportistas puede retrasar la adquisición de destrezas y la mejora del rendimiento.

El entrenador debe considerar que el desarrollo del deportista incluye la educación sobre su deporte, la teoría del entrenamiento y el porqué de lo que hacen en el entrenamiento. Para educarlo con efectividad, el entrenador debe estar actualizado en sus conocimientos teóricos mediante la lectura de la literatura científica del deporte, prestando atención a las ciencias del deporte, acudiendo a conferencias sobre el entrenamiento e interactuando con otros entrenadores. El entrenador debe educar a sus deportistas en las siguientes áreas:

- Las reglas de regulación que gobiernan el deporte.
- Las bases científicas para comprender y analizar las técnicas del deporte, ya que la comprensión biomecánica permite al deportista el análisis del movimiento y asegura la mecánica adecuada y, por tanto, disminuye el riesgo de lesión.

- Las bases científicas y metodológicas de las destrezas biomecánicas.
- La planificación del entrenamiento y cómo se usa su periodización para preparar al deportista para la competición.
- Las adaptaciones fisiológicas que se producen en respuesta al entrenamiento.
- Las causas, métodos, prevención y tratamiento básico de las lesiones.
- La sociología del deporte (es decir, las relaciones intragrupal).
- Los aspectos psicológicos del deporte, incluyendo las habilidades de la comunicación, la modificación de la conducta, el manejo del estrés y las técnicas de relajación.
- El efecto de la alimentación sobre las adaptaciones del entrenamiento y cómo utilizar las intervenciones dietéticas antes, durante, y después del entrenamiento o de la competición (emprendiendo con cuidado el diseño de estrategias nutricionales a través de la consulta de un especialista en nutrición).

Incrementar los conocimientos teóricos del deportista sobre su deporte, y sobre su preparación, es un proceso continuado que debe incluir discusiones antes, durante y después del entrenamiento. Este proceso ha de contar con actividades como análisis de la grabación en vídeo en la que el entrenador enseña al deportista a analizar críticamente los parámetros de rendimiento. Se debe estimular a los deportistas para que sean estudiantes de su propio deporte. Esto puede lograrse con la participación en reuniones interactivas con otros entrenadores y deportistas, la lectura de revistas y otros textos pertinentes, y la implicación en discusiones detalladas con su entrenador personal.

Resumen de los conceptos principales

La preparación de los deportistas incluye el entrenamiento físico, técnico, táctico, psicológico y teórico. Estos cinco factores están interrelacionados, por lo que el entrenamiento físico está fuertemente ligado al desarrollo tanto de destrezas técnicas como tácticas. Este es el fundamento de todo programa de trabajo. Por lo general, una alteración en el desarrollo de la capacidad física provocará fatiga, la cual empeora el rendimiento técnico y táctico durante el entrenamiento y la competición. Por tanto, es esencial que la capacidad física del deportista se dirija mediante un entrenamiento físico adecuado.

El deportista debe esforzarse continuamente en el intento de perfeccionar la técnica. Cuanto más competente sea un deportista técnicamente, más eficaz será y menos energía gastará durante la práctica y el rendimiento. Las destrezas técnicas también afectan a la capacidad táctica del deportista. Por tanto, el plan de entrenamiento debe proporcionar un desarrollo continuado y un perfeccionamiento de la técnica.

Necesita llevarse a cabo un plan de juegos competitivos junto con la competición para permitir el desarrollo del plan de entrenamiento táctico. El entrenador ha de integrarlo dentro del plan de trabajo para adecuar el tiempo necesario para que el deportista perfeccione la táctica antes de llegar a la competición.

Variables del entrenamiento

4

La eficacia de un programa de entrenamiento físico es resultado de la manipulación del volumen (duración, distancia, repeticiones o tonelaje), la intensidad (carga, velocidad, producción de potencia) y la frecuencia (densidad), lo que constituyen sus variables clave. Estas variables deben manejarse según los requerimientos fisiológicos y psicológicos de las metas de entrenamiento de la competición. Por tanto, cuando el entrenador diseña programas de entrenamiento, primero debe decidir sobre qué variable enfatizar para conseguir sus objetivos. Conforme se manipulen dichas variables, se producirán diferentes resultados inducidos por el entrenamiento, los cuales pueden afectar significativamente al rendimiento del deportista.

Los programas de entrenamiento deben enfatizar sobre las diferentes variables en función de las necesidades del deportista. El entrenador debe monitorizar continuamente las respuestas del deportista al programa para determinar si estas precisan futuros ajustes.

Volumen

El **volumen** es un componente primario del entrenamiento dado que es un prerrequisito para los grandes logros técnicos, tácticos y físicos. El volumen del entrenamiento, en ocasiones denominado inadecuadamente duración del entrenamiento, incluye las siguientes partes integrales:

- El tiempo o duración del entrenamiento.
- La distancia cubierta, o el **tonelaje** en el entrenamiento de fuerza (tonelaje = series × repeticiones × carga en kg).
- El número de repeticiones de un ejercicio o elemento técnico en una prestación del deportista en un tiempo dado.

La definición más simple de volumen es la cantidad total de actividad realizada en el entrenamiento. También puede considerarse como la suma del trabajo realizado durante una sesión de trabajo o fase. El volumen total del entrenamiento debe cuantificarse y monitorizarse por su impacto sobre las adaptaciones y la capacidad del deportista para recuperarse del entrenamiento.

La evaluación precisa del volumen de entrenamiento depende del deporte o de la actividad concreta. En los deportes de resistencia (por ejemplo, la carrera, el ciclismo, el piragüismo, el esquí de fondo y el remo), la unidad apropiada para determinarlo es la distancia cubierta (22, 55). En el levantamiento de peso o en el entrenamiento de fuerza, la unidad apropiada es el tonelaje (60, 64, 67, 74), o toneladas métricas de trabajo (8, 47), expresadas en kilogramos (tonelaje = series × repeticiones × resistencia en kg). Alternativamente, una unidad muy práctica para determinar volúmenes de entrenamiento es el número total de **repeticiones** de cada zona de intensidad. También puede utilizarse el número de repeticiones para calcular el volumen en actividades como la pliometría (46), los lanzamientos en béisbol (47) y el atle-

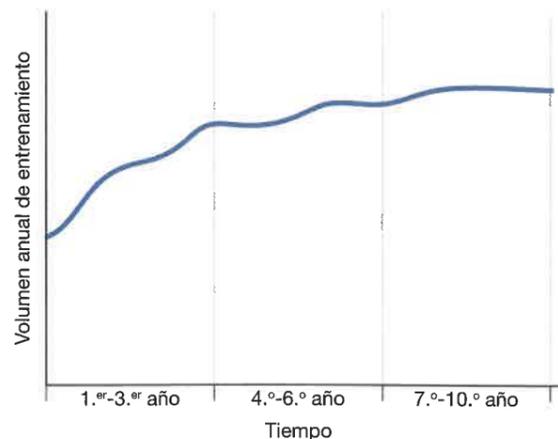


FIGURA 4.1 Incremento teórico del volumen de entrenamiento con el tiempo.

ya que es necesario un gran número de repeticiones para mejorar el rendimiento.

Hay muchos métodos para incrementar el volumen de entrenamiento de los deportistas. Los tres más efectivos son:

- Incrementar la **frecuencia del entrenamiento** (es decir, la densidad).
- Incrementar el volumen dentro de la sesión de trabajo.
- Incrementar tanto la frecuencia del entrenamiento como el volumen dentro de la sesión de trabajo.

Los investigadores sugieren que es importante incrementar tanto como sea posible la frecuencia del entrenamiento, sin provocar sobreentrenamiento (31, 73). Otros investigadores han establecido definitivamente que entrenar con mayor frecuencia produce significativamente mayores adaptaciones inducidas por el entrenamiento (31, 33, 77). También, aumentar el número de sesiones de trabajo en un único día parece ofrecer beneficios fisiológicos (33, 77, 78). No es raro que los deportistas de élite realicen entre 6 y 12 sesiones de entrenamiento por semana, con múltiples sesiones cada día de entrenamiento (2-5, 30, 38). Su capacidad para recuperarse del volumen de entrenamiento es el factor más importante que dictará cuánto volumen se ha de utilizar en el plan de trabajo (60). Los competidores avanzados pueden tolerar grandes volúmenes de trabajo ya que pueden recuperarse más rápidamente de las cargas de entrenamiento. Sin embargo, en particular la fase preparatoria, esto no debería convertirse en un test de tolerancia del trabajo del deportista, como método general (no específicos del deporte), ya que podría malinterpretarse.

El tiempo que el deportista consume entrenando se ha ido incrementando consistentemente a lo largo de las décadas. Por ejemplo, Fiskerstrand y Seiler (24) indicaron que, entre 1970 y 2001, el volumen de entrenamiento se incrementó en un 22 % en los remeros noruegos de categoría internacional. A pesar de ello, la causa principal se debe a que, con la profesionalización del deporte, más y más entrenadores de deportes de potencia de alto nivel y de élite han empezado a aplicar el concepto metodológico de volúmenes mínimos efectivos, lo cual implica utilizar pequeñas fluctuaciones, dentro del plan anual, del volumen y la intensidad (figura 4.2), a diferencia de los modelos clásicos (figura 4.3). La tecnología permite ahora la optimización del volumen de entrenamiento de acuerdo a la habilidad del deportista para recuperarse y adaptarse; esto también determina una menor fluctuación del estatus de preparación de los deportistas dentro del plan anual (figura 4.4 y 4.5). Es imperativo que en la planificación del volumen de entrenamiento se tengan en cuenta el deporte, los objetivos del entrenamiento, las necesidades del deportista, los años que lleva entrenando, su fase de desarrollo y la fase del plan de entrenamiento anual.

tismo (45). Aunque el tiempo parece ser un denominador común en la mayor parte de los deportes, la forma más sensible de expresar el volumen sería el factor de las zonas de intensidad.

A lo largo de la carrera del deportista, se incrementa el volumen de entrenamiento (56, 77, 78) (figura 4.1). Una vez que se ha adaptado bien a él, necesita mayor volumen de trabajo para estimular sus mejoras fisiológicas e incrementar el rendimiento (74, 77, 78). Una vez alcanzado el nivel más alto, en lugar de incrementar indefinidamente el volumen, se aumentan aún más las adaptaciones fisiológicas añadiendo más cantidad de trabajo específico dentro del plan anual. El incremento del volumen durante un tiempo suplementario es particularmente importante en la evolución de los deportistas aeróbicos. También es necesario el incremento del tiempo de entrenamiento de las destrezas técnicas y tácticas,

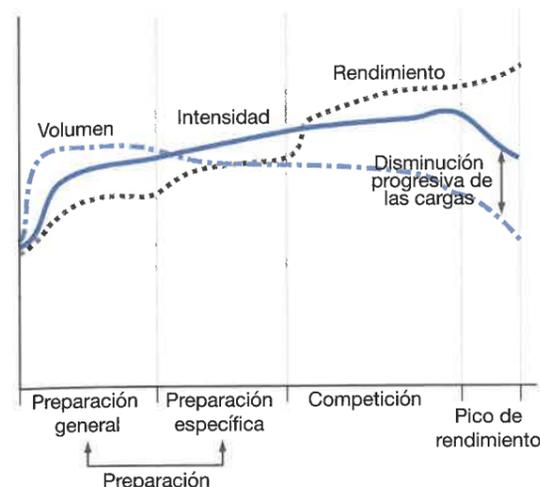


FIGURA 4.2 El concepto metodológico de volúmenes efectivos mínimos implica pequeñas fluctuaciones del volumen y la intensidad dentro del plan anual.

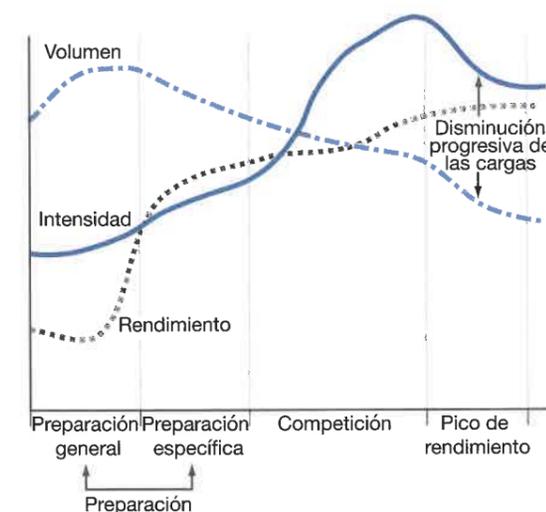


FIGURA 4.3 El concepto tradicional de proporcionalidad inversa del volumen y la intensidad implica una mayor cantidad de métodos generales durante la preparación, y una gran diferencia en el rendimiento dentro del plan anual.

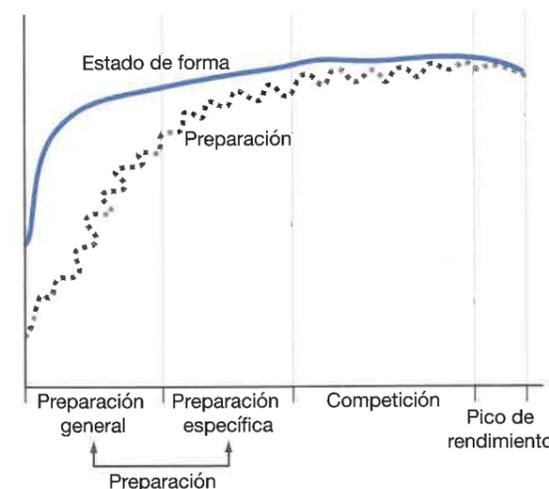


FIGURA 4.4 Cuando se utiliza una preparación con un elevado volumen, el deportista tiene menor estado de forma, el cual se incrementa a medida que el entrenamiento se intensifica durante el plan anual.

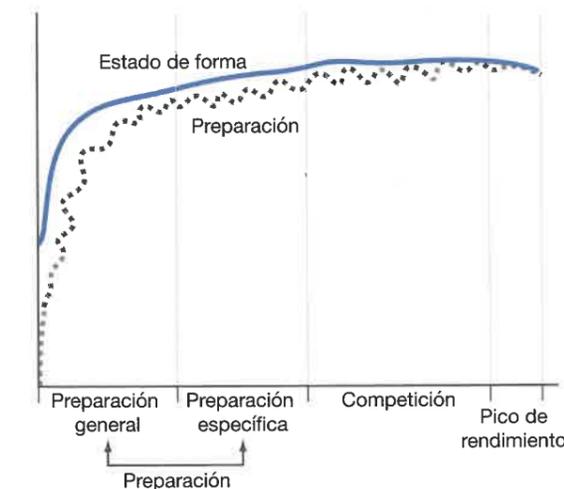


FIGURA 4.5 Una preparación con un volumen óptimo permite al deportista mantener un elevado nivel de puesta en forma durante todo el plan anual.

Intensidad

La **intensidad**, o componente cualitativo del trabajo que un deportista realiza, es otra variable importante de entrenamiento. Komi (39, 40) definió la intensidad en relación con la producción de potencia (es decir, el consumo de energía o trabajo por unidad de tiempo), la fuerza de oposición o de resistencia o la progresión de la velocidad. Según esta definición, cuanto mayor sea el trabajo que realiza el deportista por unidad de tiempo, mayor será la intensidad (18, 64, 74). Esta es una función de la activación neuromuscular, cuanto mayor sea la intensidad (por ejemplo, mayor producción de potencia, mayores cargas externas),

mayor activación neuromuscular se requiere (32). Tales esquemas de activación estarán dictados por las cargas externas, la velocidad de ejecución, la cantidad de fatiga desarrollada y el tipo de ejercicio realizado (32). Un factor añadido a considerar es la tensión psicológica de un ejercicio. El aspecto psicológico de un ejercicio, incluso bajo tensión física escasa, puede tener un alto nivel de intensidad, lo cual se manifiesta como resultado de la concentración o estrés psicológico.

La evaluación de la intensidad es específica del ejercicio y el deporte. Por lo general, los ejercicios que implican velocidad se evalúan en metros por segundo, ritmo por minuto, grados por segundo o producción de potencia (vatios). Cuando se emplea una resistencia en la actividad, habitualmente la intensidad se cuantifica en kilos, kilos levantados 1 metro contra la fuerza de la gravedad (kg/m) o en producción de potencia (vatios). En los deportes de equipo, muchas veces la intensidad de juego se cuantifica mediante el ritmo del latido cardíaco, el latido cardíaco en relación con el umbral anaeróbico, el porcentaje del latido cardíaco máximo (11, 29, 71) o, con mayor exactitud, las zonas de potencia metabólica (57).

Dentro de un microciclo, el programa de entrenamiento debe incluir diferentes intensidades. Hay muchos métodos para cuantificar y establecer la intensidad del trabajo. Por ejemplo, con ejercicios que se realizan contra una resistencia, o a alta velocidad, la intensidad del entrenamiento puede cuantificarse como el porcentaje del mejor rendimiento (63). Este puede representar la intensidad máxima. Es decir, si un atleta completa una carrera de 100 m

TABLA 4.1 Escala de intensidad para ejercicios de velocidad y fuerza

Zona de intensidad	Porcentaje del máximo rendimiento	Intensidad
1	>100	Supermáxima
2	90-100	Máxima
3	80-90	Fuerte
4	70-80	Medio fuerte
5	50-70	Media
6	<50	Baja

TABLA 4.2 Zonas de intensidad basadas en la bioenergética

Intensidad de la zona	Duración del evento	Nivel de intensidad	Sistema primario de energía	Contribuciones bioenergéticas	
				Anaeróbico	Aeróbico
1	<6 s	Máximo	ATP-PC	100-95	0-5
2	6-30 s	Elevado	ATP-PC y glucólisis rápida	95-80	5-20
3	30 s-2 min	Moderadamente elevado	Glucólisis rápida y lenta	80-50	20-50
4	2-3 min	Moderado	Glucólisis lenta y oxidativa	50-40	50-60
5	3-30 min	Moderadamente bajo	Oxidativa	40-5	60-95
6	>30 min	Bajo	Oxidativa	5-2	95-98

ATP-PC = sistema del fosfágeno.

Adaptado de McArdle et al., 2007 (50), Brooks et al. 2000 (15), Stone et al., 2007 (74), Conley, 2000 (18).

en 10 s, lo hace a la velocidad de 10 m/s. Si puede generar mayor velocidad (por ejemplo, 10,2 m/s) sobre una distancia más corta, podrá considerarse que la intensidad es supermáxima, dado que supone más del 100 % de su velocidad máxima (tabla 4.1).

Utilizando la estratificación de la intensidad presentada en la tabla 4.1, la realización de ejercicios con cargas de entrenamiento de fuerza mayores del 105 % del máximo, es más probable que produzcan tanto acciones musculares isométricas como excéntricas y, por tanto, deberán ser consideradas supermáximas. Cuando en un entrenamiento de resistencia (por ejemplo, 5.000 y 10.000 m) el deportista corre distancias más cortas a velocidad mucho mayor, se ejercita con intensidades mayores del 125 % de su velocidad media registrada durante su carrera real.

Un método alternativo para evaluar la intensidad se basa en los sistemas energéticos primarios implicados durante la actividad (18, 64, 69). Se puede elaborar una clasificación de intensidades con seis niveles basándose en las respuestas bioquímicas de los diferentes tipos de esfuerzo (tabla 4.2).

- Zona de intensidad 1:** Los ejercicios de esta zona de intensidad dependen casi exclusivamente del metabolismo anaeróbico y duran hasta los 6 s (por ejemplo, aceleraciones cortas, levantamientos olímpicos, lanzamiento de implementos, porcentaje de juego en fútbol americano, lanzamiento de disco). Esta zona de intensidad está marcada por la mayor producción de potencia y, por tanto, han de considerarse como los ejercicios de mayor intensidad (18, 74). En esta zona, la intensidad de trabajo es sustancialmente mayor que el $\dot{V}O_2$ máx del deportista (consumo máximo de oxígeno) y, por tanto, cualquier trabajo en esta zona se soporta principalmente en el aporte energético anaeróbico. Fundamentalmente, el sistema del fosfágeno (ATP-PC) es el que aporta la energía en esta zona. El sistema ATP-PC solo puede aportar energía durante unos períodos de tiempo muy cortos ya que depende exclusivamente de los depósitos musculares de ATP y de la fosfocreatina (PCr) (74). Esta dependencia anaeróbica crea un gran **déficit de oxígeno**, resultado de la exigencia rápida de energía que no puede disponerse por mecanismos aeróbicos (50, 74). Al final, tras el ejercicio, se produce el incremento del consumo de oxígeno, o de lo que se ha denominado el exceso de consumo de oxígeno postejercicio (EPOC), para reponer los depósitos de ATP y PCr. Por lo general, el ejercicio realizado en esta zona de intensidad está limitado por los depósitos musculares de ATP y PCr (74).
- Zona de intensidad 2:** La segunda zona, que es una zona de elevada intensidad, también depende casi exclusivamente del aporte energético anaeróbico, e incluye actividades que duran entre 6 y 30 s (por ejemplo, el esprint de 100 y 200 m en atletismo y el esprint de 100 m en natación). En esta zona, como en la zona 1, el aporte de energía debe ser muy rápido y no puede hacerse a partir de los mecanismos aeróbicos. Por tanto, las exigencias de energía se satisfacen por la combinación de ATP y PCr y el sistema glucolítico rápido (74). La metabolización de los depósitos musculares de ATP se produce muy rápidamente, por lo que debe utilizarse el PCr para mantener el aporte de energía. A los 10 s de la iniciación del ejercicio de alta intensidad, la capacidad de la PCr para mantener el aporte de ATP disminuye en un 50 %; y a los 30 s de comenzado, su contribución es muy escasa (49). Por tanto, cuando el ejercicio en esta zona de intensidad excede de los 10 a 30 s, se incrementa progresivamente su dependencia de la glucosa sanguínea y de los depósitos musculares de glucógeno (49). Dado que aumenta la dependencia de glucólisis rápida, en función de la duración e intensidad del episodio del ejercicio, puede haber un incremento sustancial en la acumulación de ácido láctico (49, 74). Como consecuencia de dicho aumento de la producción de ácido láctico, en esta zona de intensidad puede producirse un EPOC sustancial.
- Zona de intensidad 3:** las actividades que duran entre 30 s y 2 min (por ejemplo, carreras de 400 m, carreras de 800 m, 1 km de ciclismo en pista) se consideran actividades de intensidad moderadamente alta. Su aporte de energía depende predominantemente de los sistemas de glucólisis rápida y lenta. Cuando la duración de la actividad

TABLA 4.3

Zonas de entrenamiento por el latido cardíaco del Australian Institute of Sport para ciclistas varones

Zona de entrenamiento	Latido cardíaco (% latido cardíaco máximo)	Fatiga percibida
Rendimiento 1	<75	Recuperación (fácil)
Rendimiento 2	75-85	Cómodo
Rendimiento 3	85-92	Incómodo
Rendimiento 4	>92	Estresante

Adaptado con permiso de N. Craig et al., 2000, «Protocols for the physiological assessment of high-performance track, road, and mountain cyclists», en *Physiological tests for elite athletes*, editado por C.J. Gore (Champaign, IL: Human Kinetics), 258-277.

TABLA 4.4

Zonas de entrenamiento por el latido cardíaco del USA Cycling para ciclistas

Zona de entrenamiento	Latido cardíaco (% latido cardíaco máximo)	Fatiga percibida
1	<65	Rodaje de recuperación (fácil)
2	66-72	Entrenamiento de resistencia básica
3	73-80	Entrenamiento a ritmo
4	84-90	Entrenamiento de umbral anaeróbico
5	91-100	Máximo esfuerzo

Cortesía de USA Cycling.

TABLA 4.5

Zonas de entrenamiento para el latido cardíaco basadas en el umbral anaeróbico individual

Zona de entrenamiento	Zona baja	Zona alta
Zona de entrenamiento básico	LC (UAI) -50	LC (UAI) -30
Zona de entrenamiento de evolución	LC (UAI) -5	LC (UAI) +5
Ejemplo		
Zona de entrenamiento básico	120	140
Zona de entrenamiento de evolución	165	175
		LC (UAI) = 170

LC = latido cardíaco; UAI = umbral anaeróbico individual.

Adaptado de Faria, Parker y Faria, 2005 (22).

cambia de los 30 s hacia los 2 min, se incrementa la activación del sistema glucolítico lento. Están fundamentalmente implicadas en esta zona las actividades de velocidad y ejercicios de resistencia de alta intensidad (ERAI). Dependiendo de la duración e intensidad de estas actividades, se produce una gran cantidad de ácido láctico en respuesta a las consiguientes modificaciones metabólicas (49). Los factores limitantes más probables del rendimiento en esta zona de intensidad son la disminución de los depósitos musculares de ATP, PCr y glucógeno. La acumulación de ácido láctico también puede limitar el rendimiento (74).

- *Zona de intensidad 4:* La cuarta zona de intensidad incluye actividades que duran entre 2 y 3 min. La intensidad de esta zona se considera moderada y depende energéticamente de una mezcla de **metabolismo oxidativo** y glucólisis lenta. Cuando un ejercicio alcanza esta zona de intensidad, el aporte energético del organismo comienza a cambiar y pasa de depender de mecanismos anaeróbicos a hacerlo de recursos aeróbicos. La mayor parte de las actividades de esta zona dependen más adelante de ambos sistemas energéticos, el anaeróbico y el aeróbico.
- *Zona de intensidad 5:* Las actividades en esta zona duran entre 3 y 30 min (por ejemplo, ciclismo de persecución, persecución por equipos, 2.000 m en remo, carreras de 1.500 m, 400 m individual en pruebas combinadas). Estas dependen predominantemente del sistema energético aeróbico y son, por tanto, de intensidad moderadamente baja. Es esencial un sistema cardiovascular fuerte para el éxito en esta zona ya que el aporte de oxígeno desempeña una función crucial en la capacidad de las vías metabólicas oxidativas para aportar energía (18). Los eventos en esta zona, especialmente los más largos, parecen requerir estrategias de ritmos para maximizar el rendimiento (74). En estos eventos, el aporte de energía (por ejemplo, el glucógeno hepático y muscular, los depósitos de grasa) es el limitante fundamental del rendimiento (74).
- *Zona de intensidad 6:* La zona final consta de actividades clasificadas como de baja intensidad, dado que su dependencia energética predominante es sobre el metabolismo oxidativo (por ejemplo, maratón, triatlón, carreras de ciclismo en ruta) (74). Conley y colaboradores (19) indicaron que la producción de potencia a $\dot{V}O_2$ máx es de alrededor del 25 al 35 % del pico de potencia conseguido durante el ejercicio anaeróbico máximo. El éxito en estas actividades depende de un sistema cardiovascular fuerte y un aporte energético óptimo por la vía del sistema oxidativo. Los factores que pueden limitar el rendimiento en estas actividades se centran en el aporte de energía. Cuando la actividad se incrementa en duración, hay una disminución progresiva de la disponibilidad de glucógeno muscular lo cual, al final, provoca una disminución de los niveles de glucosa en sangre y el incremento de la dependencia de los depósitos grasos (49). Cuando los depósitos de glucógeno se vacían, aumenta la dificultad para mantener la intensidad del ejercicio; por tanto, el consumo de carbohidratos durante la actividad parece que es importante para mantener el rendimiento.

Cuando se trabaja con deportistas de fondo o de deportes de equipo, los entrenadores deben considerar el uso de la respuesta del latido cardíaco como indicador de intensidad. Este se incrementa linealmente tanto cuando aumentan las cargas de trabajo como si lo hace el consumo de oxígeno (50, 61). Debido a esta relación estrecha con el latido cardíaco, se ha hecho muy popular como modo de cuantificar la intensidad del ejercicio en la actividad aeróbica. Para maximizar la efectividad del entrenamiento basándose en el latido cardíaco, se emplea un test de graduación del ejercicio determinando el latido cardíaco máximo del deportista, su umbral anaeróbico o de lactato y su $\dot{V}O_2$ máx. Aunque no sea tan fiable como el test de graduación del ejercicio, puede usarse el latido máximo predicho por la edad para calcular el latido cardíaco máximo de un deportista (61):

$$\text{Latido cardíaco máximo} = 220 - \text{la edad}$$

Una vez determinado el latido cardíaco máximo pueden establecerse las zonas de trabajo por latido cardíaco en las que basar el entrenamiento (tabla 4.3 y 4.4). Faria y colaboradores (22) sugirieron que el umbral anaeróbico individual (UAI) es un marcador crucial que puede utilizarse para determinar básicamente la evolución del latido cardíaco dentro de los rangos de entrenamiento (tabla 4.5). La zona de entrenamiento básica se utiliza para estimular el incremento de la forma física aeróbica, mientras que la zona de evolución se usa para mejorar la tolerancia al lactato (22). La primera se limita entre el UAI -50 latidos por minuto hasta el UAI-30 latidos por minuto. Por tanto, para un deportista con un UAI de 170, la zona básica podría estar entre los 120 a 140 latidos por minuto. La zona de evolución del entrenamiento se calcula entre el UAI -5 latidos por minuto hasta el UAI +5 latidos por

minuto. Por ejemplo, un deportista con un UAI de 170 podría tener una zona de evolución del entrenamiento de 165 a 175 latidos por minuto. Faria y colaboradores (22) sugirieron que la zona de evolución debería utilizarse después de un período de entrenamiento básico o cerca de la competición.

En ciclismo se puede cuantificar la intensidad basándose en la medida de la producción de potencia (9, 36). Cuando se utiliza un plan de entrenamiento basado en la potencia del deportista, primero debe determinarse su umbral funcional, el cual se calcula restando el 5 % del porcentaje de potencia conseguida durante una prueba cronometrada de 20 min sobre una superficie plana (9). Una vez realizada la prueba, se pueden establecer 7 zonas distintas de entrenamiento y utilizarse para desarrollar un plan de trabajo (tabla 4.6).

Las intensidades elevadas de entrenamiento provocan progresos rápidos, pero conducen a adaptaciones menos estables, a menores grados de consistencia, a mayor incidencia de sobreentrenamiento por alta intensidad y a mesetas de estancamiento del rendimiento. Por el contrario, las cargas de trabajo de nivel bajo provocan menores desarrollos y son un estímulo mínimo para las adaptaciones fisiológicas, lo cual se traduce en un rendimiento más bajo pero más consistente. El plan de trabajo debe modificar sistemáticamente el volumen y la intensidad para maximizar las adaptaciones fisiológicas de rendimiento secundarias al entrenamiento.

Hay dos tipos de intensidades: la intensidad absoluta, que corresponde al porcentaje máximo necesario para realizar un ejercicio, e intensidad relativa, que mide la de una sesión de entrenamiento o microciclo, dados la intensidad absoluta y el volumen total de trabajo realizado en dicho período.

TABLA 4.6 Zonas de entrenamiento basadas en la potencia para el ciclismo

Zona de entrenamiento	Nombre de la zona	Porcentajes		Ejemplos de cálculo ^b	
		Porcentaje de potencia ^a	Porcentaje de latido cardíaco ^a	Porcentaje de potencia	Porcentaje de latido cardíaco
1	Recuperación activa	<55 %	<68 %	<124	<121
2	Resistencia	56-75 %	69-83 %	126-129	123-148
3	Ritmo	76-90 %	84-94 %	171-203	150-167
4	Umbral de lactato	91-105 %	95-105 %	205-236	169-187
5	$\dot{V}O_2$ max	106-120 %	>106 %	239-270	>187
6	Capacidad anaeróbica	121-150 %	N/A	272-337	N/A
7	Potencia neuromuscular	N/A	N/A	N/A	N/A

^aBasado en el umbral funcional (porcentaje de potencia durante una prueba cronometrada de 20 min -5 %).

^bBasado en el porcentaje de umbral funcional de potencia de 225 y un porcentaje de umbral de latido cardíaco de 178.

Basado en Allen y Coggan, 2006 (9).

Relación entre volumen e intensidad

La compensación entre volumen e intensidad es fundamental en el proceso de entrenamiento. La interacción de estas variables es el fundamento de los planes de entrenamiento periodizados por sus efectos específicos sobre las adaptaciones fisiológicas y el rendimiento. La periodización del entrenamiento trata de orientarse hacia el rendimiento de los resultados mediante la manipulación fluctuante tanto del volumen como de la intensidad de trabajo (74). En la mayoría de los casos, el volumen y la intensidad están en relación inversa.

Por ejemplo, cuando la intensidad de entrenamiento es más elevada, generalmente el volumen es bajo. Las diferentes adaptaciones fisiológicas y de rendimiento se pueden estimular mediante el cambio del énfasis relativo sobre estos componentes. Sin embargo, debido a que el entrenamiento implica tanto cantidad como calidad, es impracticable contemplarlas por separado debido a que el trabajo realizado se considera un buen indicador del estrés de entrenamiento (74). Cuanto mayor sea la carga de trabajo (por ejemplo, cuanto mayor sea la intensidad del entrenamiento y se mantenga por más tiempo), mayor estrés fisiológico habrá, como indican la disminución de los sustratos energéticos (por ejemplo, el glucógeno muscular y la PCr), el incremento de las alteraciones hormonales (por ejemplo, la liberación de cortisol), y el aumento de la fatiga neuromuscular.

Las cargas de trabajo elevadas que se desarrollan en el entrenamiento de fondo crean una base de capacidad de trabajo, establecida por la duración y estabilidad de los efectos de entrenamiento, y sirve como fundamento para los esfuerzos intensos implicados en la preparación especial y técnica (74). Pueden utilizarse muchas estrategias para incrementar la carga de trabajo: (a) aumentando el número de repeticiones por serie, o la distancia con la correspondiente disminución de la intensidad; (b) incrementando el número de **series**, de ejercicios o de ambos; y (c) manipulando la frecuencia (por ejemplo, la densidad del entrenamiento dentro de un microciclo o día de entrenamiento). Un buen ejemplo de la utilización de estos métodos para incrementar la carga de trabajo se observa en la natación de larga distancia. En la fase preparatoria del entrenamiento, el nadador puede incrementar el volumen de trabajo aumentando el número, duración y distancia de los intervalos utilizados en el entrenamiento o incrementando la densidad de la carga (por ejemplo, aumentando la frecuencia de sesiones de volumen elevado) (56). Al incrementar el volumen de entrenamiento, lo más probable es que se produzca una disminución de la intensidad. Sin embargo, este entrenamiento de baja intensidad y mucho volumen servirá de base sobre la que se desarrollará el trabajo de alta intensidad (56, 74).

La relación entre el volumen y la intensidad del entrenamiento varía a lo largo del año de este, dependiendo del propósito de la fase del plan anual (figura 4.2 y 4.3). En muchas actividades deportivas, estas fluctuaciones en el entrenamiento pueden incluir modificaciones en el tiempo o cambios en el énfasis sobre la técnica, la táctica y el entrenamiento físico. Normalmente, en el comienzo de la fase preparatoria, el énfasis se pone en el desarrollo del entrenamiento físico base, utilizando cargas de trabajo elevadas. Estas se logran por la vía del incremento del volumen de entrenamiento con una disminución concomitante en la intensidad. Cuando el deportista avanza en esta fase, disminuirá progresivamente el volumen de trabajo físico a la vez que se **incrementa la intensidad**. Cuando la carga de trabajo sea muy alta, la forma física del deportista disminuirá como resultado de la fatiga acumulada (60, 74, 76, 77). Si se somete continuamente a elevados volúmenes de entrenamiento, el rendimiento no se optimizará, incluso pensando que se incrementa su puesta en forma. Sin embargo, si no se incrementa la intensidad, el deportista va a entrenar continuamente en intensidades por debajo de las que necesita para competir. Por tanto, para elevar y, al final, incrementar el rendimiento, las cargas de trabajo tienen que disminuir, mientras que ha de incrementarse la intensidad. Dado lo cual, es importante considerar la relación entre el volumen y la intensidad de entrenamiento en el contexto del énfasis de cada fase del plan de entrenamiento anual.

Determinar la carga de trabajo óptima, lo que implica establecer combinaciones entre el volumen y la intensidad del entrenamiento, es una tarea compleja que depende de muchos factores, incluidos los específicos del deporte, la fase de entrenamiento anual y el nivel de desarrollo del deportista. Es mucho más fácil cuantificar el volumen y la intensidad en deportes que pueden evaluarse objetivamente. En halterofilia, por ejemplo, es relativamente fácil determinar el volumen (por ejemplo, multiplicar las series por las repeticiones y la resistencia) y la intensidad del entrenamiento (por ejemplo, tonelaje dividido por las repeticiones totales o porcentaje de la capacidad máxima). En muchos deportes de equipo y otros, como la gimnasia, es mucho más difícil cuantificar dichas variables. Una estrategia para determinar el volumen es utilizar el número total de acciones, elementos, repeticio-

nes y distancia cubierta. Otra posibilidad para establecerlo es cuantificar la duración de la sesión de entrenamiento o el número de repeticiones de una destreza. En estos deportes, puede usarse para cuantificar la intensidad de trabajo la velocidad o rapidez con la que el deportista realiza el entrenamiento o el registro del latido cardíaco.

Dinámicas para incrementar el volumen y la intensidad

La cantidad de trabajo que realizan los deportistas de clase internacional se ha incrementado marcadamente a lo largo de las últimas 3 a 5 décadas (6, 24). Este aumento en las cargas de trabajo se ha producido por la vía del incremento de la frecuencia del entrenamiento, el volumen de las sesiones de trabajo individuales y el volumen de los microciclos, todo lo cual ha contribuido a un aumento significativo de la carga del plan de entrenamiento anual. Habitualmente, los deportistas de hoy día incrementan sus cargas de trabajo aumentando la frecuencia de entrenamiento, estructurándolo con mayor número de sesiones durante el microciclo (8 a 12 sesiones por semana), normalmente programando varias para el mismo día. Aunque se producen diversos beneficios, fisiológicos y de rendimiento, al incrementar la frecuencia del entrenamiento (31, 58, 77, 78), los incrementos de las cargas de trabajo (volumen e intensidad), y de su frecuencia (densidad), deben implementarse de modo sistemático y progresivo (como se describió en el capítulo 2).

A medida que el deportista está más entrenado, la carga que previamente se consideraba como carga estimulante (suficientemente alta para inducir cambios fisiológicos), se convierte en carga conservadora (mantiene las adaptaciones fisiológicas) o en carga desentrenadora (no es lo suficientemente elevada como para mantener las adaptaciones fisiológicas, provocando que estas se pierdan) (77, 78). Por ejemplo, un deportista principiante puede optimizar sus ganancias de fuerza con un programa de fuerza de tres días de entrenamiento por semana (58, 62); por otro lado, un deportista más avanzado puede necesitar sesiones de entrenamiento de fuerza más frecuentes (por ejemplo, de 4 a 8 sesiones por semana) para maximizar el estímulo de entrenamiento. A medida que el deportista se desarrolle, necesitará mayor número de variaciones en su entrenamiento, las cuales se logran mediante la manipulación de las cargas de trabajo (volumen e intensidad), la frecuencia del entrenamiento y los cambios periódicos de los ejercicios o actividades. Dichas variaciones no deben ser súbitas, a no ser que se utilicen extralimitaciones planificadas o estrategias de carga concentrada (60, 64, 74). Cuando el competidor está más entrenado, y su capacidad de trabajo se ha incrementado, debe aumentar periódicamente sus cargas de entrenamiento de modo progresivo y no lineal. Los entrenadores deben ser extremadamente cuidadosos cuando incrementan las cargas de entrenamiento, ya que la mayoría de los planes de trabajo implican adaptaciones de entrenamiento retardadas.

Cuando se pretende incrementar las cargas de entrenamiento por la vía de la modificación del volumen y la intensidad, el entrenador puede considerar muchos ejemplos estratégicos.

Estrategias para modificar el volumen del entrenamiento

- Incrementar la duración de la sesión de entrenamiento. Puede ser una estrategia útil cuando se trabaja con deportistas de fondo. Por ejemplo, si el deportista realiza 3 sesiones de 60 minutos, puede añadirse más volumen aumentando alguna de las sesiones de trabajo a 75 minutos. De este modo, el volumen de entrenamiento del deportista puede incrementarse progresivamente con el tiempo.
- Incrementar la frecuencia del entrenamiento (es decir, la densidad o número de sesiones de entrenamiento) por semana. Si, por ejemplo, el deportista realiza 3 sesiones por semana, el aumento a 5 días por semana incrementa la frecuencia de entrenamiento. Otra posibilidad es establecer un mayor número de sesiones el mismo día de entrenamiento. Por ejemplo, si un deportista entrena 3 días por semana, puede mantener su plan de los 3 días semanales, pero ahora incluyendo 2 sesiones al día,

con un total de 6 sesiones por semana. Cuando se ha incrementado la frecuencia de entrenamiento, el volumen del trabajo semanal debe distribuirse entre el nuevo número de sesiones y, tras ello, elevar gradualmente el volumen de sesiones previas, si fuera necesario.

- Incrementar el número de repeticiones, series, ejercicios o elementos técnicos por sesión de entrenamiento.
- Aumentar las distancias recorridas, o la duración por repetición o ejercicio.

Estrategias para modificar la intensidad del entrenamiento

- Aumentar la velocidad de movimiento en una distancia dada, o la rapidez o el ritmo de ejecución de los ejercicios tácticos.
- Incrementar la carga (es decir, la resistencia o el peso) en el entrenamiento de fuerza.
- Incrementar la producción de potencia de la actividad de entrenamiento.
- Disminuir el período de intervalo entre las repeticiones o los ejercicios tácticos.
- Exigir al deportista que el trabajo de fondo, a intervalos o táctico, lo haga con altos niveles de latido cardíaco máximo.
- Incrementar el número de competiciones en la fase de entrenamiento, pero solo si coincide con el plan de trabajo del deportista y no impide su desarrollo.

Muchos factores están implicados en la dinámica de la intensidad del entrenamiento. Tres factores son los que se discuten con más frecuencia: las características del deporte, el entorno de entrenamiento o de competición y el nivel de rendimiento del deportista.

- *Características del deporte:* Cada actividad deportiva estimula distintas adaptaciones fisiológicas. Se considera que en deportes en los que la velocidad máxima o la potencia (por ejemplo, los sprints, los lanzamientos, el levantamiento de peso) son de importancia fundamental, el estrés fisiológico resultante tiene que ser alto como respuesta a la dependencia de la actividad del aporte energético anaeróbico. Al contrario, se cree que, en deportes de fondo (por ejemplo, la carrera, el ciclismo de distancia, el triatlón), la intensidad es baja como consecuencia de su baja producción de potencia, que depende del aporte energético aeróbico (19, 74). La intensidad de las actividades deportivas que se basan en la maestría técnica (por ejemplo, la gimnasia, el salto de trampolín, la natación sincronizada), está determinada por el grado de dificultad de las destrezas individuales realizadas y el sistema de aporte energético dominante. En la mayoría de los casos, estas actividades que exigen una producción elevada de potencia, o movimientos rápidos, dependen, sobre todo, de los sistemas energéticos anaeróbicos. Por tanto, la mayoría de estas actividades se incluyen al final del espectro de alta intensidad. Por lo general, la clasificación de los deportes de equipo es difícil ya que pueden darse cambios fluidos en su intensidad. La mayoría de estos deben considerarse de alta intensidad como resultado de su dependencia del aporte energético anaeróbico (ver en la tabla 1.2 un resumen de las actividades deportivas y sus aportes energéticos primarios). En cualquier actividad, el plan de entrenamiento periodizado debería incluir variaciones en la intensidad ya que, cuando son sistemáticas, producen mejores adaptaciones fisiológicas que, al final, elevarán la capacidad de rendimiento del deportista.
- *El entorno de entrenamiento o de competición:* El entorno de entrenamiento o de competición afecta significativamente a la intensidad de una sesión de entrenamiento. Por ejemplo, correr en arena o en cuesta puede incrementar significativamente la intensidad, lo cual puede comprobarse como el incremento del latido cardíaco como respuesta a la sesión de entrenamiento. Utilizar estrategias en ciclismo o en patinaje, como correr al rebufo para disminuir la resistencia de arrastre, puede afectar significativamente a la intensidad. Por ejemplo, se ha demostrado que ir a la rueda tras otro ciclista en ciclismo, pedaleando a un ritmo de 39,5 km/h, provoca una disminución del 7,5 % del porcentaje de latido cardíaco aproximadamente y del 14 % del consumo

de oxígeno ($\dot{V}O_2$), comparado con rodar en solitario (35). Por eso, cuando se va al rebufo, se tiene la posibilidad de disminuir la intensidad de la actividad mientras se mantiene una velocidad de movimiento muy elevada. El uso de elementos aerodinámicos (por ejemplo, manillares aerodinámicos, ruedas lenticulares, trajes adaptados a la piel) puede reducir las fuerzas de resistencia que afronta el ciclista y, por tanto, disminuir la intensidad a la vez que rueda a la misma velocidad absoluta (23).

- *Preparación del nivel de rendimiento del deportista:* El desarrollo físico del deportista tiene una función muy importante en la determinación del contenido de su programa de entrenamiento. Cuando se entrenan deportistas de diferente nivel y se introduce el mismo contenido de trabajo (por ejemplo, las cargas), lo más probable es que difieran sus respuestas fisiológicas, dado que las mismas cargas representarán diferentes intensidades de trabajo para cada uno. Por ejemplo, una carga de intensidad media para un deportista de élite puede ser una carga supermáxima para un principiante. Al contrario, una carga media para un principiante puede ser una carga de desentrenamiento para uno de élite. Esta aseveración apoya la importancia de utilizar planes de entrenamiento individualizados para optimizar cada adaptación fisiológica al deportista y, al final, su rendimiento.

Como se dijo previamente en este capítulo, la respuesta del latido cardíaco al entrenamiento puede ser una herramienta útil para prescribir y evaluar la intensidad de entrenamiento. El latido cardíaco puede utilizarse para computar la intensidad del trabajo como expresión de la exigencia total experimentada durante una sesión. La intensidad de una sesión de entrenamiento puede calcularse utilizando las siguientes ecuaciones, propuestas por Iliuta y Dumitrescu (37). El primer paso de este proceso es calcular la intensidad parcial con la siguiente ecuación:

$$\text{Intensidad parcial} = \frac{LC_p \times 100}{LC_{\text{máx}}}$$

En esta ecuación LC_p es el latido cardíaco que resulta de realizar el ejercicio para el que se está calculando la intensidad parcial, y $LC_{\text{máx}}$ el latido cardíaco máximo conseguido en la realización de la actividad. Una vez que se ha establecido la intensidad parcial, puede calcularse la intensidad global con la siguiente ecuación:

$$\text{Intensidad global} = \frac{\sum (\text{intensidad parcial} \times \text{volumen del ejercicio})}{\sum (\text{volumen del ejercicio})}$$

Otra posible utilización de la monitorización del latido cardíaco es a través del concepto de estímulo de entrenamiento (ESTEN) (52, 67). El ESTEN es el producto de la duración y la intensidad del entrenamiento, en el que el latido cardíaco se multiplica por el ajuste metabólico no lineal, basado en la curva de lactato, y la duración de la sesión de entrenamiento (52). Aunque el método del TRIMP para determinar el estrés de entrenamiento es útil, su aplicación es limitada para intensidades de entrenamiento aeróbico que registren el latido cardíaco por debajo del máximo.

Valoración del volumen y la intensidad

Debido a que el cuerpo humano tiene la capacidad para adaptarse a un estímulo de entrenamiento dado, el rendimiento concreto puede cambiarse en respuesta a un programa de trabajo. Asimismo, el tipo de entrenamiento iniciado puede producir adaptaciones muy distintas, genéticas y moleculares, que subyacen a los resultados del rendimiento (17). Para lograr la meta principal en el desarrollo de los deportistas, que es maximizar los resultados por la vía del estímulo de entrenamiento apropiado, todos los elementos del plan de trabajo

deben adecuarse al concepto de especificidad del entrenamiento. Este debe contemplar las características bioenergéticas, mecánicas y motoras del deporte, teniendo como objetivo estas áreas en el plan de trabajo. Además, la individualización del programa de entrenamiento es esencial para el éxito del plan. Las cargas deben basarse en el nivel de desarrollo individual del deportista o en su habilidad para tolerar el entrenamiento, la fase del plan anual y la proporción entre el volumen y la intensidad de trabajo. Si se implementa la dosificación adecuada de la carga de trabajo, se estimularán las respuestas fisiológicas correctas y mejorará el rendimiento.

En entrenamiento, se han establecido dos clasificaciones de la carga: externa e interna (34,59). La carga externa, o su dosificación, está en función del volumen de entrenamiento e intensidad. La carga externa se basa en la interrelación del volumen, la intensidad y la frecuencia del estímulo del entrenamiento. Estos factores son fácilmente monitorizables, y tanto el entrenador como el deportista deberían tener unos registros detallados de los resultados obtenidos. Las cargas externas producen adaptaciones fisiológicas y psicológicas causadas como resultado del programa de entrenamiento. A su vez, estas respuestas individuales están afectadas al mismo tiempo por una carga interna específica, o dosificada, expresada en grado o magnitud de fatiga percibida por el deportista. La magnitud y la intensidad de la carga interna son directamente el resultado de la dosificación externa que se aplica durante el plan de entrenamiento.

La aplicación de la misma carga externa no siempre provoca respuestas fisiológicas o psicológicas iguales entre los deportistas o en el mismo atleta (por ejemplo, debido a la fatiga acumulada). Las respuestas internas al entrenamiento son una función de la respuesta individual del deportista a la aplicación de la carga externa. Por tanto, la respuesta interna solo puede considerarse en términos generales. Esta se registra mejor utilizando las notas o diarios de entrenamiento y los test fisiológicos periódicos, incluyendo la monitorización de las variaciones del latido cardíaco (VLC), los datos de los dinamómetros y acelerómetros y los test psicológicos (74).

Relación entre volumen y adaptación

La implementación de un plan de entrenamiento bien estructurado provoca adaptaciones fisiológicas y psicológicas muy específicas que modifican la capacidad de rendimiento del deportista (60, 67, 74). Estas adaptaciones se relacionan con muchos factores, incluidos la dotación genética, el estado de salud y la historia de entrenamiento del deportista (67). El plan de entrenamiento es un factor clave para determinar los resultados del rendimiento ya que la intensidad, el volumen y la frecuencia desempeñan una función significativa en la modulación de las adaptaciones fisiológicas fundamentales para el rendimiento (17, 67, 75).

La relación entre la dosificación del entrenamiento y estas adaptaciones es de especial interés. Los sistemas fisiológicos deben sobrecargarse progresivamente para inducir las adaptaciones necesarias que mejoren el rendimiento. Por ejemplo, un volumen de trabajo elevado realizado por un deportista de fondo bien entrenado a baja intensidad, no parece que mejore significativamente su rendimiento o sus adaptaciones fisiológicas (42). Se necesita un volumen o intensidad de trabajo elevado para que se produzcan adaptaciones de forma continuada (14, 34, 42, 59). En otro ejemplo, el tonelaje (es decir, tonelaje = series \times repeticiones \times resistencia en kg) de entrenamiento incluido en un plan de trabajo de la fuerza, se relaciona ampliamente con las adaptaciones musculares que se producen en respuesta al entrenamiento. Froböse y colaboradores (26) ofrecieron evidencias de que cuanto mayor es el tonelaje del entrenamiento mayor es el estímulo para el crecimiento muscular, adaptaciones que, al final, pueden tener un profundo efecto sobre el rendimiento de algunos deportistas.

Si el volumen de trabajo, el volumen del entrenamiento y su intensidad son excesivos, se elevan bruscamente o exceden la capacidad de trabajo del deportista, pueden producir una respuesta de mala adaptación y derivar en un sobreentrenamiento (ver capítulo 5) (27, 28, 72). Si se produce esta situación, el rendimiento puede estancarse, o incluso declinar, en respuesta al síndrome de sobreentrenamiento inducido por el estímulo de entrenamiento mal

aplicado. El programa de entrenamiento debe incluir variaciones en la intensidad, el volumen y la frecuencia, de tal forma que el deportista alterne entre la estimulación y la recuperación (es decir, trabajo y descanso); por lo general, esto ocurre a nivel de macrociclo (colocando una semana de descarga al final) y de microciclo (alternando las cargas de trabajo).

La adaptación positiva a los estímulos de entrenamiento incrementa el estímulo necesario para el trabajo del deportista. Este incremento se produce como resultado de las adaptaciones fisiológicas que permiten al atleta tolerar mayores cargas de trabajo. Por tanto, si se reitera la misma carga una y otra vez, se producen modificaciones fisiológicas y adaptaciones menos significativas. Para continuar estimulando apropiadamente las adaptaciones fisiológicas, la dosificación externa o sobrecarga de trabajo debe incrementarse progresivamente, tal como sugiere la teoría de la sobrecarga progresiva (25, 74). Además, si las cargas se reducen sustancialmente, el efecto del entrenamiento disminuye y se produce una fase de involución. Aunque es necesaria la reducción de la carga de trabajo del deportista que intenta eliminar la fatiga, recuperarse o conseguir el pico competitivo, permanecer en períodos de entrenamiento infra-umbrales durante demasiado tiempo provocará una pérdida de las adaptaciones fisiológicas y, al final, la disminución de la capacidad de rendimiento (53, 54). Por ejemplo, durante el plan anual, si la fase de transición es demasiado larga, y contiene recuperación pasiva en lugar de recuperación activa, puede que se pierdan las adaptaciones conseguidas en las fases preparatoria y competitiva del entrenamiento.

Frecuencia

La frecuencia (es decir, la **densidad**) del entrenamiento puede definirse como la distribución de las sesiones de trabajo (74). Esta puede concebirse como una relación, que se expresa en unidades de tiempo, entre las fases de trabajo y de recuperación. Por tanto, cuanto mayor es la frecuencia, más corto es el tiempo de recuperación entre las fases de trabajo. Cuando se incrementa la frecuencia del entrenamiento, el deportista y el entrenador deben establecer un equilibrio entre trabajo y recuperación para evitar niveles excesivos de fatiga, o de sobrecarga, que pueden derivar en sobreentrenamiento.

Es muy difícil calcular la cantidad óptima de tiempo necesario entre las múltiples sesiones de entrenamiento (por ejemplo, dentro del entrenamiento diario o microciclo), ya que son muchos los factores que pueden contribuir al ritmo de recuperación del deportista. La intensidad y el volumen de una sesión de trabajo tienen una labor principal para determinar el tiempo necesario que debe mediar antes de la siguiente sesión de entrenamiento (74, 77). Cuanto mayor sea la carga de trabajo (es decir, la intensidad y el volumen) de la sesión, mayor será la cantidad de tiempo necesario para la recuperación de la forma física o del restablecimiento de la capacidad de rendimiento (77, 78). Además, el estatus de entrenamiento del deportista (77, 78), su edad cronológica (20, 41, 66), las intervenciones nutricionales seguidas (16) y el uso de sesiones de recuperación (10, 51), pueden afectar la capacidad de recuperación del deportista de los esfuerzos del entrenamiento. No es necesaria la recuperación completa de una sesión de entrenamiento antes de iniciar la siguiente. Una estrategia común es incrementar la frecuencia de trabajo y estimular la recuperación utilizando sesiones con diferentes cargas dentro del mismo día de entrenamiento o del microciclo.

Comúnmente, se utilizan dos métodos para optimizar los intervalos trabajo-descanso en el entrenamiento de la resistencia o a intervalos: (a) proporciones fijas trabajo-recuperación (12, 43, 44, 68, 70) y (b) tiempo de recuperación suficiente para que el latido cardíaco vuelva al nivel máximo predeterminado (7, 43, 44, 65). En estos casos, lo que se manipula es la frecuencia de entrenamiento. La densidad de entrenamiento puede definirse como la frecuencia con la que un deportista realiza una serie de repeticiones de trabajo por unidad de tiempo (13).

- **Proporción fija trabajo-recuperación:** Muchos investigadores han utilizado la relación fija trabajo-descanso cuando estudian el entrenamiento basado en intervalos (12, 43, 68, 70). Mediante la manipulación de los intervalos de trabajo-descanso, el entrenador y

el deportista pueden diseñar un programa de entrenamiento que tenga como objetivo adaptaciones bioenergéticas específicas (18). Las relaciones trabajo-descanso de 3:1 a 1:4 tienen como objetivo el desarrollo de la resistencia, mientras que las relaciones 1:5 a 1:100 tienen como objetivo la generación de fuerza y potencia (tabla 4.7).

TABLA 4.7 Intervalos de trabajo-descanso para esprintar

Objetivos del entrenamiento	Porcentaje de tiempo de trabajo (s)	Proporción trabajo-descanso	Intensidad
Aceleración (10-40 m)	2-5	1:30-1:45	Maxima
Máxima velocidad (50-60 m)	6-7	1:35-1:60	Maxima
Resistencia de la velocidad (80-200 m)	9-24	1:40-1:110	Maxima
Resistencia especial (250-400 m)	30-60	1:4-1:24	Submaxima

- **Latido cardíaco predeterminado:** Otro método para determinar la duración del período de recuperación es establecer el latido cardíaco que debe conseguirse antes de realizar otro episodio de trabajo (7, 43, 65). Un método para utilizar esta técnica es establecer un rango del latido cardíaco de 120 a 130 latidos por minuto como línea de corte antes de iniciar el siguiente episodio de trabajo (7, 65). Un segundo método es establecer períodos de recuperación que duren el tiempo que tarda el latido cardíaco del deportista en volver al 65 % del máximo (43, 44).

Computar la densidad de las sesiones de entrenamiento puede realizarse calculando lo que se denomina como **densidad relativa**. Este es el porcentaje de volumen de trabajo que el deportista realiza en una sesión de entrenamiento comparado con el volumen total. La ecuación de la densidad relativa es la siguiente:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Volumen absoluto} \times 100}{\text{Volumen relativo}}$$

El volumen absoluto corresponde al volumen total de trabajo que un individuo realiza, mientras que el volumen relativo es la cantidad total del tiempo (duración) de una sesión de entrenamiento. Por ejemplo, si el volumen absoluto de entrenamiento es 102 min y el volumen relativo es 120 min, la densidad relativa de la sesión de entrenamiento podrá calcularse de la siguiente forma:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{102 \times 100}{120} = 85 \%$$

Este porcentaje calculado sugiere que el deportista trabaja el 85 % del tiempo. Aunque la densidad relativa tiene cierto valor para el deportista y el entrenador, lo más importante es la **densidad absoluta** del entrenamiento. La densidad absoluta puede definirse como la relación entre el trabajo efectivo y el rendimiento del deportista con el volumen absoluto. La densidad absoluta del trabajo efectivo se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{(\text{Volumen absoluto} - \text{volumen de los intervalos de descanso}) \times 100}{\text{Volumen absoluto}}$$

Por ejemplo, si el volumen del intervalo de descanso es 26 min y la carga absoluta de 102 min, entonces la densidad absoluta puede calcularse de la siguiente manera:

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{(102 - 26) \times 100}{102} = 74,5 \%$$

Estos cálculos indican que la densidad absoluta de entrenamiento fue 74,5 %. Debido a que la frecuencia de entrenamiento es un factor de intensidad, el índice de densidad absoluta puede considerarse como una intensidad media-alta (ver tabla 4.1). Determinar las densidades relativa y absoluta de entrenamiento puede ser útil para establecer sesiones de trabajo efectivas.

Complejidad

La **complejidad** se refiere al grado de sofisticación y dificultad biomecánica de una destreza. La ejecución de destrezas más complejas en el entrenamiento puede incrementar su intensidad. Aprender una destreza compleja puede requerir trabajo extra en comparación con las básicas, en especial si el deportista posee menor coordinación neuromuscular o no se concentra por completo en la adquisición de la destreza. Asignar destrezas complejas a un grupo de individuos que no tienen experiencia previa con ellas sirve para discriminar rápidamente los que están bien y mal acondicionados. Por tanto, cuanto más complejo sea un ejercicio o destreza, mayores diferencias individuales y mecánicas habrá entre los deportistas.

La complejidad de las destrezas aprendidas previamente puede imponer estrés fisiológico, a pesar de haber adquirido maestría en ellas. Por ejemplo, Eniseler (21) demostró que, en jugadores de fútbol, el latido cardíaco y la acumulación de lactato se elevan más con el entrenamiento táctico que con el técnico. En ese estudio, la parte técnica de la sesión de entrenamiento se centró en la práctica de destrezas sin la presencia de ningún oponente. Al añadir contrarios durante el entrenamiento táctico, se incrementó significativamente la complejidad de los ejercicios y, por tanto, aumentó el latido cardíaco y la producción de lactato. Además, cuando se simulaban partidos en los que se ejecutaron actividades complejas, se produjo un incremento concomitante con el latido cardíaco y la producción de lactato. Los valores más elevados del latido cardíaco y de lactato se vieron en los partidos reales. A la luz de esta información, el entrenador debe considerar el estrés fisiológico de las diferentes porciones de las sesiones de trabajo en el contexto de la complejidad de las destrezas o actividades ejercidas.

Índice de exigencia global

El volumen, la intensidad, la frecuencia y la complejidad, todos afectan a las exigencias globales (es decir, cargas de trabajo) que el deportista encuentra en el entrenamiento. Aunque estos factores pueden complementarse entre sí, un énfasis mayor en uno, sin ajustar el que se aplica a los otros, puede causar el incremento de las exigencias sobre el deportista. Por ejemplo, si el entrenador pretende mantener la misma exigencia de trabajo, y las características del deporte exigen desarrollar resistencia de alta intensidad, es posible que se incremente el volumen de entrenamiento. Cuando se incrementa el volumen, el entrenador ha de considerar cómo afectará el incremento de frecuencia del entrenamiento y cómo debe disminuir su intensidad.

La planificación y dirección del entrenamiento son las funciones fundamentales de la manipulación del volumen, intensidad y complejidad. El entrenador debe guiar la evolución de la curva de estos componentes, en especial del volumen y la intensidad, y la relación directa con el índice de adaptación del deportista, la fase de entrenamiento y el programa de trabajo competitivo. La integración adecuada de estos factores en el plan de entrenamiento anual mejorará la habilidad de los deportistas para alcanzar el pico de rendimiento en el momento apropiado y, por tanto, conseguir los resultados óptimos en esos momentos.

Las exigencias globales del programa de entrenamiento pueden computarse mediante el **índice de exigencias globales (IEG)** (37), el cual se calcula con la ecuación propuesta por Iliuta y Dumitrescu (37):

$$\text{Índice de exigencia global} = \frac{\text{IG} \times \text{DA} \times \text{VA}}{10.000}$$

Por ejemplo, si el IG (intensidad global) es del 63,8 %, la DA (densidad absoluta) es del 74,5 % y el VA (volumen absoluto) de 120 min, sustituyendo estos valores en la ecuación como sigue:

$$\text{Índice de exigencia global} = \frac{63,8 \% \times 74,5 \% \times 102}{10.000}$$

El resultado, en este ejemplo, del IEG del entrenamiento es muy bajo (48,5 %), algo menos del 50 %.

Resumen de los conceptos principales

La cantidad de trabajo que incluye el entrenamiento es una variable clave en el éxito del plan de trabajo. La gran cantidad de trabajo que abarca e integra el entrenamiento físico, técnico y táctico es esencial para estimular las adaptaciones fisiológicas que sirven de fundamento para mejorar el rendimiento deportivo. La aplicación de cargas de trabajo debe ser individualizada, ya que cada deportista tiene una determinada tolerancia hacia el volumen, intensidad y frecuencia de entrenamiento.

Las cargas de trabajo del entrenamiento han tenido un incremento progresivo en los últimos 50 años; en la actualidad, los deportistas asumen múltiples sesiones de entrenamiento al día y acumulan muchas horas de trabajo dentro del microciclo. Deben incrementar progresivamente el volumen, la intensidad y la frecuencia de su entrenamiento a lo largo de sus carreras deportivas. Si estos factores se incrementan demasiado bruscamente y demasiado pronto, puede provocarse un sobreentrenamiento. Por tanto, el incremento de las cargas de trabajo al deportista debe ser individualizado y progresivo.

El entrenador debe monitorizar las cargas de entrenamiento y las medidas de rendimiento para determinar la efectividad del plan de trabajo. Este ha de cuantificar la frecuencia de la sesión de entrenamiento o la complejidad de las destrezas practicadas teniendo en cuenta las cargas de trabajo del entrenamiento táctico y técnico. Una herramienta útil, que ha ganado popularidad en muchos deportes (por ejemplo, el fútbol o el rugby), es el acelerómetro tri-axial con giroscopio y GPS, que se utiliza para cuantificar el entrenamiento y la intensidad competitiva, reemplazando la cuantificación utilizando la monitorización del latido cardíaco. El entrenador debe monitorizar los factores que incrementan las cargas de trabajo o el estrés competitivo, y coordinarlos con la recuperación y el restablecimiento. También ha de tener en cuenta las técnicas de restablecimiento y el tiempo necesario para reponer los depósitos de energía.

La periodización

PARTE II

Periodización y planificación

Orden histórico de la periodización

Periodización de las habilidades biomotoras

5

La periodización de las habilidades biomotoras y el plan anual son las herramientas que guían el entrenamiento más de un año. Son componentes esenciales de la periodización dado que ayudan al entrenador a dividir el año de trabajo en distintas fases con objetivos específicos. La periodización de las habilidades biomotoras y el plan de entrenamiento anual son las herramientas metodológicas para maximizar las adaptaciones fisiológicas, las cuales son el fundamento intrínseco necesario para mejorar el rendimiento. Es igualmente importante reconocer que los planes técnicos de entrenamiento táctico, psicológico y de nutrición, también han de incluirse en el concepto de periodización e integrarse en el plan anual con el fin de llevar las adaptaciones y el rendimiento al nivel más alto posible. En otras palabras, las mismas fases que se definen en el plan anual se utilizan también en la periodización de todas las actividades relativas al entrenamiento del deportista.

La periodización es la base estructural del plan de entrenamiento del deportista. El término *periodización* deriva de la palabra *período*, que es un modo de describir una división del tiempo. La periodización del entrenamiento es el método mediante el cual los procesos de entrenamiento se dividen en segmentos más pequeños y más fáciles de manejar; estos se denominan habitualmente fases de entrenamiento. La periodización del entrenamiento ha evolucionado a lo largo de los siglos, y muchos científicos del deporte y autores contribuyeron a su desarrollo.

Matveyev (25) tomó prestado el término de periodización de otros campos de la actividad humana, concretamente de la historia. Por ejemplo, la historia de la humanidad se divide en períodos concretos (no bloques), como la Edad de piedra, la Edad de bronce, de Edad de hierro, la Edad media y el Renacimiento. La periodización también es aplicable a la literatura inglesa (época Shakespeariana, Victoriana), a la arquitectura (jónico, dórico, románico, gótico, barroco) y a la económica (pre-comercial, comercial, revolución industrial, capitalismo, socialismo).

Quizá sin periodización, ¡el entrenamiento del deportista podría permanecer aún en fase de las conjeturas, anterior a la II guerra mundial!

Breve historia de la periodización

La periodización no es un concepto nuevo, aunque muchos no estén familiarizados con ella o no entiendan su historia. Sus orígenes son desconocidos pero, desde siempre, ha existido un concepto primitivo de ella. Las evidencias sugieren que ya se empleó una forma simple de periodización para entrenar deportistas en los Juegos Olímpicos de la Antigüedad (del 776 a.C. al 393 d.C.). El médico griego Flavio Filóstrato (170-245 d.C.) incluyó formas simples de planificación en sus escritos, considerándosele como uno de los primeros en proponer la periodización. A Philostratus se le relaciona con los planes anuales simples utilizados por los olímpicos griegos, en los que una fase preparatoria precedía a los Juegos Olímpicos de la Antigüedad, con una fase de competiciones informales previas, y períodos de descanso después de los Juegos.

El médico romano Claudio Galeno (129-217 d.C.) expresó su preocupación con respecto a la intensidad del entrenamiento de los olímpicos griegos. Hizo distinciones entre mente y cuerpo, señaló la necesidad de relajarse después de entrenar (baño y relajación psicológica) y cómo tratar los problemas psicológicos por la vía de la «terapia de la palabra» (psicoterapia), para revelar los secretos del paciente y sus pasiones. En su libro *De sanitate tuenda* (la preservación de la salud), Galeno sugirió que, después del entrenamiento, el deportista ha de bañarse y relajarse y, a continuación, nutrirse bien. Finalmente, Galeno sugirió un programa de entrenamiento simple (¿periodizado?) de 10 meses para los Juegos Olímpicos, que contenía un programa específico de un mes de duración antes de los Juegos. Podemos asumir que los 12 meses eran de relajación/recuperación, fase que, en la actualidad, denominamos período de transición.

Una aproximación similar se utilizó, tanto en América como en Europa, para preparar a los deportistas para los Juegos Olímpicos modernos (1896). Al comienzo del siglo xx, los deportistas que se preparaban para las competiciones europeas también seguían un esquema similar. Sin embargo, la periodización planificada se fue haciendo más sofisticada, culminando, a partir de 1910-1920, con los corredores finlandeses y con el muy metódico programa alemán para los Juegos Olímpicos de 1936. El corredor finlandés de larga distancia Paavo Nurmi siguió la estructura de Galeno en su planificación anual pero, sobre todo, enfatizó en la fase preparatoria con mucho trabajo aeróbico sobre su distancia. Los especialistas alemanes crearon el primer plan a largo plazo para los Juegos Olímpicos de 1936 de Berlín. Al inicio, en 1932, los entrenadores idearon un plan cuatrienal compuesto por 4 planes anuales de entrenamiento. No es sorprendente que los deportistas alemanes obtuvieran muchos éxitos en aquellos Juegos Olímpicos.

En 1964, Tudor Bompa tuvo la increíble oportunidad de encontrarse con uno de los responsables alemanes de la planificación de la olimpiada de 1936. Este le explicó unos cuantos elementos del sistema germano, y le contó que, después de la II Guerra Mundial, los soviéticos confiscaron la mayor parte de los documentos de la planificación alemana como botín de guerra. Tudor Bompa, gran admirador de los precursores del entrenamiento y de los planes de entrenamiento previos a 1936, creados por los especialistas alemanes para los Juegos Olímpicos de Berlín, nunca ha utilizado la terminología soviética en la planificación, en la que el plan anual se denomina macrociclo y el programa de trabajo mensual, mesociclo.

Tras la II Guerra Mundial, la Rusia soviética estableció un sistema de financiación estatal para los programas del deporte, utilizando a los deportistas para pretender demostrar la superioridad del sistema político comunista. En 1965, el científico ruso del deporte Leonidas P. Matveyev publicó un modelo de plan anual basado en un cuestionario en el que se preguntaba a los deportistas rusos cómo habían entrenado antes de los Juegos Olímpicos de 1952 en Helsinki, Finlandia. Matveyev analizó los datos recogidos de los deportistas rusos y elaboró un modelo de plan de entrenamiento anual, que dividió en fases y ciclos de trabajo similares a los producidos por los alemanes. Algunos consideran al plan de Matveyev como el modelo «clásico» de la periodización. Sin embargo, los que deberían considerarse como los verdaderos modelos clásicos son los de Galeno, Philostratus, y los alemanes, antes que el de Matveyev.

Incluso antes de la publicación de Matveyev, Tudor Bompa creó y aplicó un plan anual de periodización, iniciado en 1961, para la campeona olímpica de jabalina de 1964, la rumana Mihaela Penes. Durante este tiempo, Bompa también creó el concepto de periodización de las habilidades biomotoras, en especial, la de la fuerza y la potencia. Esta novedosa –en ese momento– aproximación al entrenamiento logró que una deportista desconocida (Mihaela Penes) fuera campeona olímpica ¡en tan solo en 5 años! Este concepto se ha perfeccionado durante estos años como una metodología de entrenamiento determinante, en tanto que herramienta para mejorar las habilidades específicas del deporte que maximizan el rendimiento del deportista (por favor, consultar la sección de periodización de las habilidades biomotoras, más adelante en este capítulo). Por tanto, Bompa ha sido quien ha desarrollado muchos aspectos de la periodización de las habilidades biomotoras

dominantes: periodización de la fuerza y la potencia (5, 7), periodización de la resistencia y la resistencia muscular (8) y la periodización de la agilidad (9).

Matveyev estructuró el entrenamiento refiriéndose solo a un plan anual, con solo una fase competitiva o **monociclo** (25). Sin embargo, esta práctica no satisface las necesidades de todos los deportes; por tanto, a medida que evolucionó la teoría de la periodización, los planes de entrenamiento se fueron adaptando para afrontar las necesidades competitivas de los deportistas que participaban en más de una competición importante al año. Así, se han desarrollado planes para dos competiciones fundamentales al año (planes **bicíclicos**), para tres competiciones importantes al año (planes **tríciclicos**) y para alcanzar múltiples picos de rendimiento (9). Desde la mitad hasta finales del siglo xx, muchos científicos del deporte rusos (por ejemplo, Matveyev, Ozolin, y Verkhoshansky), alemanes (D. Harre), húngaros (Nádori), ucranianos (V. Platonov), americanos (Stone, Kraemer, Fleck, O'Brian) y rumano/canadienses (Bompa) publicaron libros acerca de la evolución de la periodización desde los tiempos pasados hasta el presente (1-10, 18-20, 23-25, 27-30, 32-43, 46-49).

Terminología de la periodización

La periodización puede examinarse en el contexto de dos importantes aspectos del entrenamiento:

1. **Periodización del plan anual**, que divide el plan de trabajo en fases de entrenamiento más pequeñas, haciendo que sea más fácil planificar y manejar el programa y asegurando que el pico de rendimiento se produce en las competiciones importantes.
2. **Periodización de las habilidades biomotoras**, que permite al deportista desarrollar los mayores niveles posibles de velocidad, fuerza, potencia, agilidad, y resistencia para las competiciones fundamentales del año.

Muchos no son conscientes de la diferencia entre la periodización como división del plan anual de la periodización de las habilidades biomotoras. En la mayoría de los deportes, el plan de entrenamiento anual se divide en tres fases principales: preparatoria, competitiva y de transición. A su vez, la fase preparatoria se divide en dos subfases, denominadas como general y específica, debido a sus diferentes tareas. El propósito de la subfase general es el desarrollo de una base fisiológica utilizando muchos métodos de entrenamiento, específicos y no específicos. La subfase específica se utiliza para desarrollar las características necesarias para un deporte concreto utilizando, fundamentalmente, los modos específicos del deporte en cuestión. La fase competitiva del entrenamiento se subdivide en fase precompetitiva y competitiva. Cada fase del plan anual contiene macrociclos y microciclos. Cada una de estas unidades tiene objetivos propios que contribuyen a los globales del plan anual. La figura 5.1 ilustra la división del plan de entrenamiento anual en fases y ciclos.

El rendimiento deportivo depende de las adaptaciones fisiológicas del deportista y sus ajustes psicológicos al entrenamiento, junto con la habilidad para desarrollar y adquirir maestría en las destrezas y habilidades que requiere el deporte. La duración de cada subfase del plan anual depende del tiempo necesario para incrementar el estatus de entrenamiento del deportista (preparación) y expresar su potencial fisiológico (forma física) en la mayor parte de las competiciones del año. El principal determinante de la duración de cada fase es el programa competitivo. Para optimizar el rendimiento en el tiempo apropiado (es decir, para las competiciones principales), el deportista debe someterse a muchos meses de entrenamiento. Los planes de entrenamiento deben estar bien organizados y elaborados secuencialmente para desarrollar las adaptaciones fisiológicas y manejar la fatiga, de tal forma que no comprometa la capacidad de rendimiento del deportista. No está elucidado el modelo de periodización óptimo para cada deporte, ni el tiempo requerido para un incremento óptimo del estatus de entrenamiento y la forma física. Lo que puede desconcertar al entrenador al dosificar óptimamente el entrenamiento, es la habilidad de cada deportista para tolerar y adaptarse al plan de trabajo, lo cual está influido por muchos factores, incluidos

Fases de entrenamiento	Plan anual de entrenamiento				
	Preparatorio		Competitivo		Transición
Subfases	Preparación general	Preparación específica	Precompetitiva	Competitiva	Transición
Macrociclos					
Microciclos					

FIGURA 5.1 División de un plan anual en fases y ciclos de entrenamiento.

la dotación genética, los rasgos psicológicos, el estatus de entrenamiento, la nutrición, los factores estresantes sociales y los métodos de recuperación. Debido a la individualización de la respuesta al entrenamiento, los programas deben de estar adaptados para satisfacer las necesidades del individuo, así como también las demandas de la actividad deportiva.

Como nota de atención: en los últimos años, algunos autores han adoptado diferentes términos para reemplazar la terminología utilizada comúnmente en la teoría y metodología del entrenamiento. Parece como si el entrenamiento se afectara por las modas: justo es moderno y esto no! Estos cambios, con frecuencia, solo reflejan el deseo del autor de que se perciba que está muy al día. Por ejemplo, al término fisiológico habitual de *efecto de entrenamiento* con frecuencia se reemplaza por el término ruso de *efecto residual a largo plazo*; la *preparación* se utiliza en el contexto equivocado, en lugar de utilizar *forma física* (ver capítulo 9). Del mismo modo, cada período, con un cierto énfasis en una determinada dirección de entrenamiento dentro de un proceso de entrenamiento secuencial, se ha definido como *fase*; pero, en los últimos pocos años, algunos autores y entrenadores han reemplazado el término por el de *bloque*. El término «bloque» lo introdujo en la teoría del entrenamiento el profesor Yuri Verkhoshansky para definir un período de carga concentrada para una habilidad biomotora a expensas de las otras (por ejemplo, la fuerza). Este término contrasta con los modelos complejos o concurrentes empleados habitualmente por sus colegas; por tanto, para estos últimos, no es apropiado utilizar el término «bloque».

Necesidad de la periodización

Las fases de entrenamiento se estructuran para estimular las adaptaciones fisiológicas y psicológicas y se secuencian para desarrollar los componentes específicos del rendimiento (físicos, técnicos o tácticos), a la vez que se aumenta la capacidad de prestación del deportista. En el contexto de la periodización, el entrenamiento sigue una aproximación secuencial para desarrollar las destrezas del deportista y su potencial motor. Esta aproximación se emprende por tres razones: (1) se tarda tiempo en llevar a un nivel óptimo cada componente de la capacidad de rendimiento del deportista, (2) tal proceso requiere una escalada de métodos de entrenamiento y de medios de trabajo específicos, provocando adaptaciones morfofuncionales que potencian los métodos y medios de entrenamiento para la siguiente fase y, al final, la capacidad de rendimiento del deportista (figura 5.2), y (3) no es posible mantener las habilidades fisiológicas y psicológicas del competidor durante un período prolongado de tiempo. La puesta en forma del deportista variará en función de la fase y el tipo de entrenamiento, al igual que por los tropiezos psicológicos y el estrés social. Por

tanto, el plan de entrenamiento anual debe subdividirse en fases para que, secuencial y simultáneamente, se desarrollen los aspectos específicos para maximizar el rendimiento.

La fase preparatoria es el momento en que se establecen los fundamentos fisiológicos del rendimiento del deportista, los cuales –en la fase competitiva– maximizarán su capacidad de rendimiento. Si la fase preparatoria es inadecuada, el rendimiento no será el óptimo durante la competitiva, ya que no se habrán desarrollado las adaptaciones fisiológicas necesarias para ello. Después de que se haya completado la fase competitiva, es necesaria una fase de transición para eliminar la fatiga acumulada a lo largo de la competición y capacitar al deportista para que se recupere del estrés psicológico y fisiológico de esta. Además, la fase de transición le permite relajarse y prepararse psicológicamente para el siguiente plan de entrenamiento anual que comenzará en breve. Esta fase del entrenamiento es una transición y no una fase de fuera de temporada. El término *fuera de temporada* es inapropiado ya que los competidores de nivel nunca están fuera de temporada; en lugar de ello, tienen una transición de un plan anual de trabajo al siguiente. Por tanto, la transición es la unión fundamental entre los planes anuales de entrenamiento.

El desarrollo de las destrezas, las maniobras estratégicas y las habilidades biomotoras requiere una aproximación especial, única para cada fase de entrenamiento. Las series de destrezas técnicas y de maniobras tácticas se aprenden de manera secuencial durante las fases de entrenamiento. El deportista intenta perfeccionar su capacidad técnica, y cuando su nivel de destreza se ha incrementado, también debe hacerlo la complejidad del entrenamiento táctico. De igual modo, la aproximación secuencial es esencial para el desarrollo y perfeccionamiento de las habilidades biomotoras. Cuando se pretende mejorarlas y estimular las adaptaciones fisiológicas, el entrenador debe alternar el volumen y la intensidad del entrenamiento, como propone el principio de la progresión de las cargas. El trabajo no debe hacerse de modo lineal, siendo la periodización la verdadera aproximación no lineal al entrenamiento.

Las condiciones climáticas y las ocasionales influencias de la temporada condicionan la duración de las fases de trabajo dentro del plan periodizado. Por ejemplo, los deportes de temporada, como el esquí y el remo, tienen limitaciones por el clima. En el plan periodizado, las fases han de adaptarse para afrontar las necesidades que imponen las condiciones climáticas en el deporte. En ciclismo, remo, piragüismo y rugby, la fase preparatoria se produce durante el invierno y la competitiva en primavera, verano u otoño. Lo contrario es lo que ocurre en los deportes de invierno, como el patinaje de velocidad, el hockey hielo y el esquí alpino y nórdico.

La competición y el entrenamiento intenso crean una gran cantidad de estrés fisiológico y fatiga acumulada. Si el estrés afecta durante demasiado tiempo, se puede producir sobreentrenamiento, con la consiguiente disminución de la capacidad de rendimiento. Por tanto, las fases muy estresantes de entrenamiento o competición deben alternarse con períodos de recuperación y regeneración. Este tipo de fases son de transición, eliminan la fatiga y permiten al deportista prepararse para la siguiente fase de entrenamiento.

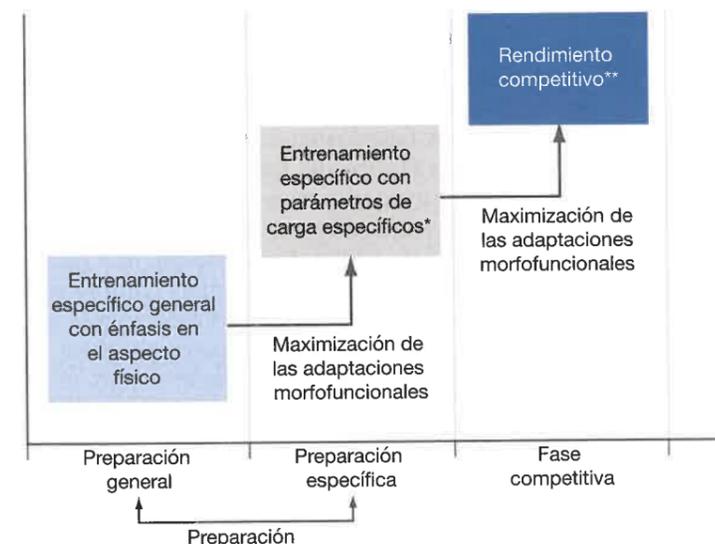


FIGURA 5.2 Mejora del efecto del entrenamiento y del potencial de rendimiento al pasar de una fase a la siguiente.

* Mientras se mantengan y apoyen las habilidades biomotoras generales.

** Mientras se mantengan y apoyen las habilidades biomotoras generales y específicas.

Aplicación errónea del término «periodización»

Como se ha dicho previamente, la periodización es un término utilizado en muchos campos científicos que las ciencias del entrenamiento han tomado prestado para indicar los procesos basados-en-fases del manejo del entrenamiento. Desde las primeras publicaciones de la Europa del Este, en los años 60, el concepto de periodización del entrenamiento ha evolucionado, especialmente en su aplicación práctica por parte de los entrenadores; esta se ha enriquecido por las características técnicas de cada deporte, en el que se ha aplicado con innegable éxito. Sin embargo, una rígida aplicación errónea por parte de algunos entrenadores ha provocado la mala comprensión del concepto de periodización, considerándola como algo rígido y mecánico. ¡Nada más lejos de la verdad! La única parte algo rígida de la periodización es la fase competitiva, ya que el calendario competitivo lo determina cada federación deportiva. Sin embargo, el entrenador aún puede optar sobre cuándo se inicia esta fase, en qué competiciones va a participar, cuándo alcanzar el pico de rendimiento y cuándo finalizar la fase competitiva.

Cuando se trata del plan de entrenamiento real, la periodización es incluso más flexible. Se recomienda que el entrenador diseñe el programa detallado de un macrociclo solo, de tal forma que el del siguiente macrociclo se base en los progresos reales de cada deportista, en cada uno de los aspectos de su preparación física, técnica y táctica. Finalmente, para planificar la sesión del programa de entrenamiento diario, puede y debe ajustarse a los objetivos y a los datos subjetivos de la forma física del deportista.

Dada la mala comprensión del concepto de periodización de entrenamiento, algunos han utilizado equivocadamente el término, y empleado significados ajenos a ella, como tradicional, lineal, ondulante y flexible. En nuestra opinión, estos nuevos términos traicionan el espíritu del pensamiento científico. A continuación, se expone una explicación muy breve de las discrepancias con algunos de estos nuevos términos:

- *Periodización lineal*: Dado que, originalmente, la periodización deriva del término período (de tiempo), su significado se aplica solo en este sentido. En el entrenamiento

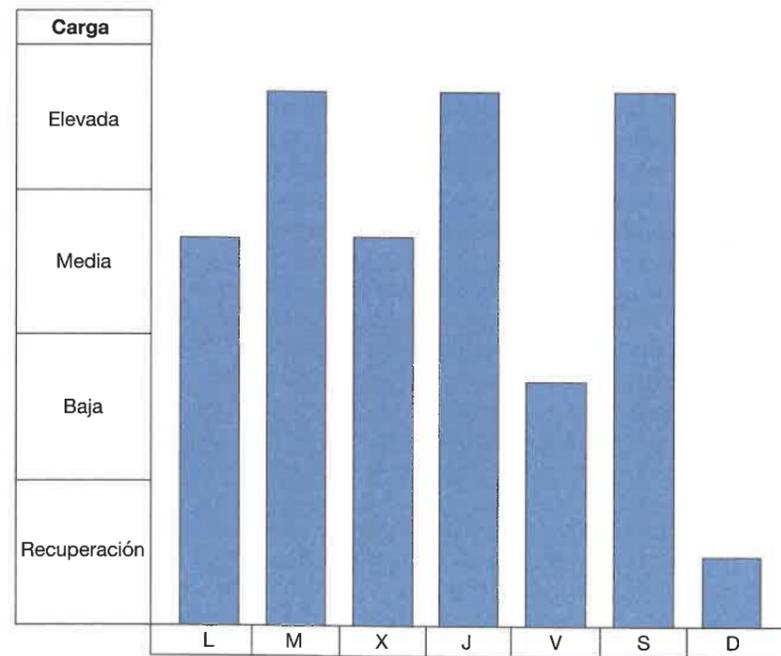


FIGURA 5.3 Ondulación de las cargas dentro de un microciclo preparatorio.

Reproducido con permiso de T. O. Bompa y C. Buzzichelli, 2015, *Periodization training for sports*, 3.ª ed. (Champaign, IL: Human Kinetics), 166.

deportivo, el término lineal se ha utilizado para ciertas metodologías de carga en las que esta se incrementa constantemente (por ejemplo, 50 %, 60 %, 70 %, etc.). La única actividad que emplea la sobrecarga lineal es el **culturismo**. Esto se debe a que los culturistas o bien están sobreenentrenados o necesitan entrenar con muy poca frecuencia.

- *Periodización ondulante*: Este término no es propio de la periodización; más bien es un método para manejar la carga en el entrenamiento (figura 5.3). La carga ondulante dentro de un microciclo es un viejo concepto metodológico que, por ejemplo, utilizaban ya los levantadores de los años 50. Además, la periodización ya implica una ondulación de la carga a nivel de microciclo, de macrociclo y entre macrociclos (figuras 5.3, 5.4, y 5.5).
- *Periodización flexible*: Como ya se ha dicho, el concepto de flexibilidad de la programación está implícito en el concepto de periodización, en tanto que datos objetivos y subjetivos que se obtienen para dirigir el proceso de entrenamiento. No es culpa de la periodización, sino de algunos entrenadores, cuando aplican el mismo programa a todos los deportistas, independientemente de su progresión real.

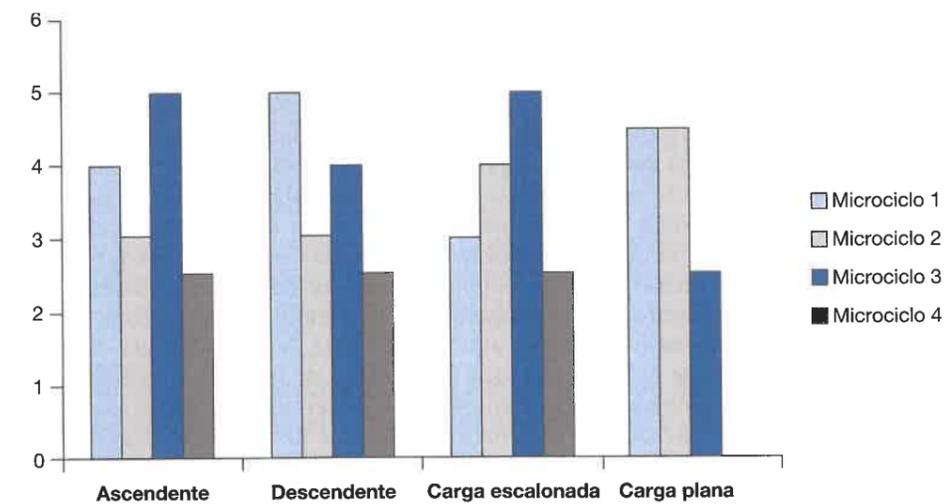


FIGURA 5.4 Cuatro modos de diseñar un macrociclo ondulante.

Reproducido con permiso de T. O. Bompa y C. Buzzichelli, 2015, *Periodization training for sports*, 3.ª ed. (Champaign, IL: Human Kinetics), 96.

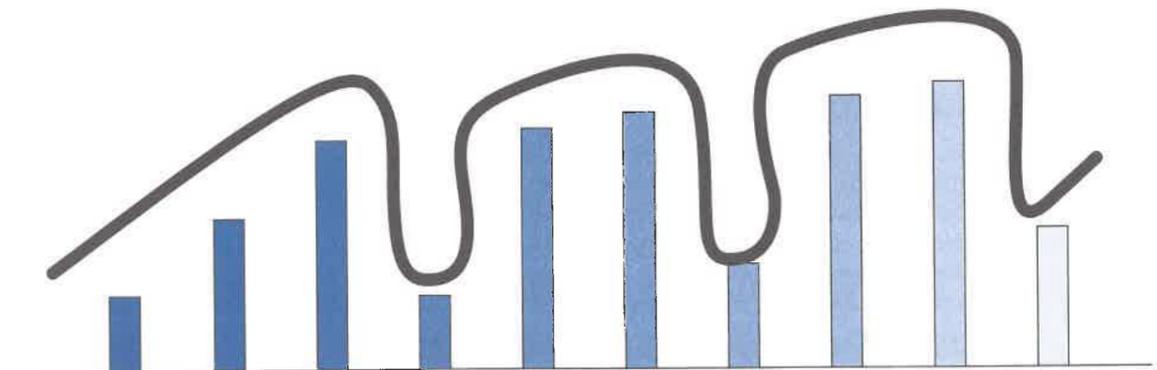


FIGURA 5.5 Disposición de microciclos sin carga entre macrociclos con carga ondulante.

Reproducido con permiso de T. O. Bompa y C. Buzzichelli, 2015, *Periodization training for sports*, 33.ª ed. (Champaign, IL: Human Kinetics), 97.

- **Periodización en bloques:** Antes ya se estableció que el término «fase» no puede sustituirse con el término «bloque», a no ser que se refiera a la fase en la que la carga se concentra sobre una habilidad biomotora (fuerza, velocidad, resistencia) a expensas de las otras. En este modelo, la preparación general estaría compuesta por un **bloque** de fuerza, y la preparación específica por las habilidades biomotoras específicas del deporte (velocidad o resistencia), sin mantener el entrenamiento de fuerza. Parece que pocos deportistas de élite han sido entrenados con el modelo de periodización en bloque en su forma más pura.
- **A.T.R. (acumulación-transmutación-realización):** Este es un modelo de periodización para obtener picos de rendimiento múltiples con fases muy cortas (preparación general-preparación específica-competición), que se repite muchas veces durante el año. A pesar de ser una necesidad para algunos deportistas profesionales que compiten con frecuencia, este modelo nunca maximiza realmente el potencial motor del deportista.

Confusión entre periodización y carga

En ocasiones, la periodización se confunde con los esquemas de carga. Como ya se señaló en este capítulo, algunos hablan de periodización lineal y ondulante (en forma de ondas). Sin embargo, la periodización se refiere estrictamente al entrenamiento basado en fases; por tanto, esta no puede ser ni lineal, ni ondulante. En efecto, la periodización no es nada más que una secuencia de períodos de entrenamiento (de ahí el término de periodización), o fases. Cada una de estas fases tiene unas metas de trabajo específicas, cuya meta final es la de ayudar al deportista a alcanzar sus máximos potenciales antes y durante la fase competitiva.

Como un concepto flexible de planificación, la periodización también tiene muchas variaciones a partir del modelo principal, dependiendo de la especificidad del deporte, el programa competitivo en el que el deportista participa por año y las características del deportista. No hay periodización lineal u ondulatoria; ambos términos se refieren solo a la metodología de las cargas dentro del programa de entrenamiento del deportista o equipo.

Aunque la periodización se ha definido aquí brevemente, la metodología de la carga tiene muchas variaciones. De Lorme y Watkins (11) fueron de los primeros en referirse a la aplicación de cargas progresivas y, desde entonces, se la denomina como método lineal de progresión de cargas, o método de incremento constante de cargas de entrenamiento. Las cargas lineales son especialmente evidentes en el entrenamiento de los culturistas; este esquema de carga es una de las razones por las que los deportistas de esta disciplina están constantemente sobreentrenados. Muchas veces, los individuos que promueven la periodización lineal ignoran el principio fisiológico de adaptación progresiva al estrés de un sistema biológico; y aún creen que es el mejor desde una perspectiva matemática.

El método de carga ondulante lo promovió Bompá, en 1956, en Rumanía (5), que ya era utilizado por los halterófilos soviéticos de aquellos años, y que se publicó en los Estados Unidos en 1983 (9).

Periodización selectiva

Con demasiada frecuencia, los planes de entrenamiento anual desarrollados para los deportistas de élite también los usan deportistas jóvenes, que carecen de la experiencia de entrenamiento y la madurez psicológica suficientes para tolerar programas competitivos intensivos. Esta es una de las razones por las que la periodización del entrenamiento debe ser individualizada. El entrenador debería considerar la preparación del deportista para asumir programas competitivos intensivos mediante las siguientes normas de actuación:

- Se sugiere con fuerza que el monociclo es el modelo de entrenamiento anual básico para el principiante y el deportista junior. Tal modelo consta de una larga fase preparatoria, durante la cual el deportista puede desarrollar los elementos fundamentales técnicos, tácticos y físicos, sin el gran estrés de la competición. El monociclo es el plan anual típico para los deportes de temporada y para los que la resistencia

es la habilidad biomotora dominante (por ejemplo, esquí nórdico, remo, ciclismo, carrera de larga distancia).

- El plan de entrenamiento anual biciclo es el que se utiliza habitualmente por deportistas avanzados o de élite, con nivel de campeonatos nacionales. Incluso en este escenario, la fase preparatoria debe ser tan amplia como sea posible para permitir el desarrollo de las destrezas fundamentales y el potencial fisiológico.
- El plan de entrenamiento anual triciclo se recomienda para deportistas avanzados de nivel internacional. Presumiblemente, ya poseen unos fundamentos sólidos que les permiten manejar un plan anual con tres o más picos de rendimiento. El esquema habitual en los deportes individuales es como sigue: primer pico de rendimiento para los campeonatos de invierno, segundo pico para los campeonatos nacionales de verano y tercer pico para los campeonatos mundiales o las olimpiadas. El lapso de tiempo entre las competiciones nacionales y mundiales u olímpicas debe ser suficiente para poder recuperarse del estrés fisiológico y psicológico de los campeonatos nacionales, continuar el entrenamiento y, tras ello, disminuir la carga de nuevo para recuperar el pico de rendimiento para la competición más importante del año.
- El plan de entrenamiento con multi-picos de rendimiento se caracteriza por un reducido número de semanas por ciclo y, claramente, con fases de preparación más cortas. Por este motivo, los planes anuales multi-picos se sugieren solo para deportistas con muy buen fondo de trabajo (4-6 años), un elevado nivel de forma física y la capacidad para tolerar muchas y estresantes competiciones. El tenis es un ejemplo típico de deporte con este tipo de plan anual: se caracteriza por sus muchos torneos, los tiempos cortos de recuperación entre ellos y un número igualmente corto de semanas para preparar el siguiente torneo.

La duración de las fases de entrenamiento depende en gran medida del programa competitivo. La tabla 5.1 proporciona unas recomendaciones para distribuir las semanas de entrenamiento en cada fase de entrenamiento de cada uno de los cuatro ejemplos de plan anual.

TABLA 5.1 Recomendaciones para la distribución de las semanas de cada fase de entrenamiento en el tipo clásico de plan de entrenamiento anual

Estructura del plan anual	Total de semanas por ciclo	Número de semanas por fase		
		Preparatoria	Competitiva	Transición
Monociclo	52	≥28	12-22	4
Biciclo	26	12-16	6-12	1-4
Triciclo	20-24 (invierno)	12-20 (invierno)	4-6 (invierno)	1-2 (invierno)
	16-18 (prim./ver.)	10-12 (prim./ver.)	8-12 (prim./ver.)	1-2 (prim./ver.)
	4-6 (verano)	2-4 (verano)	2-4 (verano)	3-6 (verano)
Múltiples picos de rendimiento	11-16	9-12	1-2	1-2

Aplicación de la periodización para el desarrollo de las habilidades biomotoras

El concepto de periodización no se limita a la estructura del plan anual. La periodización también se aplica al desarrollo de las habilidades biomotoras dominantes en un deporte concreto lo cual, finalmente, afecta al tipo de entrenamiento incluido en cada una de sus

fases. El resultado de aplicar los principios de periodización al desarrollo de las habilidades biomotoras dominantes ayuda al deportista a desarrollar plenamente su potencial motor y alcanzar el pico de rendimiento durante la fase competitiva. Si estas no alcanzan elevados niveles de desarrollo, antes y durante las competiciones principales, es improbable que el competidor consiga logros de rendimiento elevados. Ya que en capítulos posteriores se proporciona una discusión en profundidad sobre el desarrollo de las habilidades biomotoras (capítulos 10-12), la actual se centra en temas relacionados con su periodización dentro del plan de entrenamiento anual.

Algunos deportes, la mayoría individuales, tienen unas estructuras imprecisas de periodización, especialmente con respecto a la resistencia. Sin embargo, en casi todos los deportes de equipo la periodización de las habilidades dominantes permite un espacio para la mejora. En muchos de ellos, la habilidad biomotora dominante es la potencia. Reconociendo esto, algunos entrenadores se centran durante todo el año solo en ejercicios y esfuerzos dirigidos específicamente al desarrollo de la potencia, desde el inicio de la fase preparatoria al comienzo de la fase competitiva. Este tipo de aproximación deriva de una comprensión errónea tanto de la filosofía del ejercicio como del concepto de adaptación, así como también de conceptos metodológicos como el de periodización y el principio de especificidad. La producción elevada de potencia depende de un alto nivel de fuerza máxima. Por tanto, es fisiológicamente esencial que primero, al comienzo de la fase preparatoria, se desarrolle la fuerza máxima (entrenando el sistema nervioso para reclutar voluntariamente un número elevado de unidades motoras, incluyendo las fibras musculares de contracción rápida) para, a continuación, convertirla en capacidad para generar potencia, antes y durante la fase competitiva (figura 5.6).

La figura 5.6 se refiere a un monociclo; la aproximación en bicis y tricis es similar, pero mucho más concentrada. Las restricciones temporales de este tipo de planes anuales requieren que, con frecuencia, el entrenador acorte el tiempo necesario para el desarrollo de cada habilidad biomotora, a expensas de alcanzar los niveles más elevados posibles. En el caso de un plan de múltiples picos de rendimiento, el tiempo para desarrollar las habilidades necesarias es incluso más corto, generando algunos problemas tanto a los deportistas como a los entrenadores. Las únicas disciplinas deportivas que parecen verse menos afectadas por la frecuencia de las competiciones son las aláticas (como los saltos y lanzamientos en atletismo). Debido a la menor fatiga residual de los eventos aláticos, el

	Preparatoria		Competitiva			Transición
	Preparación general	Preparación específica	Precompetitiva	Competición principal		Transición
Fuerza	Adaptación anatómica	Fuerza máxima	Conversión • Potencia • Resistencia muscular • Ambas	Mantenimiento • Fuerza máxima • Potencia	Cese	Compensación
Resistencia	Resistencia aeróbica	• Resistencia aeróbica • Resistencia específica (ergogénesis)	Resistencia específica del deporte o evento (ergogénesis)			Resistencia aeróbica
Velocidad	Resistencia aeróbica y anaeróbica	HIT • Potencia anaeróbica • Resistencia anaeróbica • Tolerancia al lactato	Velocidad específica Agilidad Tiempo de reacción Resistencia de la velocidad			

FIGURA 5.6 Periodización de habilidades biomotoras fundamentales.

HIT = (High-Intensity Training): entrenamiento de alta intensidad, generalmente basado en intervalos que conforman el deporte o la actividad objetivo del plan de trabajo.

En esta figura, las fases del entrenamiento no se limitan a una duración específica. En lugar de ello, se pone el foco en la secuencia y las proporciones entre las fases de entrenamiento.

deportista puede entrenar fácilmente entre alguna de las competiciones planificadas. En todos los demás deportes, los planes de entrenamiento de múltiples picos de rendimiento han de reservarse a deportistas de élite con muchos años de experiencia en entrenamiento. No es aconsejable establecer un programa de entrenamiento con múltiples picos de rendimiento entre deportistas júnior, dado que puede provocarles múltiples lesiones (en especial, en deportes como el fútbol o el tenis). En las figuras desde 5.7 hasta la 5.11, se presentan muchos ejemplos de periodización de las habilidades dominantes.

Fechas	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.
Competiciones					Detroit	L.A.	Toronto	Prov. Orillia	Campeonatos nacionales Vancouver			
Periodización	Preparatoria				Competitiva						Transición	
	Preparación general		Preparación específica		Precompetitiva	Competición general					Transición	
Período de fuerza	Adapt. anatómica	Fuerza máxima		Conversión en potencia		Mantenimiento de la fuerza y potencia máximas				Regeneración		

FIGURA 5.7 Modelo de periodización monociclo del entrenamiento de fuerza para gimnastas.

Period. = periodización; prep. = preparación; precomp. = precompetición; adapt. anat. = adaptación anatómica.

Fechas	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.
Competiciones								Campeonato regional	Campeonato nacional	Campeonato Mundial		
Periodización	Preparatoria				Competitiva						Transición	
	Preparación general		Preparación específica		Precompetitiva	Competición general					Transición	
Período de resistencia	Resistencia general (carrera, ciclismo)		Resistencia específica (carrera, patinaje)			Resistencia específica				Resistencia general		
Período de fuerza	Adapt. Anatómica	Fuerza máxima		Conversión en potencia		Mantenimiento de la fuerza y potencia máximas				Regeneración		

FIGURA 5.8 Modelo de periodización monociclo para habilidades dominantes en patinaje artístico.

Period. = periodización; prep. = preparación; precomp. = precompetición; res. = resistencia; adapt. anat. = adaptación anatómica.

Fechas	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
Fases de entrenamiento	Preparatoria	Partidos de liga				R/R	Partidos de liga y encuentros internacionales					Transición
Período de fuerza/potencia/agilidad	AA FxM Potencia Agilidad	Mantenimiento de la fuerza, potencia y agilidad				R/R	Mantenimiento de la fuerza, potencia y agilidad				Transición	
Período de velocidad	Anaeróbico y velocidad	Mantenimiento de la velocidad específica				R/R	Mantenimiento de la velocidad específica				Transición	
Período de resistencia	Resistencia aeróbica	Mantenimiento de la resistencia específica				R/R	Mantenimiento de la resistencia específica				Transición	

FIGURA 5.9 Modelo de periodización monociclo para un equipo de fútbol profesional europeo.

Period. = periodización; AA = adaptación anatómica; FxM = fuerza máxima; R/R = recuperación y regeneración (programa de mantenimiento de baja intensidad).

Fechas	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.
Competiciones								Partidos de liga				
Periodización	Preparatoria						Competitiva			Transición		
	Preparación general		Preparación específica			Precomp.	Partidos de liga			Transición		
Período de fuerza	Adaptación anatómica	Fuerza máxima			Conversión: -Resistencia muscular -Potencia		Mantenimiento: -Potencia -Resistencia muscular			Regeneración		
Período de velocidad	Resistencia aeróbica	Resistencia anaeróbica	Velocidad específica		Velocidad específica, tiempo de reacción y agilidad							
Período de resistencia	Resistencia específica					Resistencia específica de perfeccionamiento				Resistencia aeróbica		

FIGURA 5.10 Modelo de periodización monociclo para las habilidades dominantes de un equipo de béisbol.

Period. = periodización; prep. = preparación; precomp. = precompetición; musc. res. = resistencia muscular.

Fechas	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.
Competiciones					Campeonatos de invierno						Campeonatos de verano	
Periodización	Preparación 1			Competición 1		T	Preparación 2			Competición 2		Trans.
	Prep. general	Prep. específica	Precomp.	Competición principal	T	Preparación general	Preparación específica			Precomp.	Competición principal	Trans.
Período de fuerza	Adaptación anatómica	Fuerza máxima	Conv.: -Potencia -Resistencia muscular	Mantenimiento: -Potencia -Resistencia muscular	Adaptación anatómica	Fuerza máxima	Conv.: -Potencia -Resistencia muscular	Mantenimiento: -Potencia -Resistencia muscular		Regen.		
Período de velocidad	Resistencia aeróbica	Resistencia anaeróbica y ergogénesis	Velocidad específica y ergogénesis	Resistencia aeróbica y anaeróbica	Resistencia anaeróbica y ergogénesis	Velocidad específica y ergogénesis	Competiciones					

FIGURA 5.11 Modelo de periodización biciclo para habilidades dominantes en natación (200 m) con campeonatos nacionales de invierno y verano.

Comp. = competitivo; T o trans. = transición; prep. = preparación; precomp. = precompetición; conv. = conversión; anat. adapt. = adaptación anatómica; musc. res. = resistencia muscular; regen. = regeneración; res. anaer. = resistencia anaeróbica.

Integración simultánea versus secuencial de las habilidades biomotoras

El concepto de integración del desarrollo de las habilidades biomotoras no es nuevo (5, 6, 9, 10). Ambos tipos de integración se han utilizado con éxito. En efecto, ambos tipos representan la necesidad del entrenamiento (fisiológica), en función del tipo de plan, y del perfil fisiológico de un deporte. Creemos firmemente que estos no son mutuamente excluyentes; un tipo de integración no se puede utilizar excluyendo otra.

Sin embargo, Issurin (17) ha propuesto que la integración de las habilidades biomotoras (y destrezas) sean secuenciales, en lugar de simultáneas; aún más, ha postulado que los

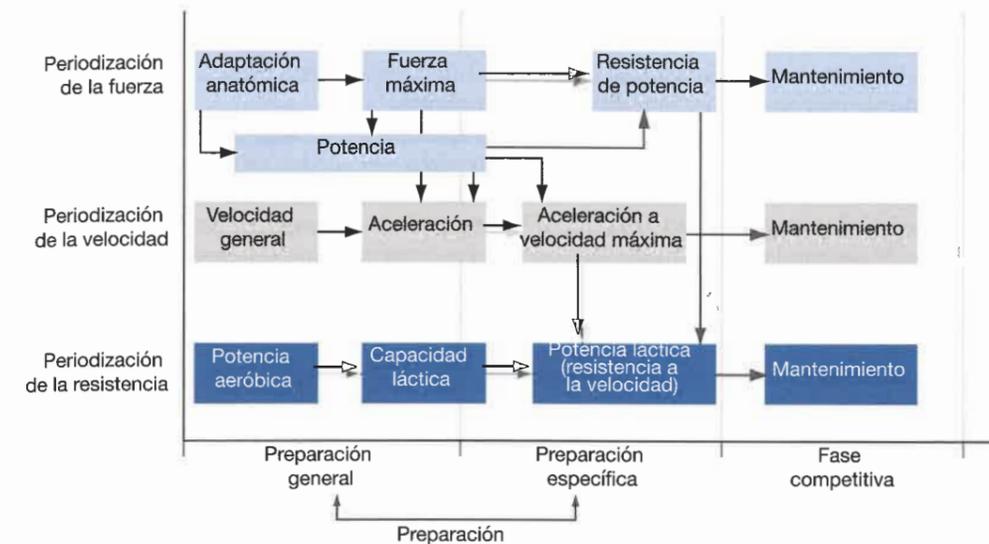


FIGURA 5.12 Desarrollo secuencial y simultáneo de la integración de las habilidades biomotoras de un velocista en atletismo.

deportes modernos con fases competitivas muy largas (por ejemplo, el fútbol y otros deportes de equipo, o incluso el tenis), requieren una aproximación secuencial de la integración.

El examen de los ejemplos de periodización de las habilidades biomotoras que se muestran en las figuras 5.6 a 5.11, revelan que el desarrollo de cada una es secuencial, pero su integración es simultánea. Además, el desarrollo de una habilidad influye positivamente en las otras (figura 5.12). Por ejemplo, un alto nivel de velocidad no puede conseguirse sin antes lograr el desarrollo de una gran fuerza máxima y potencia. Un nadador será más rápido solo si incrementa la aplicación de su fuerza contra la resistencia del agua. Por tanto, cuanto mayor fuerza se imponga sobre el terreno o el agua, mayor será la velocidad.

Considérese una habilidad biomotora como la fuerza. La periodización de la fuerza sigue una aproximación secuencial dictada por la fisiología (y no debido a que ahora esté de moda). Con el fin de incrementar el nivel de potencia antes de la fase competitiva principal, la secuencia de periodización debe ser la siguiente: comenzar con adaptaciones anatómicas (3 semanas o más) para que los músculos y los ligamentos se adapten a la actividad o al deporte, y con el fin de que el deportista entrene libre de lesiones. A continuación, pasar a la fase de fuerza máxima (4 semanas o más), la que implica entrenar el sistema nervioso para que pueda reclutar voluntariamente el mayor número de unidades motoras de los motores principales (los músculos se realizan la destreza técnica) y, de este modo, superar una resistencia externa. Finalmente, con el fin de maximizar el desarrollo de la potencia, ha de planificarse una fase de conversión (4 semanas o más), en la que los ejercicios dinámicos, de carga entre baja a media, se realicen explosivamente. Estos ejercicios permiten la aplicación rápida de la fuerza contra una resistencia, que resulta del incremento del **porcentaje de descarga** de las fibras musculares de contracción rápida. Al final de estas 11 o más semanas de entrenamiento, la potencia alcanzará unos niveles superiores provocando la maximización del rendimiento.

El desarrollo de la velocidad, la agilidad y la resistencia también tiene que seguir secuencias fisiológica y metodológicamente razonables de periodización. Además, el desarrollo periodizado de cada habilidad biomotora tiene que integrar cada una con las demás para maximizar el potencial motor del deportista y, al final, su rendimiento (figura 5.12).

Issurin (17) afirma que, dado que el entrenamiento moderno tiene una fase competitiva muy larga, los entrenamientos deben seguir una aproximación de integración secuencial. Por ejemplo, en fútbol profesional la fase competitiva dura entre 10 y 15 meses, y se sigue de unas cortas vacaciones. ¿Cuándo va a tener tiempo el entrenador para aplicar una

integración secuencial de habilidades biomotoras y destrezas, si la fase preparatoria es de 3 a 4 semanas? ¿Cuál será el rendimiento del equipo durante el bloque de la fuerza? ¿Qué ocurre con los porcentajes de lesiones y del nivel de rendimiento cuando se acumula el bloque múltiples veces durante la temporada competitiva?

La periodización de las habilidades biomotoras también ha de seguir una aproximación simultánea a la vez que se desarrollan otras (por ejemplo, velocidad, agilidad, y resistencia). Si no se entrenan simultáneamente, será casi imposible alcanzar el nivel esperado de desarrollo. Distribuir las cargas de cada habilidad biomotora, en lugar de concentrarlas, permite una progresión racional con el tiempo, sin sobrecargas bruscas de los sistemas fisiológicos del deportista. Los incrementos súbitos de la carga, en uno o más componentes del programa de entrenamiento, normalmente provocan malas adaptaciones, disminución del rendimiento o lesiones.

El desarrollo secuencial de Issurin de las habilidades biomotoras y las destrezas no dedica suficiente tiempo a cada componente como para lograr un desarrollo completo del potencial motor del deportista, o retener su competencia táctica y técnica; y por otro lado, una exposición tan corta impide la posibilidad de que dure el «efecto residual». Probablemente, la integración secuencial con mayores bloques funcione en deportes de temporada, como el piragüismo o ciertos eventos de atletismo, en los que la norma son las preparaciones largas de 5 a 6 meses. Pero sugerir que las integraciones secuenciales tengan que utilizarse en todos los deportes es completamente irreal y, ciertamente, no conducen a una maximización del rendimiento. En efecto, Platonov encontró que la integración secuencial disminuía la probabilidad de un pico de rendimiento en la competición más importante del año en, aproximadamente, un 5 a un 15 % (30).

Periodización de la fuerza

Los objetivos, contenidos y métodos del programa del entrenamiento de fuerza cambiarán durante las fases del plan de entrenamiento anual. Estos cambios permitirán maximizar el desarrollo del tipo específico de fuerza requerido en el deporte, mientras se consideran las características individuales del deportista con el fin de conseguir un rendimiento óptimo. Tales modificaciones también dependen de la fase del programa y de las adaptaciones fisiológicas objetivo de dicha fase.

Adaptación anatómica

Después de la fase de transición, en la que la mayoría de los deportistas hacen muy poco entrenamiento de fuerza, es recomendable comenzar con un programa que incluya dicho entrenamiento para desarrollar los fundamentos sobre los que han de basarse las futuras prácticas de entrenamiento. Generalmente, esto se hace durante la fase de adaptación anatómica del programa de entrenamiento de fuerza. En el comienzo de esta fase preparatoria, son muchos los objetivos clave que se buscan:

- Estimular la implicación de la mayor parte de los grupos musculares, incluidos los músculos estabilizadores.
- Incrementar la capacidad de trabajo a corto plazo, lo cual reducirá la fatiga en las fases tardías del entrenamiento en las que son altos el volumen y la intensidad del trabajo orientado a la técnica.
- Comenzar a trabajar los aspectos técnicos de los levantamientos fundamentales, base fundamental del programa del entrenamiento de fuerza.
- Preparar los músculos, los ligamentos y los tendones para las actividades muy estresantes y, consecuentemente, conseguir que los deportistas queden libres de lesión. Cuando la fase preparatoria es inadecuada, concretamente la subfase de adaptación anatómica, se incrementa el riesgo de lesión.

Esta parte del programa de entrenamiento de fuerza es crucial en la subfase de preparación general de la fase preparatoria. Este tramo de las adaptaciones anatómicas está marcado por un elevado volumen de trabajo (por ejemplo, 2 o 3 series de 8 a 20 repeticiones) realizado a baja intensidad (40-65 % de una repetición máxima o 1RM). El número de ejercicios dependerá de la experiencia de entrenamiento del deportista: por lo general, los principiantes harán más ejercicios que los más experimentados. Esta subfase debería durar 12 semanas para los principiantes, y entre 2 y 4 semanas para los más avanzados, con el fin de conseguir el objetivo de las adaptaciones fisiológicas. Para los deportistas júnior, o aquellos que no posean un historial de entrenamiento de fuerza, debe garantizarse una fase de adaptación anatómica mayor (de 9 a 12 semanas); para los deportes de equipo profesionales, puede ser suficiente de 2 a 4 semanas.

Fase de fuerza máxima

Todos los deportes requieren fuerza (por ejemplo, el salto de longitud), resistencia muscular (por ejemplo, 400-800 m en natación) o una combinación de ambas (por ejemplo, el remo, el esquí nórdico). Tanto una como otra dependen directamente de la fuerza máxima. Como apoyo a este concepto, se ha demostrado que cuanto más fuerte sea el deportista, por lo general, mayor potencia producirá (38) y tendrá mejores niveles de resistencia muscular (26). Parece que la fuerza máxima debe aumentarse antes que la capacidad para generar potencia, puesto que esta es producto tanto de la fuerza como de la velocidad.

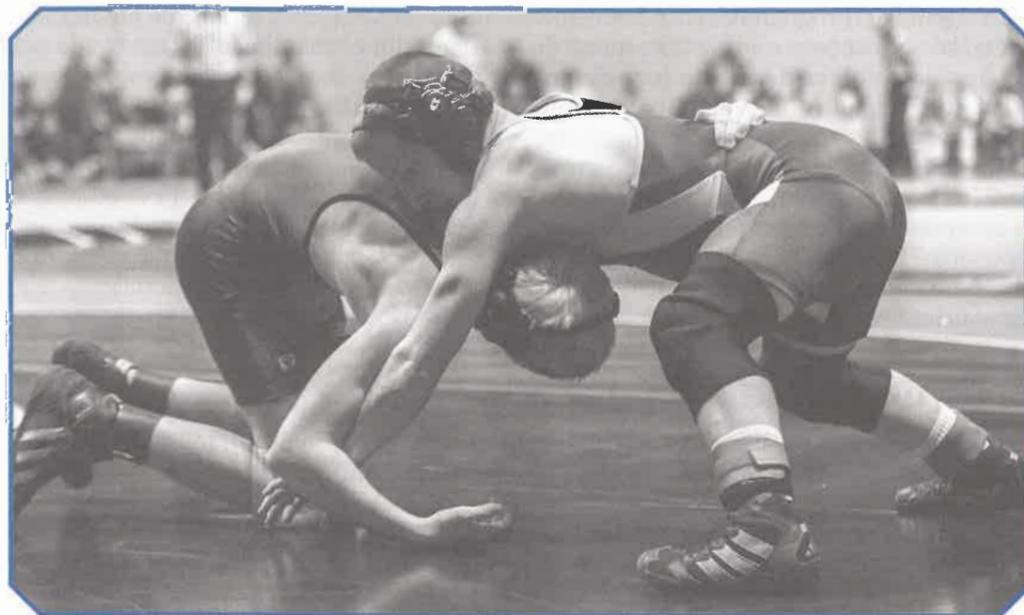
El tramo de fuerza máxima es un componente crítico de la fase de preparación, dado que se desarrolla sobre las adaptaciones generales estimuladas por la fase de adaptación anatómica, y acrecienta los atributos neuromusculares necesarios para el desarrollo de la potencia (10, 43). La fase de fuerza máxima puede oscilar entre 1 y 3 meses en función del deporte, las necesidades de deportista y el plan de entrenamiento anual. Para los deportistas cuyos deportes dependen fuertemente de este parámetro, como el fútbol americano o el lanzamiento de peso, esta fase puede ocupar el extremo más largo del espectro (3 meses). En deportes en los que la resistencia muscular es determinante para el rendimiento final, como el ciclismo, el triatlón o el maratón de piragua, esta fase puede ser más corta (1 mes). El desarrollo de la fuerza máxima se consigue mejor trabajando primero el desarrollo de la **coordinación intermuscular**, que es un componente de la fuerza (2 a 6 repeticiones con una carga entre el 70 al 80 % de 1RM), y a continuación el componente intramuscular de la fuerza (1 a 3 repeticiones con cargas entre el 80 al 90 % de 1RM).

Conversión hacia la fase de fuerza específica

La fase de conversión transforma la fuerza máxima en potencia o resistencia muscular (capítulo 10). También proporciona la transición entre la fase preparatoria y la competitiva, y equipa a los deportistas con habilidades neuromusculares vitales para lograr mayor rendimiento.

Gradualmente, el deportista convertirá el desarrollo de la fuerza en fase de fuerza máxima y en el tipo de potencia necesaria para su deporte. Esto se realiza con los métodos adecuados del entrenamiento de potencia (por ejemplo, balones medicinales, entrenamiento de velocidad, pliometría). Durante esta fase, han de mantenerse los niveles máximos de fuerza; si estos decaen, también disminuirá la habilidad para maximizar la capacidad de generar potencia. Si esto ocurre durante la fase competitiva, igualmente decrecerán la velocidad y la agilidad.

Las características fisiológicas de un deporte dictan el tipo de potencia o resistencia que se necesita desarrollar durante esta fase de entrenamiento. Debido a que la mayor parte de los deportes requieren alguna combinación de potencia y resistencia, la relación entre ambas características debe igualar las demandas del deporte. Por ejemplo, la relación puede ser casi igual en un luchador, mientras que en un piragüista (200 m y 500 m) podría predominar una u otra. La resistencia muscular debe prevalecer en los remeros (duración de las carreras: de 6 a 8 min.), los nadadores de fondo (400-1.500 m), los esquiadores de modalidad nórdica y los que hacen triatlón.



Las características del deporte dictan el tipo de potencia o resistencia necesario que se ha de desarrollar durante la fase específica de la fuerza del entrenamiento. Para un luchador, esta proporción puede ser casi idéntica.

Fase de mantenimiento

Esta fase del plan de entrenamiento anual está diseñada para mantener los estándares fisiológicos y de rendimiento obtenidos durante las fases previas. Es muy difícil mantener estas ganancias, y se ha demostrado que la fuerza disminuye a lo largo de la temporada competitiva, en especial, si se utilizan métodos de entrenamiento inadecuados (18). La fase de mantenimiento debe contener una elevada cantidad de volumen de entrenamiento de fuerza para mantener las ganancias de fuerza, a la vez que se evita la aparición de altos niveles de fatiga.

El programa de mantenimiento depende sobre todo de las exigencias fisiológicas del deporte concreto. Por tanto, el porcentaje de fuerza, potencia, agilidad y resistencia muscular debe reflejar tales demandas. Por ejemplo, un jugador de fútbol americano o un lanzador de peso debería centrar su entrenamiento de fuerza en mantener la fuerza máxima y el desarrollo de la potencia, mientras que un deportista de fondo ha de centrarse en el desarrollo de la resistencia y la potencia. Es difícil recomendar el desglose de las sesiones de trabajo cuyo objetivo sean dichos atributos, ya que dependen de la temporada competitiva. Generalmente, la fase de mantenimiento consta de unidades con un número de ejercicios pequeño (de 2 a 5 ejercicios), que se realizan entre 2 y 4 series de 1 a 6 repeticiones, con un amplio rango de intensidades de trabajo (60 al 80 % de 1RM para la fuerza máxima, 30 al 80 % de potencia, 30 al 60 % de resistencia muscular). Por ejemplo, un jugador de fútbol de élite mantendrá la fuerza y la potencia utilizando tres ejercicios esenciales: la media sentadilla, las hiperextensiones de espalda y las elevaciones sobre las puntas de los pies. También pueden añadirse empujes de cadera (glúteos). Durante esta fase, la frecuencia de entrenamiento de fuerza puede ser de dos días semanales, con una duración de 30 minutos. Una aproximación común en los deportes individuales de potencia es planificar dos sesiones de potencia el lunes y el viernes, y una sesión de mantenimiento de la fuerza el miércoles, en las semanas que no hay competición el fin de semana. Por otro lado, para la competición de la semana se planifica una o dos sesiones de potencia con bajo volumen.

Fase de cesación

Generalmente se recomienda, sobre todo en la mayoría de los deportes individuales, que el programa de trabajo de la fuerza finalice de 5 a 7 días antes de la competición principal. Esto reduce el nivel de fatiga acumulada del deportista, disminuye sus niveles de estrés y facilita las supercompensaciones fisiológicas y psicológicas. Sin embargo, puede que estas recomendaciones no sean adecuadas para todos los deportes. Los atletas de deportes que exigen gran cantidad de fuerza y potencia (eventos de campo en atletismo, lucha), pueden beneficiarse simplemente reduciendo el número de sesiones la semana previa de la competición principal. Este programa puede contener un volumen muy bajo y una intensidad media, pero debe realizarse explosivamente.

Fase de compensación

La fase de compensación completa el plan de entrenamiento anual y coincide con la fase de transición. El objetivo principal de la fase de transición es eliminar la fatiga, y permitir que el deportista se recupere (utilizando el descanso activo) antes de iniciar el siguiente plan de entrenamiento anual sin un deterioro significativo del desarrollo del nivel biomotor. Además, está diseñada para inducir la regeneración, que es una empresa muy compleja. Para los deportistas lesionados, esta fase se utiliza para la rehabilitación y la recuperación de su capacidad motora. Si fuera necesario, han de trabajar conjuntamente en el tratamiento el preparador físico, el médico rehabilitador, el fisioterapeuta y el entrenador del deportista.

Durante esta fase, independientemente de si están lesionados o en rehabilitación, todos los deportistas han de considerar que el plan de descanso activo incluye algo de entrenamiento de fuerza. Este debe orientarse a estabilizar la musculatura, y tener como objetivo los puntos débiles del deportista que pudieran incrementar su riesgo de lesión. Este también es el momento para trabajar sobre la compensación de otros grupos musculares que no se utilizaron de forma principal durante la fase competitiva.

Periodización de la potencia, la agilidad y el ritmo de movimiento

El entrenamiento de la potencia y la agilidad se discuten en detalle en los capítulos 10 al 12, de tal manera que aquí se tratarán, en una sección corta, solo los elementos propios de la periodización de la potencia, la agilidad y el ritmo del movimiento. Como determinante de la agilidad en muchos deportes, la **potencia** se refiere a la aplicación rápida de una fuerza contra una resistencia. La **agilidad** se percibe como la capacidad del deportista para cambiar desde la aceleración a la desaceleración y de realizar cambios rápidos de dirección durante un partido u otro evento deportivo. Por otro lado, la **velocidad de movimiento** se refiere a la habilidad del deportista para mover rápidamente un miembro en la dirección deseada, como en boxeo, los deportes de raqueta y las artes marciales.

Como dicen muchos autores, la agilidad deriva de la velocidad. En otras palabras, un deportista nunca llegará a ser ágil sin antes ser rápido. Esto no es completamente cierto, ya que nunca será rápido sin antes ganar fuerza. Cuando un deportista desarrolla un elevado nivel de **fuerza relativa** (es decir, la relación entre su fuerza máxima y su peso corporal), será capaz de mover su cuerpo más rápidamente con menor esfuerzo. Generalmente, los métodos de entrenamiento necesarios para producir un gran nivel de fuerza máxima pretenden desarrollar la habilidad del sistema nervioso de reclutar un elevado número de fibras de contracción rápida; también estos métodos exigen al sistema nervioso entrenar con velocidades angulares bajas. Por tanto con el fin de maximizar la capacidad de potencia y, consecuentemente, la agilidad del deportista, es necesario seguir la fase de fuerza máxima, con una conversión en potencia y agilidad. En otras palabras, se ha de:

Fase preparatoria		Fase competitiva		
Periodización	AA	FxM	Potencia y agilidad	Mantenimiento de la FxM, potencia y agilidad
Aplicación del entrenamiento	AA	Incremento del reclutamiento de FR	Incremento del porcentaje de descarga de FR	Mantenimiento de la FxM, potencia y agilidad

FIGURA 5.13 Periodización de la agilidad y el ritmo de movimiento.

AA = adaptaciones anatómicas; FxM = fuerza máxima; FR = fibras musculares de contracción rápida.

1. Incrementar primero la fuerza máxima, y la capacidad de reclutar fibras musculares de contracción rápida y, a continuación,
2. Incrementar la capacidad para aumentar el porcentaje de descargas en los mismos músculos (figura 5.13).

Dicho simplemente, la agilidad no deriva de la velocidad. La agilidad es más visible solo después de que se haya desarrollado la fuerza máxima. En efecto, como se evidencia en el esprint, la velocidad nunca se incrementará sin el aumento previo de la fuerza máxima.

Debido a que el deportista está expuesto a grandes cargas durante la fase de fuerza máxima, al 70-90 % de 1RM, gran cantidad de sus fibras de contracción rápida se **reclutarán** por completo. Estas adaptaciones fisiológicas aseguran que el deportista supere con éxito elevadas resistencias. Durante la siguiente fase, cuando la fuerza máxima se convierta en potencia y agilidad, el atleta habrá de exponerse a los métodos de entrenamiento que provoquen la rápida aplicación de la fuerza y los cambios rápidos de dirección (aceleración-deceleración), los cuales incrementarán el **porcentaje de descarga** de las fibras musculares de contracción rápida. Después de 4 a 8 semanas de entrenamiento de potencia y agilidad (dependiendo de la duración de la fase de fuerza máxima), el competidor ha maximizado sus habilidades, que aumentarán su preparación para competir.

El entrenamiento, tanto de la potencia como de la agilidad, tiene un efecto positivo sobre el ritmo de movimiento, o la capacidad del deportista para mover una extremidad en la dirección deseada. Cuando los brazos y las piernas se hacen más fuertes, y reaccionan más rápidamente a una señal dada, aumenta la velocidad del movimiento. En muchos casos, los deportistas tienen programados ejercicios de agilidad. Además, algunos de ellos, como la escalera de velocidad, se entrenan desde la niñez hasta la maduración deportiva. Esta metodología de entrenamiento puede cuestionarse al buscar la causa de por qué los deportistas han alcanzado una meseta de estancamiento. Para producir cambios, se ha de organizar un plan de periodización de la agilidad similar al de la figura 5.13, que se utilizará como método para producir resultados.

Otro componente de la agilidad es la toma de decisión perceptual, que se relaciona con el tiempo de reacción y de movimiento (por ejemplo, la exploración visual, la anticipación, los esquemas de reconocimiento y las situaciones conocidas) (50). Este componente se ha denominado **agilidad reactiva**, y se trata de la capacidad de reaccionar ante una situación; la agilidad reactiva parece que es la que diferencia a los diferentes jugadores en distintos niveles, en sus respectivos deportes (12).

Periodización de la velocidad

La periodización de la velocidad depende de las características del deporte, entre las que se incluyen el nivel de rendimiento y el programa competitivo. El desarrollo de la velocidad de un jugador de deporte de equipo es muy diferente que el de un velocista. El primero, por lo general, sigue un plan anual monociclo, mientras que el segundo se somete a un plan de entrenamiento biciclo, como consecuencia de tener tanto competiciones en pista cubierta como al aire libre. Independientemente de que se trate de un deporte individual o de equipo, la periodización del entrenamiento de velocidad puede seguir muchas subfases diferentes:

la de velocidad general, la de aceleración, la de velocidad máxima y la fase de resistencia anaeróbica. Además, en los deportes de equipo, están las fases de velocidad específica, de agilidad y de agilidad reactiva, que siguen directamente a la fase de aceleración.

Fases de velocidad general y aceleración

El primer paso para desarrollar la velocidad es establecer las bases fisiológicas y técnicas que van a proporcionar al deportista la habilidad necesaria para moverse con rapidez. Este tipo de trabajo es típico de la fase preparatoria general del plan de entrenamiento anual, y está diseñada para incrementar la competencia técnica de los deportistas durante la primera parte de la expresión de velocidad (es decir, la fase de aceleración).

La mejora técnica se consigue incorporando ejercicios de coordinación (como *skipping* o regates), junto con entrenamiento de velocidad a varias intensidades: carreras técnicas de intensidad moderada saltando vallas (15-30 m), aceleraciones de alta intensidad en cuesta (5-30 m) con grandes intervalos de descanso completos o parciales y arrastres de trineo lastrado (20-30 m) con recuperación completa. Para los deportistas de atletismo, este es el momento para entrenar muchas veces a la semana en hierba y siempre en llano. Según la aproximación de la integración compleja, la fase de velocidad general (velocidad) se planifica simultáneamente con la de adaptación anatómica (fuerza) y la de resistencia aeróbica (resistencia).

La fase de velocidad general se sigue de una de aceleración. En esta, el esprint corto (5-30 m) se realiza a alta intensidad (95-100 % del máximo), con largos intervalos de descanso entre las repeticiones (1 a 4 min). Los atletas comienzan a utilizar clavos en esa fase. Todavía pueden utilizarse empujes de trineo con cargas ligeras en esprint corto en cuesta. Este tipo de entrenamiento se basa en los sistemas anaeróbicos alácticos.

Durante estas fases, los métodos de entrenamiento previo se utilizan simultáneamente con el trabajo a ritmo. Este progresa desde el trabajo extensivo al intensivo, con el fin de elevar la capacidad de resistencia general y anaeróbica del deportista. De este modo, se crearán progresivamente las adaptaciones metabólicas necesarias para maximizar la resistencia específica (15).

Es importante darse cuenta de que la resistencia aeróbica no es una necesidad fisiológica en los deportes en los que no forma parte de su ergogénesis (proporciones de los sistemas que aportan energía para la actividad de resistencia), como los sprints en atletismo, el tipo tradicional de resistencia aeróbica de carreras continuas largas o las repeticiones más largas sobre la pista (500 m o más). En efecto, debido a que la velocidad del movimiento, o la capacidad para esprintar, dependen en gran medida del porcentaje del aporte energético, no es recomendable utilizar métodos que comprometan la función aeróbica (31).

Las adaptaciones metabólicas inducidas por el entrenamiento a ritmo poseen un alto grado de especificidad deportiva, y se traducen en mejoras fisiológicas para muchos deportes individuales y de equipo. Se ha señalado que la utilización de métodos de entrenamiento basados en intervalos mejoran tanto el metabolismo anaeróbico como el aeróbico (21).

A medida que el entrenamiento progresa, desde la preparación general a la fase de preparación específica, se van incorporando más actividades específicas del deporte. En el caso de deportes de equipo, pueden realizarse ejercicios tácticos, entre 2 y 5 minutos sin interrupción, para desarrollar la resistencia específica del deporte (22). En fútbol, esto puede lograrse organizando pequeños partidos en superficies reducidas, con pocos jugadores participando simultáneamente en el encuentro (es decir, 2 contra 2, 3 contra 3, 5 contra 5); también empleando ejercicios técnicos específicos de fútbol, como sugieren recientes investigaciones sobre la efectividad de esta práctica en el fútbol para desarrollar la capacidad de resistencia específica (16).

Fase de velocidad máxima

Cuando se aproxima la fase competitiva, el entrenamiento tiene que hacerse más intenso, específico del evento, refinado y especializado. Este incluirá el trabajo diseñado para maximizar la velocidad, fundamentalmente por la vía de la técnica específica y de ejercicios tácticos.

La velocidad puede desarrollarse con sprints cortos (40-80 m) realizados a gran intensidad (90-100 % del máximo), con largos intervalos de descanso entre cada repetición (de 3 a 8 min) y serie (de 6 a 20 min). Este tipo de entrenamiento estresará los sistemas anaeróbicos, en especial el sistema del fosfágeno. Es primordial que el deportista desarrolle la velocidad antes de comenzar a entrenar la resistencia de la velocidad. La velocidad es un prerrequisito neurológico para la resistencia de la velocidad, al igual que la potencia aeróbica precede a la capacidad láctica (resistencia anaeróbica), y es importante que se pongan los fundamentos necesarios de las adaptaciones metabólicas para maximizar la habilidad biomotora.

En los deportes de equipo, el entrenamiento de velocidad máxima también tendrá una función preventiva de las lesiones, en especial de los flexores de la pierna. Haciendo repeticiones a alta velocidad en entrenamiento, se asegurará que el sistema neuromuscular esté preparado cuando se le exija el máximo en los sprints largos de un partido. A pesar de que no es frecuente, tales sprints largos pueden marcar la diferencia entre ganar o perder, así que ¡es mejor estar preparado para ello!

Fase de la resistencia anaeróbica

Como se advirtió previamente, el entrenamiento de resistencia a la velocidad utiliza varias distancias e intervalos de descanso. Estas estructuras de intervalos diferentes se usan teniendo como objetivo las adaptaciones fisiológicas. Por ejemplo, el objetivo puede ser la potencia del sistema láctico y la tolerancia al lactato, cuando se utilizan sprints cortos (<80 m) y de alta intensidad (95-100 % del máximo), con breves intervalos de descanso entre las repeticiones (de 1 a 2 min) y más largos entre las series (6-20 min). También puede conseguirse dicho objetivo utilizando sprints de distancia media (120-200 m) y de alta intensidad (95-100 % del máximo), con largos períodos de intervalos de descanso entre las repeticiones (potencia láctica: 12-20 min, en función del nivel de rendimiento, el objetivo del evento y el nivel de intensidad; la tolerancia al lactato: 3-6 min en función del nivel de rendimiento, el objetivo del evento y el nivel de intensidad).

Fase de velocidad específica, agilidad y agilidad reactiva

En la mayoría de los deportes de equipo, la velocidad específica puede describirse como la aceleración con cambios de dirección. Esta debe reflejarse en el programa de entrenamiento de los deportistas implicados en estos deportes. Tras una fase previa dominada por aceleraciones lineales (en distancias específicas del deporte y ligeramente más largas), los entrenadores de la fuerza y el acondicionamiento deben planificar ejercicios de aceleración con cortes y cambios de dirección. Dado que las aceleraciones en los deportes de equipo son cortas (por lo general, menos de 3 segundos o 20 metros), y que se siguen de un corto período de descanso antes de iniciar otra, los intervalos de descanso de esta fase entre repeticiones serán cortos (de 30 s a 1 min) y más largos entre series (de 3 a 5 min). Un modo de medir y progresar la carga muscular en los ejercicios de agilidad es calcular los grados totales de cambios de dirección en una sesión.

La agilidad reactiva puede entrenarse utilizando estímulos visuales y auditivos (señales externas) aplicadas durante los ejercicios complejos de agilidad. Para este propósito, pueden disponerse conos de diferentes colores en una carrera de agilidad (por ejemplo, carreras en esalon), dando el entrenador la señal de cambio direccional nombrando un color. Otro ejercicio que puede realizarse es colocar cuatro aros al comienzo de una carrera de agilidad, asignándoles un número a cada uno y, a continuación, ofreciendo la secuencia aleatoria de los cuatro números, que el jugador tiene que reproducir dando pasos dentro del aro correspondiente alternando los pies. Pueden usarse diferentes posiciones de partida en los ejercicios de agilidad: de frente, de lado, tumbado, sentado, etc.

Periodización de la resistencia

La resistencia se desarrolla en muchas fases distintas a lo largo del plan anual. Cuando este se limite a un pico de rendimiento, la resistencia puede desarrollarse en tres fases: (1) resistencia aeróbica (oxidativa), (2) resistencia aeróbica y específica y (3) resistencia específica (ergogénesis).

Resistencia aeróbica

La resistencia aeróbica (oxidativa) se desarrolla durante la fase de transición y en el inicio de la preparatoria (de 1 a 3 meses). Cada deporte requiere ligeras modificaciones, a la vez que la resistencia aeróbica que se desarrolla durante esta fase, pueden hacerla la capacidad aeróbica, la potencia aeróbica o ambas, en función de la resistencia específica que se desarrollará en fases posteriores. La capacidad aeróbica puede conseguirse siguiendo un método uniforme y estable con intensidades moderadas, mientras que la potencia aeróbica puede obtenerse por la vía del trabajo con intervalos de moderada-alta intensidad (ver capítulo 11). En deportes individuales que requieren resistencia de media o larga duración, esta fase puede comenzar incorporando carrera larga y continua, seguida de intervalos largos de moderada intensidad; en los deportes de equipo, deportes de combate, deportes de raqueta y deportes individuales que requieren solo una resistencia corta, lo apropiado es comenzar con intervalos de duración corta o media, e intensidad moderada, y progresar en fases posteriores a intervalos cortos de alta intensidad. En estas fases, el desarrollo de la potencia aeróbica es útil para los deportes de potencia, permitiendo al deportista resintetizar la fosfocreatina más rápidamente entre los episodios de esfuerzos anaeróbicos (45).

El desarrollo de la resistencia aeróbica proporciona los siguientes beneficios (21, 44):

Mejora de la función cardiorrespiratoria

- Incrementa la **capilarización**, que permite aumentar el aporte de oxígeno y nutrientes.
- Incrementa la concentración de hemoglobina, el número de glóbulos rojos y el volumen sanguíneo.
- Disminuye el latido cardíaco submáximo y la presión sanguínea en reposo.
- Incrementa la potencia aeróbica máxima ($\dot{V}O_2$ máx).
- Incrementa el gasto cardíaco.
- Incrementa el volumen sistólico.
- Incremento del flujo de sangre en los músculos que trabajan.
- Incrementa el intercambio de oxígeno en los pulmones.
- Disminuye el ritmo respiratorio submáximo.

Mejora de la función del sistema musculoesquelético

- Incrementa el contenido de fibras de tipo I.
- Incrementa la capacidad **enzimática** oxidativa.
- Incrementa la densidad y volumen mitocondrial.
- Incrementa la concentración de mioglobina.
- Incrementa la capacidad de resistencia muscular.

Estas adaptaciones mejoran la capacidad de resistencia y pueden provocar una mayor eficiencia en la utilización de los sustratos de combustible (carbohidratos y grasas). Las adaptaciones se estimulan en respuesta a las cargas de trabajo, en especial al volumen de entrenamiento.

Resistencia aeróbica y específica

La resistencia aeróbica y la específica son componentes de la capacidad de resistencia del deportista. Una vez desarrollada una base de resistencia para maximizar el desarrollo de la resistencia específica, los planes de entrenamiento deben incorporar elementos de resistencia cuyo objetivo sean los sistemas energéticos dominantes en el deporte (ver tabla 1.2). En esta fase, la resistencia se desarrolla utilizando intervalos de entrenamiento uniformes y alternantes (de corta, media y larga duración). Durante la primera parte de esta fase, el énfasis se hace sobre la resistencia aeróbica; en su parte final, el énfasis cambia al desarrollo de la resistencia específica, utilizando intervalos de alta intensidad o específicos del deporte, y métodos de entrenamiento basados en intervalos (16). El cambio a resistencia específica permite la transferencia de los efectos del trabajo, lo cual mejora las ganancias del rendimiento durante la fase competitiva del plan de entrenamiento.

Entrenamiento de la resistencia específica

El desarrollo del entrenamiento de la resistencia específica del deporte coincide con las fases de preparación tardía y la competitiva del plan de entrenamiento anual. Durante esta fase, la actividad específica del deporte es el sistema de entrenamiento preferido. Los parámetros de entrenamiento apropiados dependen de las características bioenergéticas del deporte y las necesidades del deportista individual. En muchos deportes, el entrenador enfatiza en la

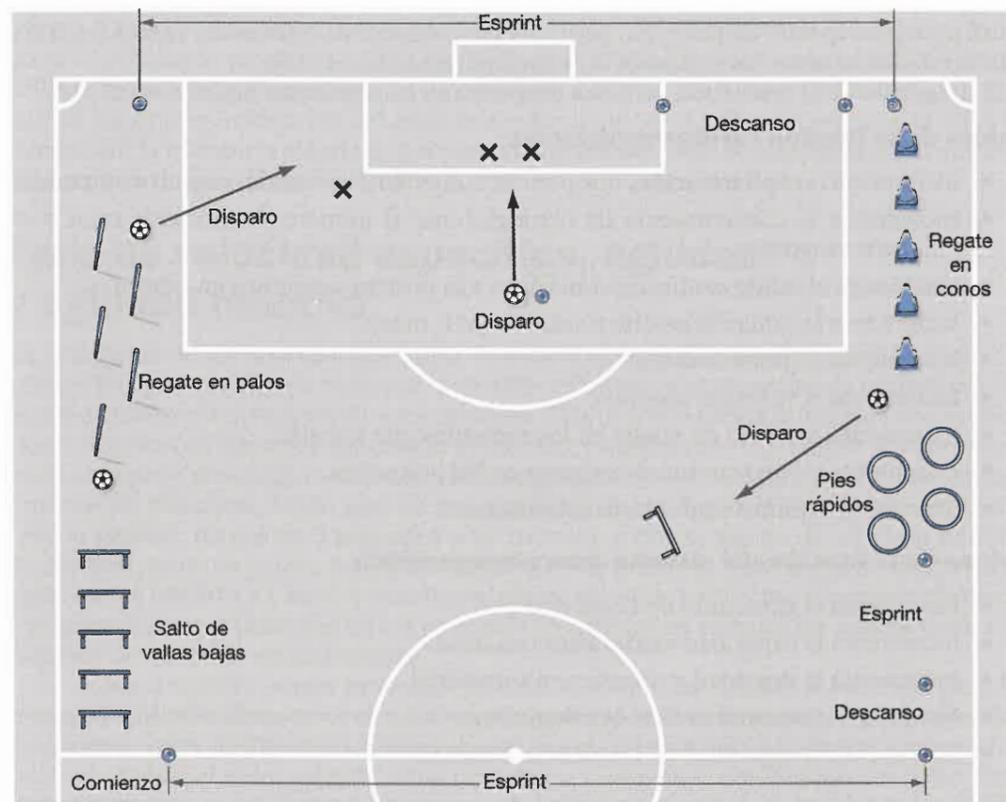


FIGURA 5.14 Pista de regate para desarrollar resistencia específica en fútbol.

La pista de regate requiere que el deportista regatee un balón alrededor de un campo. Este debe incrementar gradualmente la intensidad hasta conseguir un latido cardíaco del 90 al 95 % del máximo y mantenerlo durante 4 min. Una vez completado el período de 4 minutos, el deportista realiza 4 minutos de ejercicio al 70 % del latido cardíaco máximo. El circuito puede completarse de 2 a 4 veces, en función de la fase del plan de entrenamiento. Los deportistas deben regatear alrededor de conos, palos, saltando vallas, acelerando y frenando entre los aros y disparando en puntos predeterminados.

intensidad de entrenamiento, de tal forma que, con frecuencia, excede la propia de la competición o partido. Una herramienta que puede ser útil en deportes como el fútbol es la organización de partidos en terrenos de juego reducidos y el ejercicio específico del fútbol «pista de regates» (figura 5.14), que puede usarse juntando en la misma sesión de trabajo actividades tácticas y de acondicionamiento (16). En los deportes de combate pueden organizarse combates de entrenamiento, alternando días con «limitación de tiempo», durante los cuales la duración regular de los asaltos se fraccione con intervalos cortos de descanso intra-asalto e intervalos largos de descanso inter-asalto; esto permite un método de mayor producción de potencia a largo plazo, en el que la duración de los asaltos es más larga que la de las competiciones oficiales. Ambas sesiones, por debajo y por encima del tiempo competitivo, pueden progresar conforme avanza el tiempo para igualar los requerimientos específicos del evento en cuestión. Por supuesto, no todas las sesiones deben ser de gran intensidad ni específicas del deporte; hay que alternar las intensidades para facilitar la recuperación entre sesiones de entrenamiento, provocando menores niveles de fatiga y un pico de rendimiento óptimo para la competición.

Periodización integrada

Un deportista es un ser complejo que requiere no solo la periodización del entrenamiento físico, técnico y táctico, sino también integrar con las demás el plan de entrenamiento psicológico y el de nutrición.

Para maximizar su capacidad para construir y llevar apropiadamente un plan de entrenamiento, el entrenador puede necesitar un equipo interdisciplinar de expertos, incluidos científicos del deporte, psicólogos del deporte, nutricionistas, biomecánicos y profesionales de la medicina deportiva. Dada la rapidez con que evoluciona la naturaleza de las ciencias del deporte, disponer de este equipo puede ser necesario para una mayor efectividad de la interpretación, desarrollo e integración de nuevos métodos de entrenamiento en el contexto de un plan de entrenamiento periodizado.

La integración de todos los componentes del entrenamiento de un plan de trabajo anual (10) exige que el entrenador y el equipo de expertos evalúen al deportista y sus metas de entrenamiento, lo cual les permitirá secuenciar correctamente los factores de entrenamiento. Dependiendo de la fase del plan de periodización, el énfasis del trabajo cambiará para desarrollar las características específicas y manejar la fatiga. Un verdadero plan integrador incluye las recomendaciones dietéticas y el entrenamiento psicológico. Los psicólogos del deporte y los nutricionistas trabajan con el deportista analizando sus actividades y proponiendo técnicas y planes de nutrición; sin su información, es posible que no se consiga un alto rendimiento. Estos científicos del deporte brindan sus conocimientos y el entusiasmo, pero cada profesional tiende a trabajar aisladamente de los demás. Se pierden elementos del entrenamiento sin la colaboración estrecha entre deportistas, entrenadores y expertos en nutrición y en psicología del deporte.

Los fundamentos de la periodización integrada del entrenamiento tienen que ser producto del entrenador. Por tanto, los psicólogos y nutricionistas han de analizar los programas del entrenador, discutir sus dificultades y proponer soluciones y técnicas para ayudar a que el deportista maximice su rendimiento.

La figura 5.15 ilustra un ejemplo de periodización integrada para un deporte de velocidad y potencia, en el que se integra la periodización de la nutrición y el entrenamiento mental, según el plan del deportista. Dado que esto tan solo es un ejemplo hipotético, los interesados han de añadir los cambios pertinentes, teniendo en cuenta el plan de entrenamiento, el nivel de desarrollo de los deportistas y los objetivos del entrenamiento de una fase dada. Si el plan de entrenamiento no se integra por completo, la posibilidad de que el deportista consiga el éxito se reduce significativamente.

Meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fases de entrenamiento	Preparatoria						Competitiva					
	Preparatoria	Específica	Precompetitiva			Competiciones oficiales y de liga			Descarga	Transición		
Velocidad	Resistencia anaeróbica y aeróbica	• Velocidad máxima • Resistencia anaeróbica	• Velocidad máxima • Velocidad específica • Agilidad • Agilidad reactiva	• Preparación específica del deporte • Velocidad específica • Agilidad • Agilidad reactiva	Competiciones oficiales y de liga			Descarga	Partidos y juegos			
Fuerza	Adaptación anatómica	Fuerza máxima	Potencia	Fuerza máxima	Conversión de potencia	Competiciones oficiales y de liga			Compensación			
Entrenamiento mental	• Evaluación de las destrezas mentales • Aprendizaje de nuevas habilidades mentales • Práctica de la relajación	• Entrenamiento mental • Visualización • Imágenes • Relajación • Manejo de la energía	• Entrenamiento mental • Visualización • Imágenes • Relajación • Manejo de la energía	• Ensayo mental • Energización • Autodiálogo positivo • Visualización • Centrarse en los planes • Simulación • Afrontamiento	• Destrezas mentales para afrontar con oponentes. • Manejo del estrés • Relajación • Planes de focalización • Ensayo mental • Motivación • Autodiálogo positivo	Competiciones oficiales y de liga			• Descanso activo • Desestresarse			
Nutrición	• Carbohidratos altos • Proteínas moderadas	• Proteínas altas • Carbohidratos moderados	• Carbohidratos altos	• Carbohidratos altos • Proteínas moderadas	• Carbohidratos altos • Proteínas moderadas	Competiciones oficiales y de liga			• Carbohidratos altos	Dieta equilibrada		

FIGURA 5.15 Plan de periodización integrado para un deporte de velocidad y potencia.

Resumen de los conceptos principales

La periodización, o división de un plan anual en fases más pequeñas, junto con la periodización de las habilidades biomotoras, son los elementos determinantes de la planificación y la programación del proceso de entrenamiento. Sin estos elementos intrínsecos del programa de entrenamiento estructurado, el pico del rendimiento puede ser una realidad muy cuestionable.

Lo esencial para lograr las metas de entrenamiento es la comprensión, las destrezas y el conocimiento de la periodización de las habilidades biomotoras. Nunca se alcanzará un pico de rendimiento si el deportista, o el equipo, no tienen los estándares más elevados del desarrollo físico. Cuanto más elevados sean sus atributos físicos, más fácil será para el deportista conseguir sus mejores rendimientos.

Planificación de la sesión de entrenamiento

6

La planificación de la sesión de entrenamiento ha existido desde los Juegos Olímpicos de la Antigüedad. Como se mencionó en el capítulo 5, pueden encontrarse evidencias de ello en muchos manuales sobre planificación y entrenamiento escritos por Flavio Filóstrato (170-245 d.C.) para los atletas olímpicos griegos. Aunque la mayoría de estos trabajos se han perdido, los que han sobrevivido, el *Manual del entrenador deportivo* y *Gymnasticus*, enseñan al lector cómo entrenar para la competición y la importancia de la recuperación. En ellos se sugiere que el entrenador «debe ser un médico con considerables conocimientos en anatomía y herencia». Incluso en los tiempos antiguos, la ciencia es el fundamento del desarrollo de los planes de entrenamiento.

La primera evidencia de un plan organizado en sesiones de entrenamiento se menciona en *La Eneida*, el gran trabajo del poeta romano Virgilio (Publio Virgilio Marón, 70-19 a.C.). En este poema, Virgilio refiere el viaje de Eneas, un héroe troyano, quien decidió emigrar a Italia después de la destrucción de Troya (hacia el año 1.100 a.C.). Durante el viaje, Eneas y su tripulación tuvieron que parar en muchas islas del Mediterráneo, donde se enfrentaban a pruebas de remo con los locales. Virgilio describió cómo Eneas organizaba sus sesiones de entrenamiento, en las que los remeros hacían algún ejercicio previo, que podrían considerarse como un calentamiento y, a continuación, remaban durante un tiempo. Después de completar la parte de remo de la sesión de trabajo, levantaban piedras para mejorar su fuerza y, a continuación, concluían la sesión con un baño y un masaje.

Lo que es interesante de este pasaje es que la organización de la sesión de trabajo que describe Virgilio es muy parecida a la composición de las sesiones modernas. Incluso, lo que es más interesante, Eneas integró el entrenamiento de fuerza en las sesiones de trabajo, cuestión que aún, en los tiempos modernos, es objeto de debate. Está claro que el entrenamiento es un proceso que ha evolucionado, que se extiende hacia atrás, desde tiempos antiguos, y que avanza en un flujo continuo. Esta evolución continúa como resultado del incansable trabajo de los científicos del deporte, que desarrollan los fundamentos científicos del entrenamiento, y los teóricos del entrenamiento y entrenadores, quienes utilizan sus conocimientos para mejorar continuamente dicho proceso.

Importancia de la planificación

La planificación es, probablemente, la herramienta más importante de la que dispone el entrenador. Usando las bases de los procedimientos metodológicos y científicos, este puede estructurar el proceso de entrenamiento de modo que le permita al deportista optimizar el rendimiento en los momentos adecuados. La habilidad del entrenador para guiar con efectividad los procesos de entrenamiento está determinada por sus conocimientos tanto de las respuestas fisiológicas del cuerpo al estímulo del entrenamiento como de la planificación y programación de las destrezas.

La planificación del entrenamiento debe basarse en la ciencia y perfeccionarse con la práctica. La implantación de un plan de trabajo bien organizado, y con base científica, elimina las prácticas aleatorias y sin un objetivo fijo que, en ocasiones, aún practican entrenadores mal informados. El plan de entrenamiento ideal acaba con los conceptos erróneos del mal entrenamiento, o con filosofías tales como la de «intensidad permanente» y «sin dolor no hay ganancia», reemplazándolos con los principios de las ciencias del deporte y la metodología del entrenamiento, produciendo prácticas ideadas y planificadas con lógica. La meta del plan de entrenamiento es estimular las respuestas fisiológicas específicas según un diseño planificado, de tal forma que los resultados seguros del rendimiento se consigan en el tiempo apropiado. Nada de lo que ocurre durante el entrenamiento debe ser accidental; las respuestas han de producirse como resultado del diseño de un plan de trabajo. El antiguo adagio de «si no planificas, estás planificando el fallo» es cierto en los procesos de entrenamiento.

Entrenar consiste en añadir estímulos de trabajo que provocan respuestas fisiológicas específicas, e incluyen recuperación, la cual permite al deportista que se adapte al estímulo de entrenamiento (56). Los procesos del entrenamiento se podrían considerar como un sistema para manejar las adaptaciones, en el cual los periodos intensos de trabajo que estimulan las adaptaciones morfofuncionales se intercalan con periodos de entrenamiento más suaves o de descanso; este diseño permite al deportista recuperarse y adaptarse. El entrenador tiene que tratar de predecir las respuestas fisiológicas y psicológicas del deportista al estímulo del entrenamiento, así como la fatiga inducida por cada estímulo; por decirlo de otro modo, el entrenador debe considerar cuánta fatiga puede provocar la intervención de cierto trabajo, cómo responde el deportista a dicha fatiga y qué exigencias impondrá el estímulo de trabajo al entrenamiento como un todo.

Un elemento fundamental para esta predicción es la comprensión de las respuestas fisiológicas al entrenamiento y cómo afectan las diferentes acciones a la recuperación y a la adaptación. Esta línea de razonamiento sugiere que es mejor considerar la planificación del entrenamiento como un proceso en el que se maneja el estímulo de trabajo sistemática y lógicamente para optimizar las adaptaciones fisiológicas al entrenamiento. Este proceso debe emprenderse según las exigencias de los objetivos del deporte, con la meta expresa de maximizar la producción de rendimiento.

La efectividad del plan de entrenamiento está ampliamente determinada por la experiencia y maestría del entrenador. Este debe conocer muchos factores relacionados con la fisiología del ejercicio, las relaciones entre teoría y metodología del entrenamiento, así como también los aspectos prácticos del desarrollo del deportista. También debe comprender las respuestas fisiológicas y psicológicas del organismo y la mente al entrenamiento y al ejercicio, con el fin de establecer las fases de recuperación y las técnicas necesarias para estimular la recuperación, la nutrición y su importancia en el entrenamiento, y el aprendizaje motor y sus aplicaciones al desarrollo de las destrezas. Cuanto mayor sea la base de conocimiento del entrenador mejor preparado estará para manejar el plan de trabajo.

Debido a que el entrenamiento se planifica conforme al potencial del deportista y su nivel de desarrollo, este no solo ha de reflejar las bases de conocimiento del entrenador, sino que también tiene que ajustarse a los datos objetivos y subjetivos que recoge el entrenador durante cada sesión de entrenamiento (en especial, en los días de test). Para optimizar el plan de entrenamiento, el entrenador debe examinar los resultados del test del deportista, sus resultados competitivos, su progresión en todos los factores del entrenamiento y el programa de competición. El plan de entrenamiento debe evolucionar según los progresos del deportista y la ampliación continua de los conocimientos del entrenador.

Planificación de las exigencias

Para crear un plan de entrenamiento efectivo, el entrenador debe establecer vías de desarrollo a largo plazo que optimicen el potencial del deportista. Para ayudarle a que adquiera las

metas de entrenamiento a largo plazo, el entrenador debe monitorizarle durante el entrenamiento y las competiciones, mediante test periódicos especializados que pueda interpretar y utilizar para ajustar los estímulos del entrenamiento.

Desarrollo de un plan a largo plazo

Maximizar el rendimiento competitivo del deportista puede durar entre 8 y 14 años de dedicación al entrenamiento, dependiendo de la especificidad del deporte. El plan de trabajo a largo plazo es un componente esencial del proceso de entrenamiento, ya que ha de guiar el desarrollo del deportista a lo largo de sus muchos años de actividad deportiva. Una meta principal de la planificación a largo plazo es facilitar la progresión y el desarrollo continuo del potencial motor del deportista, destrezas y rendimiento. Para satisfacer esta meta, el entrenador ha de considerar el porcentaje de mejora del deportista y su potencial para alcanzar las metas

		Edad del deportista																				
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	25	30	35	
Fase de entrenamiento		Iniciación				Formación deportiva				Especialización				Alto rendimiento								
Adquisición de destrezas	Técnica					Destrezas básicas				Formación deportiva				Perfeccionamiento								
	Táctica					Tácticas simples				Automatización de las destrezas				Perfeccionamiento								
Entrenamiento	Coordinación					Simple				Compleja				Perfeccionamiento								
	Flexibilidad					Global				Específica				Mantenimiento								
	Agilidad					[Sombreado]																
	Velocidad	Lineal					[Sombreado]															
		Giros/cambios de dirección					[Sombreado]															
		Tiempo de reacción					[Sombreado]															
	Fuerza	Adaptación anatómica					[Sombreado]															
		Resistencia muscular					[Sombreado]															
		Potencia					[Sombreado]															
		Fuerza máxima					[Sombreado]															
Resistencia	General					[Sombreado]																
	Aeróbica					[Sombreado]																
	Anaeróbica					[Sombreado]																
Competiciones	De ocio					[Sombreado]																
	Locales					[Sombreado]																
	Provinciales					[Sombreado]																
	Nacionales					[Sombreado]																
	Internacionales/ profesionales					[Sombreado]																

FIGURA 6.1 Modelo de entrenamiento a largo plazo para el voleibol.

Nota: el área sombreada muestra las edades de inicio y terminación del trabajo de esta habilidad.

Reproducido con permiso de T. O. Bompa y M. Carrera, 2015, *Conditioning young athletes* (Champaign, IL: Human Kinetics), 260.

de entrenamiento y rendimiento. En el mejor de los casos, el plan de entrenamiento a largo plazo es un pronóstico; el éxito final dependerá de la habilidad del entrenador para prever futuros desarrollos e implementar apropiadamente los objetivos de trabajo en el momento adecuado.

Para el éxito deportivo del atleta es fundamental la capacidad del entrenador para diseñar e implementar un **plan de entrenamiento anual** que pueda derivar a partir de la estructura del entrenamiento a largo plazo (9). La guía específica del plan de entrenamiento a largo plazo debe comenzar desde los años tempranos del desarrollo del deportista, contemplando todas las fases que se ilustran en la figura 6.1 (iniciación, formación deportiva, especialización y alto rendimiento).

La figura 6.1 muestra un ejemplo de un plan de entrenamiento hipotético a largo plazo para el voleibol. La parte alta de la tabla establece la duración del plan (entre las edades de 8 y 35 años). A continuación, la tabla se divide en cuatro fases de entrenamiento: iniciación (de 8 a 15 años), formación deportiva (de 15 a 18 años), especialización (de 18 a 21 años) y alto rendimiento (de 21 a 35 años). El que sigue es un breve análisis de cada fase:

- **Iniciación:** El propósito fundamental del entrenamiento en la fase de iniciación es la adquisición de destrezas. Dado que en los deportistas jóvenes la destreza técnica es el factor que limita su rendimiento, e impide que derive y se integre a la actividad deportiva, el objetivo fundamental de esta fase es el aprendizaje tanto de las destrezas técnicas como de las tácticas.
- **Formación deportiva:** Tras los primeros pocos años de evolución de principiante a jugador (edades de 15 a 18 años y, en ocasiones, 1 o 2 años antes), el entrenador debe transformar al jugador en deportista. Al finalizar esta fase, el rendimiento se ve afectado por el perfeccionamiento de las destrezas técnicas y tácticas y la capacidad para mejorar los atributos físicos específicos del deporte. Para transformar a un jugador en deportista de alto nivel (fuerte, potente, rápido, más ágil y reactivo), capaz de jugar con efectividad durante largos períodos de tiempo (resistencia específica), en esta fase se utilizan métodos de entrenamiento y sistemas que se inician como multilaterales y cambian gradualmente a específicos.
- **Especialización:** La especialización puede considerarse el camino hacia el alto rendimiento, o la fase de perfeccionamiento de las destrezas técnicas y tácticas, específicas de la posición de juego y de las cualidades físicas.
- **Alto rendimiento:** Durante la especialización y el alto rendimiento, los factores limitantes para el rendimiento son la excelencia técnica y táctica, la fuerza máxima, la potencia y el tiempo de agilidad (reacción). Cuanto más efectiva sea la metodología de entrenamiento, mayores serán las posibilidades del deportista de alcanzar los objetivos del alto rendimiento.

Tras la fase de alto rendimiento, la meta determinante del entrenamiento no es tener seis jugadores de voleibol sobre la cancha, sino «tener seis deportistas jugando al voleibol».

Hay que darse cuenta de que el plan a largo plazo sugerido en la figura 6.1, se refiere a todos los elementos del entrenamiento: adquisición de destrezas (técnicas y tácticas), entrenamiento (coordinación, flexibilidad, agilidad, velocidad, fuerza y entrenamiento de la resistencia) y la progresión a la competición. Obsérvese con más detalle el tipo de entrenamiento y la progresión propuesta, sugeridos en este plan a largo plazo.

Integración de los test periódicos y los programas de monitorización

Una parte importante que con frecuencia se pasa por alto en la planificación a largo plazo, es el programa exhaustivo de monitorización en el que se llevan a cabo test periódicos de campo del desarrollo del deportista. La inclusión de programas de monitorización elimina la aproximación aleatoria al entrenamiento que, en ocasiones, está presente en el trabajo de los deportistas actuales. Un programa de monitorización completo permite al entrenador

examinar los efectos del plan de trabajo y cuantificar los factores que la literatura científica ha demostrado que se relacionan con el rendimiento.

El programa de test debe estar completamente integrado en el plan de entrenamiento conteniendo aquellos cuyo objetivo sea el desarrollo del deportista y los objetivos de este (es decir, la producción de rendimiento). En cualquier deporte, la batería de test debe incluir los que evalúen el progreso del deportista hacia sus metas de rendimiento. La monitorización debe realizarse continuamente, en intervalos periódicos durante el año de trabajo. Por ejemplo, los test deben hacerse al principio de cada nueva fase de entrenamiento; por otro lado, ciertos factores (por ejemplo, el latido cardíaco en reposo, la variabilidad del latido cardíaco, el estado de ánimo, los esquemas de sueño y la capacidad de fuerza medida con un dinamómetro de mano o acelerómetro), han de controlarse a diario, dado que aportan información sobre el estado de recuperación del deportista y la forma física para el estímulo del entrenamiento planificado. Una herramienta que con frecuencia se olvida, y que puede aportar luz sobre el progreso del deportista, son los **registros de entrenamiento**. El registro de entrenamiento es una herramienta muy simple, en la que se anota su respuesta diaria en pista ante el estímulo del entrenamiento; este aporta una gran cantidad de información al entrenador y una visión amplia de la respuesta del deportista al plan de trabajo. El análisis del registro diario, junto con los datos aportados por los test especializados y los resultados del trabajo, permitirán al entrenador ayudar al deportista a maximizar sus ganancias de rendimiento.

Establecimiento y énfasis de los factores principales de entrenamiento

Cuando se establece el plan de trabajo, el entrenador debe examinar cuidadosamente los resultados del programa de monitorización para determinar los puntos débiles del deportista. Los resultados del rendimiento y los de los test revelarán qué factores del entrenamiento no han mejorado, o se han deteriorado, como resultado del plan. Los factores que no evolucionan en el desarrollo promedio del deportista son los puntos más débiles del entrenamiento y deben ser redirigidos por la vía de la redistribución de los esfuerzos de trabajo. El entrenador y el deportista han de determinar las razones subyacentes de esta pérdida de desarrollo. Por ejemplo, en gimnasia, las mejoras técnicas dependen del desarrollo de la fuerza. Por tanto, si un gimnasta no es lo suficientemente fuerte como para desarrollar una destreza técnica, el entrenador debe incrementar las actividades diseñadas para mejorar su fuerza muscular. Una vez determinadas las áreas débiles del deportista, el programa se ha de volver a diseñar programando los factores orientados a los puntos débiles del deportista. Este cambio fundamental en el programa debe implementarse junto con los ajustes de volumen e intensidad de trabajo del plan de entrenamiento.

Tipos de planes de entrenamiento

La habilidad del entrenador para organizar y utilizar apropiadamente las herramientas de la planificación determinará el éxito del programa de entrenamiento. Hay muchas herramientas de planificación disponibles, incluidas las sesiones de entrenamiento individual, los microciclos, los macrociclos, el plan de entrenamiento anual y el plan de entrenamiento a largo plazo. Estos últimos (entre 4 y 8 años) son esenciales para el desarrollo multianual del deportista joven y de los deportistas olímpicos.

Los términos que se utilizan para describir la planificación del entrenamiento no son consistentes a nivel mundial. Por ejemplo, los rusos (Matveyev, 36-38; Zatsiorsky, 63-64) y muchos autores americanos, denominan al plan anual como macrociclo. Por otro lado, Tudor Bompa, por respeto al trabajo de Philostratus, Galeno y los especialistas alemanes de comienzos de los años 1930 (capítulo 5), utiliza el término **plan de entrenamiento anual**.

Los planes anuales se utilizan como guías o proyecciones para concebir el entrenamiento del año siguiente. Especialmente, en los deportes individuales y para los deportistas jóvenes, estos se elaboran en el contexto de metas de entrenamiento a largo plazo y de planes establecidos por el entrenador. El plan anual se divide en fases pequeñas, denominadas por los científicos rusos como mesociclos (Matveyev, 38). Bompas las describe en *grosse* o macrociclos, que es la terminología empleada por los alemanes en la preparación para los juegos olímpicos de 1936. El contenido del macrociclo (la dirección del entrenamiento) está basado en la fase del plan anual, y está diseñado con referencia al desarrollo de **microciclos** (ciclos pequeños o *kleine*, en alemán), que son las herramientas funcionales de planificación más importantes. La fluctuación de la carga dentro del macrociclo determina su estructura. El microciclo es un ciclo de entrenamiento corto con una duración de 3 a 7 días, en función de la fase de entrenamiento. Finalmente, un tipo de plan igualmente funcional para un entrenador es la sesión de entrenamiento diaria en la que están programadas todas las actividades del deportista.

Sesión de entrenamiento

Durante una sesión de entrenamiento individual, el entrenador explica el alcance y los métodos utilizados en el programa diario, tras lo cual intenta aplicarlo en el entrenamiento. La sesión de entrenamiento puede clasificarse de muchas formas diferentes, en función de la estructura y de las tareas que incluye.

Clasificación por tareas de la sesión de entrenamiento

La sesión de entrenamiento puede clasificarse basándose en las tareas de la sesión. Hay cuatro sesiones básicas de entrenamiento: de aprendizaje, de repetición, de perfeccionamiento de las destrezas y de evaluación.

Sesión de aprendizaje

En esta, la tarea principal del deportista es adquirir nuevas destrezas o movimientos tácticos. El entrenador utiliza una estructura básica para organizar este tipo de sesión. Por ejemplo, comienza la sesión explicando los objetivos de esta y, a continuación, comienza con el calentamiento del deportista. Tras el calentamiento, este se centra en adquirir una serie de destrezas específicas. Una vez completada la parte principal de la sesión, el deportista hace el enfriamiento y el entrenador le da la información pertinente con respecto a sus progresos hacia el desarrollo de las destrezas. Es muy importante que el deportista esté completamente recuperado de la sesión de entrenamiento previa cuando se aprenden nuevas destrezas o maniobras tácticas, ya que cualquier fatiga residual puede empeorar sus funciones cognitivas y el aprendizaje.

Sesión de repetición

La sesión de repetición, en la que se practican una serie de destrezas específicas o maniobras tácticas, es muy similar a la de aprendizaje. La diferencia principal es que en esta sesión el deportista continúa aprendiendo la destreza e intenta mejorar las series de habilidades.

Sesión de perfeccionamiento de la destreza

La sesión de perfeccionamiento es una ampliación de la de repetición, en la que el deportista pretende mejorar el conjunto de habilidades generales. La diferencia principal es que, en este punto, la destreza ya se ha aprendido y el deportista ahora intenta perfeccionarla para maximizar el rendimiento.

Sesión de evaluación

La sesión de evaluación debería llevarse a cabo periódicamente. Puede incluir test que evalúen las respuestas fisiológicas del deportista al entrenamiento y el rendimiento, o puede incluir exhibiciones o prácticas competitivas para calibrar el estado de preparación del deportista. El resultado de estas sesiones puede utilizarse para perfeccionar un entrenamiento o como herramienta para seleccionar deportistas para competir.

Clasificación de las sesiones de entrenamiento por su estructura

El entrenador puede organizar las sesiones de entrenamiento de muchas formas para acomodarlas a los individuos y a los grupos de deportistas.

- *Sesiones grupales:* Se organizan cuando hay que trabajar con muchos deportistas, aunque no necesariamente con todo el equipo. Por ejemplo, el entrenador puede entrenar a los jugadores de la línea ofensiva de un equipo de fútbol americano o a un grupo de deportistas que compitan en un deporte individual. Aunque las sesiones en grupo no son idóneas para la individualización del entrenamiento, pueden ser una herramienta efectiva para desarrollar el espíritu de equipo (en especial, antes de una competición importante) y las cualidades psicológicas.
- *Sesiones individuales:* Las sesiones individuales permiten al entrenador centrar su atención sobre un deportista y encaminarla más hacia sus problemas físicos o psicológicos. Estas proporcionan al entrenador la oportunidad de evaluar con precisión al deportista individualmente y ajustar el desarrollo de sus destrezas. La sesión individual es más apropiada durante la fase preparatoria del plan anual. Durante la fase competitiva, pueden ser más apropiadas otro tipo de sesiones.
- *Sesiones mixtas:* La sesión mixta es la combinación de sesiones grupales e individuales. En este tipo de sesiones, el calentamiento puede hacerlo conjuntamente todo el equipo y, a continuación, dividirla en sesión de entrenamiento individualizada. Después de completar la parte individualizada de la sesión, los deportistas pueden reunirse de nuevo para realizar una práctica en equipo, o hacer juntos el enfriamiento. Durante este, el entrenador puede tratar las cuestiones pertinentes para reforzar ciertos aspectos de la sesión.
- *Sesiones libres:* En estas se minimiza el control del entrenador sobre el trabajo del deportista y pueden estimular la responsabilidad y confianza entre ambos. En ellas se desarrolla la participación consciente del deportista en el entrenamiento, estimula su independencia y puede incrementar su nivel de madurez. Las sesiones libres ayudan al deportista a desarrollar destrezas para resolver problemas que pueden producirse en el terreno de juego competitivo, en donde el entrenador puede que no siempre esté disponible. Aunque este tipo de sesión puede beneficiar en gran medida al deportista, debería utilizarse fundamentalmente con deportistas avanzados y de élite; los deportistas menos desarrollados puede que no posean las destrezas físicas y psicológicas necesarias para manejar tales sesiones.

Por lo general, las sesiones duran aproximadamente 2 horas, aunque pueden prolongarse por encima de las 3 horas, en función del deporte y de la fase del plan de entrenamiento anual. Por supuesto, hay una relación inversa entre intensidad y duración. Las sesiones para los deportes de equipo suelen ser consistentes en su duración, mientras que las de deportes individuales tienden a variarla. Según la cantidad de tiempo que ocupen, se distinguen tres categorías: (a) sesiones cortas entre 30 y 60 min, (b) sesiones medias entre 90 min y 2 h y (c) sesiones largas de más de 2 h. Esta duración depende de las tareas que exige realizar la sesión, las actividades que se realizan y el potencial físico del deportista. Un velocista en la fase competitiva puede realizar una sesión de entrenamiento que dura solo entre 1 y 1,5 h,

mientras que un corredor de maratón puede acometer una sesión que dure entre 2 y 2,5 h. El entrenamiento de un día de trabajo también puede desglosarse en subunidades más pequeñas. Cuando una sesión se divide en subunidades más pequeñas, el tiempo total consumido en el entrenamiento puede ser ligeramente superior a las 2 o 2,5 h. El total de la sesión de entrenamiento integra el número de repeticiones que se realizan y los intervalos de descanso entre repeticiones y series.

Estructura de las sesiones de entrenamiento

Una sesión de entrenamiento consta de varias partes, secuenciadas de tal modo que el entrenador y el deportista puedan seguir el principio de incremento progresivo y disminución del trabajo durante la misma sesión. Esta posee tres o cuatro componentes estructurales fundamentales. La de tres partes, consta de calentamiento (preparación), sesión de trabajo y enfriamiento (conclusión); la de cuatro partes contiene una de introducción, el calentamiento, la sesión de trabajo y el enfriamiento.

La elección de qué estructura utilizar en la sesión depende de las tareas que hay que entrenar y su contenido, la fase de entrenamiento y el nivel de entrenamiento del deportista. La estructura en cuatro partes es la que se utiliza para la mayoría de los deportistas durante la fase preparatoria del entrenamiento, en especial los principiantes o nuevos. Por lo general, los deportistas avanzados utilizan el modelo de tres partes, sobre todo durante el período competitivo, dado que estos requieren menos explicaciones y motivación, y prefieren dedicar más tiempo a la parte principal de la sesión. La única diferencia sustancial entre las dos estructuras es la inclusión de una introducción.

Introducción

En una sesión, la introducción se inicia reuniendo a los deportistas en grupo para facilitar la comunicación. En este período, pueden ofrecerse muchas directrices, como controlar la asistencia (especialmente, en los deportes de equipo), transmitir cualquier información pertinente al entrenamiento del deportista o a los programas competitivos y explicar los objetivos de la sesión de trabajo. Cuando se discuten los objetivos del entrenamiento, el entrenador debe explicar los métodos que se utilizarán para cumplirlos. En este momento, el entrenador debe intentar incrementar la motivación de los deportistas y centrarse en las tareas de entrenamiento del día. Después de explicados los objetivos generales, el grupo puede dividirse en subgrupos más pequeños, según las metas individuales o su posición de juego.

La duración de la introducción depende de la amplitud de la explicación y del nivel del deportista. Los deportistas principiantes y nuevos requerirán entre 5 y 10 minutos de introducción; a medida que el deportista está más desarrollado, este tiempo puede reducirse.

El entrenador debe estar siempre dispuesto y organizado para explicar los objetivos del entrenamiento. Algunos encuentran útil el uso de ayudas audiovisuales o impresas para detallar las partes de la sesión. Las impresas pueden cubrir las metas específicas y objetivos que necesitan resaltarse en la sesión, y considerarse una ampliación del plan de entrenamiento global. Los deportistas deben recibir el programa de entrenamiento con bastante anticipación a la sesión de trabajo, de tal forma que puedan familiarizarse con él y prepararse mentalmente para afrontarlo. Con ello, el entrenador solo necesitará enfatizar las partes importantes de la sesión. El programa de entrenamiento debe también publicarse, de tal forma que los deportistas puedan consultarlo y atender a sus prioridades durante la sesión. Permitir que los deportistas se familiaricen con la organización de la sesión de trabajo les proporciona la sensación de compartir la responsabilidad e incrementa la posibilidad de que se centren en sus esfuerzos. También es probable que este proceso les permita desarrollar confianza y fuerza de voluntad.

Calentamiento

Está aceptado ampliamente, tanto por los deportistas como por los entrenadores, que el calentamiento es esencial para el rendimiento óptimo, tanto del entrenamiento como de la competición. La literatura científica contemporánea apoya esta observación y sugiere que su composición puede afectar al grado de mejora de la prestación (4, 5, 33, 51, 60). Está bien documentado que un calentamiento adecuado mejorará la función muscular y preparará al deportista para las exigencias del ejercicio y la competición (60).

Tipos de calentamiento. A grandes rasgos, el calentamiento se puede clasificar en pasivo o activo (4, 5, 60). El calentamiento pasivo utiliza elementos externos (por ejemplo, saunas, duchas calientes, baños calientes, mantas eléctricas, diatermia) para elevar la temperatura muscular y del segmento medio sin gastar sustratos energéticos (4, 5). El calentamiento activo utiliza alguna forma de actividad física para elevar la temperatura muscular y del segmento medio (52, 60). Este, a su vez, según sus componentes, se divide en general y específico. Los procedimientos de calentamiento general incluyen actividades tales como el *jogging*, los ejercicios calisténicos o el ciclismo, mientras que el componente de calentamiento específico utiliza las actividades específicas del deporte. En la mayor parte de los casos, no es práctico utilizar procedimientos de calentamiento pasivo; por tanto, habitualmente los deportistas se prepararán para el entrenamiento o la competición utilizando el calentamiento activo.

Estructura del calentamiento. La composición del calentamiento depende de factores tales como la actividad que se va a iniciar tras él, la capacidad física del deportista, las condiciones ambientales y las restricciones de la actividad deportiva. Durante el calentamiento general, se deben practicar actividades que eleven la temperatura muscular y el segmento medio, como el trote ligero, los ejercicios calisténicos o el ciclismo. La mayoría de los deportistas han de hacer el calentamiento general a baja intensidad (40-60 % de $\dot{V}O_2$ máx) y durante 5 a 10 min (4, 5). Se recomienda que la intensidad sea baja debido a que, en este nivel de actividad, aumentará la temperatura mientras que se limita la reducción de la degradación del fosfato (4, 5). Además, la temperatura comienza a elevarse a los 3 a 5 min de iniciar el calentamiento y se estabiliza entre los 10 a 20 min (52). El entrenador puede necesitar adaptar el calentamiento de cada deportista, ya que los que no están bien acondicionados pueden conseguir la misma elevación de temperatura con menos tiempo de calentamiento. Al contrario, los deportistas altamente entrenados pueden necesitar aumentar su duración e intensidad para conseguir el nivel adecuado de temperatura (60). Una buena norma para determinar si el deportista ha calentado bien es la presencia de sudoración.

Después de completar el calentamiento general, el deportista debe cambiar al calentamiento específico. Está diseñado para prepararle para una cierta actividad. Por las características del calentamiento, se incrementa progresivamente su intensidad y, en algunos casos, puede implicar actividades de **potenciación post-activación**. Por ejemplo, se ha demostrado que incluir actividades de sprints cortos e intensos mejora el rendimiento en la carrera y en piragüismo (4, 5), cuando se proporciona tiempo suficiente de recuperación entre la terminación del calentamiento y el comienzo de la competición o el entrenamiento. Parece que son necesarios, al menos, cinco minutos de recuperación antes de pasar del calentamiento al entrenamiento o la competición (4,5).

Es importante hacer un calentamiento específico antes de una competición, ya que en él se incluye una serie de destrezas específicas. Por ejemplo, un gimnasta puede incluir en el calentamiento ciertos elementos técnicos con el fin de prepararse física y mentalmente para la competición. Se ha recomendado que, en su calentamiento, el deportista utilice entre 10 y 15 minutos en realizar actividades específicas (29). Sin embargo, a medida que se incrementa la complejidad del deporte, puede necesitar más tiempo para el calentamiento específico. En la tabla 6.1 se ofrece un ejemplo de calentamiento específico que contiene los tres elementos.

El calentamiento total debe durar entre 20 y 50 minutos, e incluir un calentamiento general para incrementar la temperatura corporal y uno específico para preparar al deportista

TABLA 6.1 Protocolo de calentamiento para un deportista de potencia

Tipo de calentamiento	Actividades contenidas en el calentamiento	Duración (min)
General	Jogging	5
	Estiramientos estáticos (si lo permite la temperatura exterior)	5-10
	Estiramientos dinámicos/ evaluación del movimiento/ componentes técnicos	2,5
	A <i>skipping</i> → marcha lateral → B <i>skipping</i> → marcha lateral con cruce de pies → <i>skipping</i> hacia atrás → zancada hacia atrás → patada a las nalgas → carrera con rodillas estiradas → carioca → carrera hacia atrás 2 × 20 m, volver caminando para la recuperación	10
	Estiramientos de piernas balístico 2 × 20 por pierna (frontal y sagital)	2,5
Específico	Rebotes alternos suaves	5
	Salto sobre vallas de media altura	5
	Aceleraciones cortas	5
Transición a la competición o al entrenamiento	Recuperación pasiva	5
Tiempo total de calentamiento		45-50

para su actividad deportiva. Su duración puede incrementar o disminuir, en función de las necesidades de cada deportista. Un deportista que participe en actividades de alta intensidad, como la velocidad, puede necesitar más de 45 minutos de calentamiento efectivo, aunque sus componentes pueden intercalarse con intervalos adecuados de descanso. Por el contrario, un deportista de resistencia necesitará un calentamiento más corto, y aún más denso, ya que su sistema metabólico está altamente entrenado y su sistema neuromuscular no necesita prepararse para actividades de alta intensidad. Un competidor en mala forma física, probablemente tendrá que disminuir la duración del calentamiento o utilizar frecuencias menores (intervalos de descanso más largos). Una aplicación interesante del calentamiento es la utilización de calentamientos largos como herramienta de acondicionamiento durante la fase preparatoria del entrenamiento.

Efectos fisiológicos. Con el calentamiento activo se modifican una amplia variedad de factores fisiológicos. La principal mejora asociada con el calentamiento es la elevación de la temperatura muscular y del segmento medio (4, 5, 60). Algunos autores afirman que, seguramente, dicha elevación incrementa el porcentaje de conducción nerviosa y la velocidad de las reacciones metabólicas, lo cual puede incrementar la velocidad y la fuerza de la contracción muscular (4, 5, 60). Además, cuando la temperatura se eleva, aumenta la cantidad de oxígeno que se aporta al músculo (2) por el aumento de la vasodilatación y del flujo sanguíneo (60). También se incrementa la liberación del oxígeno tanto de la **hemoglobina (Hb)** como de la **mioglobina**, lo cual hace que aumente el aporte de oxígeno a los músculos que trabajan (3, 4, 5).

Aunque la mayoría de los efectos del calentamiento se relacionan con el incremento de la temperatura, se ha sugerido que otros factores también contribuyen especialmente a mejorar el rendimiento. De interés especial es el efecto de potenciación post-activación creado por el protocolo del calentamiento (40, 55, 61). La potenciación post-activación se ha definido como el incremento de la capacidad contráctil de un músculo después de su contracción (40). Lo más probable es que los efectos de potenciación se relacionen con la

fosforilación de las cadenas que regulan la miosina (22, 28) o una elevación del calcio (Ca^{2+}) en el citosol (1). Los efectos de la potenciación post-activación parecen ser más prevalentes en las prestaciones de la fuerza y la potencia (55, 61), y algunos investigadores han encontrado que estos efectos se limitan a los deportistas muy bien entrenados (12).

Efectos psicológicos. Otra respuesta inducida por el calentamiento implica el estado psicológico del deportista (4, 5). Unos investigadores señalaron la pérdida de mejora del rendimiento en deportistas hipnotizados para que olvidaran qué habían hecho antes un calentamiento (35). Otros han demostrado que los deportistas que utilizan imágenes mentales como herramienta de calentamiento consiguieron una mejora en sus características del rendimiento fisiológico (34). Parece que el calentamiento prepara al deportista no solo fisiológicamente, sino también psicológicamente.

Lesión. Está bien documentado que un calentamiento adecuado reduce los porcentajes de lesión (60). Es probable que el incremento de la temperatura que se produce durante el calentamiento reduzca las probabilidades de lesión. Como apoyo a esta afirmación, se ha observado en estudios con animales que el incremento de 1 °C de la temperatura reducía la producción de lesiones músculoesqueléticas.

Estiramiento. La literatura científica contemporánea ha demostrado que durante el calentamiento el estiramiento dinámico es superior al estiramiento estático (53, 58). La disminución del rendimiento asociada al estiramiento estático es más notable en los deportes de fuerza y potencia, aunque este disminuye el rendimiento en todas las actividades (53). Su efecto inhibitorio de producción de fuerza puede evitarse si se coloca al final de los componentes generales del calentamiento. El incremento progresivo de la intensidad de los ejercicios que le siguen, disipará la inhibición. Tal estructura se ha utilizado con éxito durante años en el grupo de los mejores velocistas a nivel mundial. Con este fin, el calentamiento debe incluir actividades de estiramiento dinámico que impliquen movimientos específicos del deporte, mientras que las que pretenden incrementar la flexibilidad deberían reservarse para el enfriamiento.

Ejercicios de activación de los glúteos. El glúteo mayor es un músculo monoarticular potente, extensor principal de la cadera, y que opera junto con los músculos semimembranoso, semitendinoso y la cabeza larga de bíceps femoral, como motor sinérgico. Como estableció Stuart McGill (42), experto reconocido a nivel mundial en biomecánica de la columna, en muchas poblaciones de deportistas (de diferentes regiones geográficas y

Posibles efectos del calentamiento activo

- Incremento de la resistencia muscular y articular.
- Incremento de la liberación de oxígeno de la hemoglobina y la mioglobina.
- Incremento del porcentaje de las reacciones metabólicas.
- Incremento del porcentaje de la conducción nerviosa.
- Incremento de la tensión termorreguladora.
- Incremento de la vasodilatación y del flujo sanguíneo al músculo.
- Disminución de la viscosidad interna.
- Incremento de la velocidad y la fuerza de la contracción muscular.
- Incremento del consumo de oxígeno basal.
- Incremento de la preparación para la competición o entrenamiento.

deportes), un gran número de ellos sufren lo que ha denominado «amnesia glútea». Esta disfunción puede definirse como la incapacidad de implicar al glúteo en la extensión de la cadera y, por tanto, transferir una mayor carga de trabajo a los flexores de la pierna y a los lumbares. Esta puede ser una de las razones principales de la elevada incidencia de lesiones de estos músculos en las actividades deportivas, en especial, con cargas excéntricas elevadas.

Por esta razón, sugerimos la implementación de ejercicios de activación del glúteo dentro del calentamiento, posiblemente antes de los ejercicios atléticos, en forma de marcha supina con rodillas estiradas, puentes con 1 o 2 piernas y extensiones de cadera en cuadrupedia con las rodillas flexionadas.

Ejercicios atléticos. Puede considerarse la utilización de una serie de ejercicios atléticos y utilizarlos como estiramientos dinámicos, ejercicios para perfeccionar la técnica y como herramienta de evaluación motora. Esto incluye el *skipping* (As, Bs), los arrastres de pies, la marcha lateral, los cruces de pierna y marcha hacia atrás, la bicicleta hacia atrás, las patadas a los glúteos, las carreras con rodillas estiradas y los cariocas. Con frecuencia, los entrenadores pasan por alto la utilización de estos ejercicios como herramientas de evaluación del deportista, utilizando los ejercicios estáticos de las baterías de test, que se implementan cada pocos meses, con el fin de evaluar la postura y el equilibrio de este. Los deportistas que realizan ejercicios dinámicos pueden ser evaluados de la calidad de sus movimientos en cada sesión de entrenamiento por la vía de los ejercicios atléticos, el entrenamiento de velocidad o el entrenamiento técnico-táctico.

La parte principal de la sesión

Los objetivos del entrenamiento específico se desarrollan en el parte principal (o cuerpo central) de la sesión de trabajo. En ella, el deportista aprende nuevas destrezas y maniobras tácticas, desarrolla habilidades biomotoras específicas y mejora sus cualidades psicológicas.

El contenido de esta parte de la sesión depende de muchos factores, incluidos el estatus de entrenamiento, el género y la edad, la actividad deportiva del atleta y la fase de entrenamiento en la que se encuentra. La parte principal de la sesión de entrenamiento puede ser de estrés técnico, a la vez que se centra en las habilidades biomotoras y en los rasgos psicológicos. Para los deportistas menos avanzados, la recomendación general es la siguiente sucesión:

1. Aprender y perfeccionar un elemento técnico o táctico.
2. Desarrollar la velocidad y la agilidad.
3. Desarrollar la fuerza.
4. Desarrollar la resistencia.

El deportista ha de estar bien descansado cuando aprende nuevas habilidades, por lo que los elementos técnicos y tácticos deben tratarse en la parte principal de la sesión de entrenamiento. Esto es una particularidad importante, puesto que la fatiga impedirá que el deportista adquiera maestría en las destrezas motoras (46). Cuando intente secuenciar el entrenamiento, o perfeccionar elementos técnicos y tácticos, debería consolidar antes los elementos o destrezas adquiridas en las sesiones previas. Ha de trabajar para perfeccionar los elementos técnicos o destrezas más importantes y, a continuación, concluir aplicándolos en competiciones simuladas.

Si perfeccionar una técnica le exige un esfuerzo duro y fatigante, debe hacerlo al final de la parte principal de la sesión. Es recomendable preceder estas actividades con ejercicios de velocidad. Esta aproximación puede ser apropiada para los levantadores o los deportistas de atletismo.

Las actividades que se diseñan para mejorar la velocidad y la agilidad son, comúnmente, de elevada intensidad y tienen que llevarse a cabo durante períodos relativamente cortos. Este tipo de ejercicios son extremadamente agotadores y el deportista debe realizarlos cuando esté bien descansado. Por ello, normalmente estas actividades se realizan en la primera parte de la sesión (en la que el deportista está aún fresco) y preceden tanto al entrenamiento de la fuerza como de la potencia. Sin embargo, el foco de la sesión cambiará el orden

relativo de las actividades. Por ejemplo, si el desarrollo de la velocidad es el centro principal de la sesión, los ejercicios basados en ella deben seguir inmediatamente al calentamiento. Si la coordinación o agilidad son el foco principal, deberían trabajarse en la primera parte de la sesión ya que la fatiga puede afectar significativamente a las destrezas motoras (46).

Por lo general, los ejercicios que entrenan la fuerza se sitúan después del desarrollo técnico y de los ejercicios de velocidad. Aunque esto es apropiado para la mayoría de los deportistas, puede que no lo sea en otros casos. Por ejemplo, muchos estudios sugieren que realizar un ejercicio de fuerza con cargas elevadas (70-90 % de una repetición máxima) antes que actividades de esprint, puede provocar una respuesta de potenciación post-activación que se manifieste como el incremento de la velocidad de carrera (40, 61). Esta técnica parece ser muy efectiva para incrementar el rendimiento en el esprint, si el volumen de la actividad de fuerza es bajo. Tal método de secuenciación del entrenamiento de fuerza solo parece ser efectivo en deportistas altamente entrenados (12).

Los ejercicios para desarrollar resistencia general o específica deben situarse en la última parte de la sesión de entrenamiento. Estas actividades generan mucha fatiga, lo que impedirá que el deportista adquiera o perfeccione movimientos o destrezas tácticas, desarrolle velocidad y agilidad y maximice el desarrollo de la fuerza. Esta secuenciación no debe confundirse con la estrategia de practicar ciertos ejercicios bajo fatiga con el fin de preparar al deportista para un escenario competitivo específico.

Si para los deportistas principiantes el objetivo predominante es el aprendizaje (que exige un alto nivel de concentración), la secuencia de entrenamiento debe ser la técnica, la velocidad, la fuerza y la resistencia. Sin embargo, una simple sesión de trabajo rara vez podrá incluir estos cuatro elementos. Esta misma secuencia general puede utilizarse con deportistas de élite; sin embargo, los deportistas avanzados pueden beneficiarse modificando el orden del entrenamiento, en función de los objetivos de la sesión de trabajo individual y del microciclo.

La estructura de la parte principal del entrenamiento la impondrán los objetivos establecidos para las sesiones individuales de trabajo. Cada sesión debe centrarse solo en dos o tres objetivos, ya que es muy difícil poner con efectividad más de tres en el entrenamiento. Probablemente, establecer demasiados objetivos deteriorará el ritmo de mejora del deportista y provocará la aparición de sobreentrenamiento. Los objetivos de la sesión de entrenamiento individual deben ajustarse a los del microciclo y el macrociclo, al nivel de rendimiento del deportista y al potencial del mismo. Aunque puede ser recomendable planificar objetivos relativos a los diferentes factores de entrenamiento (por ejemplo, técnicos, tácticos, físicos o psicológicos), deben elegirse basándose en las exigencias del deporte y las capacidades del deportista.

El entrenador puede planificar de 15 a 20 min de desarrollo físico suplementario, lo que en algunos casos se denomina como programa de acondicionamiento, una vez que el deportista ya ha conseguido los objetivos de la sesión de trabajo dada. Este suplemento debe considerarse como una sesión de trabajo menos exigente, sin que suponga un reto para el deportista. Este desarrollo suplementario debe ser específico de las habilidades biomotoras dominantes del deporte y se debe dirigir a los factores que son limitantes en la mejora del deportista.

Enfriamiento

Tras concluir la parte principal de la sesión de entrenamiento, el deportista debe someterse a un período de enfriamiento. Este enfriamiento comienza los procesos de recuperación y facilita el retorno del organismo a su homeostasis. El período de recuperación post-ejercicio es un tiempo en el que el cuerpo debe eliminar los productos de desecho, reponer los depósitos de energía e iniciar la reparación de los tejidos (30). Por lo general, el organismo no vuelve al estado de reposo inmediatamente después de un episodio de entrenamiento o competición. Dependiendo de la intensidad y el volumen de la sesión, la recuperación puede requerir más de 48 horas (32, 41). Para iniciar y acelerar la recuperación post-entrenamiento o post-competición, el deportista necesita someterse a una sesión de entrenamiento estructurado diseñada para estimular la recuperación. Con frecuencia se infravalora esta parte de la

sesión de trabajo pero, cuando se implementa correctamente, es una herramienta muy valiosa para maximizar la recuperación y la adaptación a la sesión.

El enfriamiento debe durar entre 20 y 40 min y consta de dos partes principales: la primera implica ejercicios de recuperación activa y dura entre 10 y 20 min. Estos ejercicios deben ser de baja intensidad (menos del 50 % del latido cardíaco máximo). Aunque los datos disponibles de la literatura científica son limitados, parece que la recuperación activa es mucho más efectiva en inducir la recuperación post-ejercicio que la pasiva (7, 44, 45). Las actividades incluidas en la recuperación activa dependerán del deporte del atleta. Un ciclista puede utilizar un rodaje continuo de baja intensidad durante 20 minutos como parte del enfriamiento, mientras que un jugador de fútbol puede enfriar con un trote muy ligero. Un lanzador de peso puede hacer series de intervalos de trote de baja intensidad y corta duración tras la sesión de entrenamiento. Independientemente del deporte de que se trate, esta parte del enfriamiento debe ser de baja intensidad y no demasiado agotadora para el deportista.

La segunda parte del enfriamiento debe ser de 10 a 20 min de estiramientos. Aunque habitualmente no se recomiendan los estiramientos estáticos durante el calentamiento, el enfriamiento es un período excelente para esta actividad (29). Hay muchas razones para incluirlos en el período post-ejercicio. Primero, los estiramientos hacen que el músculo recupere progresivamente su longitud normal, facilitan los intercambios metabólicos y aceleran los procesos de recuperación. Además, pueden mejorar la flexibilidad sin comprometer el rendimiento. Parece que mejoran los rangos de movimiento (flexibilidad) como resultado del aumento de la temperatura muscular (29). En segundo lugar, la inclusión de un protocolo de estiramientos post-ejercicio ha demostrado que reduce la aparición de molestias musculares que puede provocar la sesión de trabajo (11). Tercero, se ha informado de que la combinación de recuperación activa seguida de un período de estiramientos incrementa significativamente el porcentaje de recuperación del entrenamiento y el estrés competitivo (50).

Mientras los deportistas estiran durante el enfriamiento, el entrenador les puede preguntar si han cumplido los objetivos de la sesión de trabajo y cómo se sienten tras ella; también puede utilizar este tiempo para que el deportista tenga una mayor comprensión del entrenamiento.

Duración de cada parte de la sesión

La duración de una sesión de entrenamiento depende de muchos factores pero, por lo general, es de alrededor de 2 horas (tabla 6.2). La duración de cada componente de la sesión dependerá del tipo de esta, la edad, el género, la fase de desarrollo y la experiencia deportiva del sujeto, las características del deporte, y las fases de entrenamiento a las que corresponda la sesión. Por ejemplo, un principiante puede tener la forma física suficiente como para tolerar una sesión de trabajo de 2 horas, de tal forma que pueda modificarse para acomodarla al estatus de entrenamiento del deportista. El entrenador puede utilizar la estructura de tres o de cuatro componentes, discutida previamente, para modular el tiempo reservado para cada elemento de la sesión. La tabla 6.2 pone ejemplos de estos modelos de 3 o 4 componentes.

TABLA 6.2 Promedio de duración de cada parte de una sesión de entrenamiento de dos horas

Partes de la sesión de entrenamiento	Sesión de entrenamiento de cuatro partes	Sesión de entrenamiento de tres partes
Introducción	5 min	—
Preparación	30 min	30 min
Parte principal	65 min	70 min
Conclusión	20 min	20 min
Tiempo total	120 min	120 min

Fatiga y normas metodológicas para las sesiones

Desde una perspectiva holística, la fatiga es una respuesta multifactorial para un mismo tipo de ejercicio, entrenamiento o estrés competitivo (30). Conceptualmente, se define como el deterioro agudo del rendimiento del ejercicio que, al final, puede empeorar la capacidad para producir fuerza máxima o la función de control motor (30, 54). La fatiga puede producirse en respuesta a un episodio de ejercicio, o a una competición, cuando se da una o más de las situaciones siguientes: la reducción de la disponibilidad de sustratos de energía, la acumulación de subproductos metabólicos, el fallo en la transmisión neuromuscular, el deterioro del manejo del calcio Ca^{2+} por el retículo sarcoplasmático, la desorganización de la actividad central y como respuesta a una percepción consciente (18, 47). Aunque hay numerosas posibles causas de fatiga, con frecuencia se suelen discutir dos categorías principales, la fatiga periférica y la fatiga central.

La fatiga periférica es la que ha recibido mayor atención en la literatura científica y, generalmente, se relaciona con factores del propio músculo (18, 19). Entre estos factores se incluye el deterioro de la transmisión neuromuscular (incluyendo el descenso de la regulación de los receptores beta-2 adrenérgicos (20), el de la propagación del impulso, el fallo del retículo sarcoplasmático, la depleción del sustrato y otros diferentes factores metabólicos que pueden interrumpir la producción de energía y la contracción muscular (16). Las investigaciones que exploran la fatiga periférica se han centrado sobre la disponibilidad de los sustratos de combustible durante un episodio de ejercicio o competición (13). Cuando el ejercicio es intenso y de larga duración, la disponibilidad de sustratos de combustible, como los carbohidratos, se puede ver comprometida. Esto reduce sustancialmente la capacidad del deportista para mantener altas prestaciones (26).

El segundo tipo de fatiga que trata la literatura es la fatiga central, la cual se relaciona con el cerebro (16). Con frecuencia, se asocia al fallo del sistema nervioso central para reclutar el músculo esquelético (47). Parece que las modificaciones inducidas por la fatiga en los neurotransmisores, como la dopamina, la serotonina y, posiblemente, la acetilcolina, tienen la capacidad de modificar la habilidad para que los impulsos nerviosos alcancen al músculo (15, 47). Por ejemplo, se ha sugerido que el incremento de serotonina inducida por el ejercicio (5-HT) puede provocar fatiga central y, posiblemente, fatiga mental, que empeoran el rendimiento (14). Por ello, parece que la percepción consciente de las funciones corporales, como la respiración, el incremento del latido cardíaco (palpitaciones cardíacas), la temperatura corporal y la sudoración pueden afectar a la fatiga. Se cree que estas percepciones cognitivas también afectan a la motivación, que parece estar unida a la exposición previa de situaciones similares (54).

Está claro que ambas fatigas, la central y la periférica, pueden acumularse en respuesta a los episodios de entrenamiento o competitivos. Gandelsman y Smirnov (21) sugirieron que hay dos fases principales en la producción de fatiga: la latente y la evidente. En la primera parte de la competición o del entrenamiento, se producen cambios fisiológicos con el fin de afrontar las exigencias de los esfuerzos del ejercicio. Durante esta fase, puede producirse fatiga latente en respuesta al incremento de la actividad neuromuscular y al estrés metabólico provocados por el ejercicio. Si estos se prolongan con la misma intensidad, se acumulará la fatiga latente provocando la aparición de la evidente. En consecuencia, disminuirá progresivamente la habilidad del deportista para mantener su capacidad de trabajo máxima.

Se han utilizado muchas estrategias para afrontar la fatiga, que van desde la modificación de la estructura de las sesiones de entrenamiento hasta incluir suplementos dietéticos para compensar la reducción del sustrato energético (26). Por ejemplo, incrementar la duración de los intervalos de descanso puede disminuir la aparición de fatiga latente, lo que puede facilitar el desarrollo de las habilidades biomotoras específicas como la potencia. Bajo ciertas circunstancias, el entrenamiento en condiciones de fatiga latente puede ayudar a preparar al deportista para la parte final de la competición, en la que la fatiga es elevada. Este tipo de trabajo también puede capacitar al deportista para desarrollar herramientas psicológicas para afrontar la acumulación de fatiga latente inducida por el entrenamiento, la cual puede

empeorar su rendimiento en las últimas fases de una competición (54). Las estrategias para afrontar la fatiga evidente pueden incluir un período de enfriamiento estructurado, como se señaló previamente en este capítulo. También técnicas de recuperación como el masaje y los baños de contraste pueden aliviar esta forma de fatiga.

La intensidad de la sesión de entrenamiento determinará la cantidad de fatiga que se desarrolle, por lo que las sesiones deben estar estructuradas para controlarla. Una sesión con actividades de alta intensidad debe tener solo unos pocos objetivos y ser de corta duración. Al contrario, una sesión con episodios de baja intensidad puede tener muchos objetivos de entrenamiento y durar más tiempo. Por ejemplo, puede centrarse en perfeccionar un elemento técnico, incorporarlo en el esquema táctico del equipo y hacer ejercicios tácticos con un componente de alta resistencia. Incluso con este formato, los deportistas pueden experimentar fatiga latente como resultado de las modificaciones metabólicas estimuladas por el volumen del trabajo.

La habilidad del deportista para eliminar la fatiga y recuperarse de una sesión de entrenamiento o de un microciclo de trabajo intenso, depende de muchos factores. Su condición física y la edad de entrenamiento pueden determinar su estabilidad para tolerar el trabajo. Por ejemplo, un deportista que haya perdido su forma física, experimentará un mayor nivel de fatiga, que le generará la incapacidad de tolerar el estrés del entrenamiento. Además, el entrenador debe modificar la sesión de entrenamiento para acomodarla a las deficiencias del deportista. Este proceso puede exigir más variaciones en el plan de entrenamiento, con mayores fluctuaciones de la intensidad y volumen de trabajo, para intentar que el deportista disminuya la fatiga y estimular su recuperación. Al final, el ritmo de recuperación es proporcional al grado de modificaciones fisiológicas estimuladas por la sesión de entrenamiento. Cuanto mayor sea la intensidad y volumen de trabajo (que constituyen la carga de entrenamiento), mayor fatiga acumulará y más tiempo necesitará el deportista antes de que aumente su preparación.

Sesiones de entrenamiento suplementarias

La mayoría de los deportistas desean maximizar el tiempo que emplean para entrenar y minimizar la posibilidad de sufrir sobreentrenamiento. Un modo de aumentar el tiempo de trabajo y el volumen de entrenamiento es utilizar sesiones de trabajo complementarias, que pueden llevarse a cabo en sesiones de entrenamiento individual o en grupos especiales, como el caso de las concentraciones. Estas sesiones pueden realizarse a primera hora de la mañana, antes de ir a la universidad o al trabajo. A veces, se llevan a cabo antes del desayuno, pero probablemente sea recomendable que el deportista consuma una pequeña cantidad de alimento antes de entrenar, en especial, cuando la sesión dura más de 30 min (10). El tiempo de estas sesiones depende del programa del deportista. Incluso pensando que puedan ser cortas (30-60 min), a lo largo de un año de entrenamiento estos pequeños incrementos del volumen de trabajo pueden producir un incremento sustancial del volumen de entrenamiento anual. Por ejemplo, un deportista que entrene un extra de 30 a 60 min cada día, acumulará 150-300 horas más de entrenamiento al año, lo cual puede suponer una mejora significativa para su potencial.

Aunque estas sesiones se consideren suplementarias, deben incluirse en la estructura del plan de entrenamiento diseñado por el entrenador. Él es quien tiene que prescribir los contenidos y la dosis de dichas sesiones, según los objetivos, los puntos débiles y la fase de entrenamiento del deportista. Dichas sesiones, de una duración entre 20-40 min, pueden estructurarse para mejorar la resistencia general del deportista, la flexibilidad específica o general o, incluso, la fuerza específica o general. El uso de la sesión de entrenamiento suplementaria puede mejorar el área de un cierto punto débil para mejorar ciertas habilidades. Por ejemplo, un deportista que haya perdido flexibilidad, puede realizar una sesión de entrenamiento suplementaria directamente dirigida a este parámetro. Cualquier mejora de la flexibilidad podrá transferirse al aspecto técnico que el deportista pretende perfeccionar.

La sesión suplementaria de entrenamiento se presta mejor a una estructura en tres partes (tabla 6.3). Dado que estas sesiones de trabajo pueden realizarse independientemente del

entrenador, no se incluye la fase introductoria. Por tanto, contienen los principales componentes de la sesión de entrenamiento de tres partes: el calentamiento, la parte principal y el enfriamiento. La meta y formato de cada sesión no difiere de la de una de entrenamiento regular. La parte principal de dichas sesiones debe tener no más de dos objetivos; lo ideal sería un solo objetivo.

TABLA 6.3 Sesión de entrenamiento suplementaria en tres partes

Partes de la sesión de entrenamiento	Duración (min)
Calentamiento	5-10
Parte principal	20-40
Enfriamiento	5-10
Tiempo total de la sesión	30-60

Ejemplo de plan de entrenamiento

El plan de entrenamiento es una herramienta que utiliza el entrenador para estructurar y dirigir la sesión. La versión escrita del plan debe contener toda la información pertinente y ser fácil de seguir. Es recomendable dar al deportista una copia con bastante anticipación a la sesión de trabajo, para permitir que se prepare mental y físicamente para la sesión de trabajo. El entrenador debe informar brevemente del plan durante la parte introductoria de la sesión y, si dispone de espacio, lo colocará de modo que los deportistas puedan consultarlo durante la sesión.

Hay muchos formatos en los que puede presentarse el plan de entrenamiento, pero debe contener algunos elementos básicos. Uno de los puntos más importantes que se han de incluir en un plan para una sesión individual es su objetivo. Las pautas objetivas de la sesión permiten al deportista comprender qué va a ocurrir durante su transcurso. También el plan debe incluir la fecha y localización de la sesión, así como también el equipamiento necesario. El plan de entrenamiento ha de especificar los ejercicios, los movimientos y las actividades que el deportista debe completar durante cada parte de la sesión. Debe proporcionar la explicación detallada de la dosificación (repeticiones, series, duración) e intensidad (porcentaje de fuerza máxima, rango del latido cardíaco, tiempo y potencia) de la sesión. Otra información que debe incluir, en especial cuando se trabaja con deportes de equipo, es una sección detallando los ejercicios más difíciles que los deportistas han de realizar. Finalmente, el plan debe marcar los puntos en los que el deportista necesita centrarse cuando realiza los ejercicios y los movimientos. Estas notas pueden ser muy específicas en el caso de un deportista individual, o más generales dirigidas a las necesidades globales del grupo de deportistas. La figura 6.2 presenta un ejemplo del plan de una sesión de entrenamiento.

La duración del plan de una sesión dependerá del deporte y de la experiencia del entrenador. Los entrenadores inexpertos deberán ser lo más específicos posible, e incluir la mayor información en el plan de trabajo. Esto proporcionará el plan para trabajar durante la sesión y disminuirá la posibilidad de que se olviden aspectos importantes. Los entrenadores más experimentados pueden ser capaces de evitarlo con planes de entrenamiento más generalizados, pero sigue siendo preferible ofrecer a los deportistas un plan detallado, de tal forma que puedan prepararse mental y físicamente para la sesión.

Ciclo diario de entrenamiento

Un aspecto importante de la implementación de un plan de entrenamiento es organizar el programa diario del deportista para que haga un uso óptimo de su tiempo, en especial, si es profesional. Es importante dar con el equilibrio entre el entrenamiento, el tiempo libre personal, el programa de trabajo y la relajación. Es mejor organizar el día de entrenamiento en parcelas horarias. La mejor estrategia de organización parece ser la de sesiones múltiples de trabajo en el mismo día de entrenamiento. Las investigaciones de Häkkinen y Kallinen (27) sugieren que cambiar el volumen de entrenamiento diario en dos sesiones más cortas

Plan de sesión de entrenamiento 148

Fecha: 14 de junio

Lugar: York Stadium

Equipamiento: Tacos de salida

Barras

Entrenador: _____

Objetivos: Perfeccionar la salida

Resistencia específica

Entrenamiento de la potencia

Parte	Ejercicios	Dosificación	Formaciones	Notas
Introducción	1. Describir los objetivos de la sesión.	3 min		
	2. Estrés en el que deben centrarse los deportistas durante el entrenamiento.			John: prestar atención al trabajo del brazo.
Calentamiento	1. Duración del calentamiento	20 min		Rita: colocarse 2 trajes de calentamiento.
	2. Trote	1200 m		
	3. Ejercicios calisténicos	8x		
	Rotaciones de brazos	8x		
	Rotaciones del tren superior	12x		
	4. Flexibilidad de la cadera	8-10x		Estresar la flexibilidad de la cadera.
	5. Flexibilidad de los tobillos	8-10x		
Parte principal	6. Ejercicios de multisaltos	4 x 20 m		Estresar pierna débil.
	7. Esprints a alta velocidad	4 x 40-60 m		
	1. Salidas	6 x 30 m Descanso 1-2 min		Estresar el trabajo de los brazos.
	2. Resistencia específica	3 x 120 m 3/4 (16 s)		Mantener una velocidad constante en todas las repeticiones.
Enfriamiento	3. Entrenamiento de potencia	60 kg — 4 series 8-10 reps		Relajar brazos y piernas entre los ejercicios.
	1. Trote	800 m		Mantenerse ligero y relajado.
	2. Estiramientos	10-15 min		Centrarse en los flexores de la cadera.
Notas de la sesión	3. Masaje 5-10 min Trabajar con un compañero.			
Notas de la sesión: Recordar que 8 x = 8 veces; 8-10 x = 8-10 veces				

FIGURA 6.2 Plan de sesión de entrenamiento para un velocista.

produce una mejora mayor en el rendimiento, comparada con la de una sesión de trabajo larga. Estos hallazgos apoyan las observaciones prácticas de los entrenadores europeos, que han reseñado que las sesiones de entrenamiento largas disminuyen la calidad del entrenamiento ya que provocan mucha fatiga. Este incremento en la fatiga parece disminuir la habilidad del deportista para desarrollar habilidades biomotoras y perfeccionar las destrezas técnicas y tácticas. Por tanto, siempre que sea posible, con el fin de incrementar el desarrollo de las capacidades del deportista, el volumen de entrenamiento diario debe desglosarse en subunidades más pequeñas.

La estructura real del día de entrenamiento depende de muchos factores, incluidos el tiempo disponible para entrenar, el estatus de desarrollo del deportista y la disponibilidad de instalaciones para entrenar. Si el deportista se halla en una concentración, la frecuencia de las sesiones de entrenamiento puede ser sustancialmente mayor. Parece que el día de entrenamiento puede desglosarse en dos sesiones de entrenamiento, una por la mañana y la otra a última hora de la tarde o por la noche. En el esquema siguiente se muestra un ejemplo de cómo puede estructurarse el entrenamiento de un deportista que trabaje todo el día, y también entrene dos veces diarias. También establece cómo los deportistas que asisten a una concentración pueden entrenar con mayor frecuencia, de tres a cuatro sesiones por día.

Estructura de múltiples sesiones de trabajo por día de entrenamiento

Horario	Actividad
Dos sesiones de entrenamiento por día	
5:30-6:00 a.m.	Levantarse, tomar un tentempié, prepararse para el entrenamiento
6:00-7:30 a.m.	Primera sesión de entrenamiento
7:30-8:00 a.m.	Desayuno
8:00-8:30 a.m.	Prepararse para el trabajo
8:30-9:00 a.m.	Desplazarse al trabajo
9:00-10:30 a.m.	Trabajo
10:30-10:45 a.m.	Tentempié de media mañana
10:45 a.m.-12:30 p.m.	Trabajo
12:30-1:00 p.m.	Comida
1:00-5:00 p.m.	Trabajo
5:00-5:30 p.m.	Desplazamiento al entrenamiento
5:30-6:00 p.m.	Tentempié pre-entrenamiento y preparación para el entrenamiento
6:00-7:30 p.m.	Segunda sesión de entrenamiento
7:30-8:00 p.m.	Desplazamiento al domicilio
8:00-8:30 p.m.	Cena
8:30-10:00 p.m.	Tiempo libre
10:00 p.m.-5:30 a.m.	Dormir
Tres sesiones de entrenamiento por día	
6:30 a.m.	Levantarse
7:00-8:00 a.m.	Primera sesión de entrenamiento
8:30-9:00 a.m.	Desayuno
9:00-10:00 a.m.	Descanso
10:00-mediódía	Segunda sesión de entrenamiento
12:00-1:00 p.m.	Descanso y sesión de recuperación
1:00-2:00 p.m.	Comida
2:00-4:00 p.m.	Descanso
4:00-6:00 p.m.	Tercera sesión de entrenamiento
6:00-7:00 p.m.	Descanso y sesión de recuperación
7:00-7:30 p.m.	Cena
7:30-10:00 p.m.	Tiempo libre
10:00 p.m.-6:30 a.m.	Dormir

(continúa)

(continuación)

Horario	Actividad
Cuatro sesiones de entrenamiento por día	
6:30 a.m.	Levantarse
7:00-8:00 a.m.	Primera sesión de entrenamiento
8:30-9:00 a.m.	Desayuno
9:00-10:00 a.m.	Descanso
10:00 a.m.-mediodía	Segunda sesión entrenamiento
Mediodía-1:00 p.m.	Descanso y sesión de recuperación
1:00-2:00 p.m.	Comida
2:00-4:00 p.m.	Descanso
4:00-5:30 p.m.	Tercera sesión de entrenamiento
5:30-6:30 p.m.	Descanso y sesión de recuperación
6:30-7:30 p.m.	Cuarta sesión de entrenamiento
7:30-8:00 p.m.	Técnicas de recuperación
8:00-8:30 p.m.	Cena
8:30-10:00 p.m.	Tiempo libre
10:00 p.m.-6:30 a.m.	Dormir

Modelado del plan de la sesión de entrenamiento

Un modelo de entrenamiento es una simulación de una competición, cuya meta es incrementar ciertas adaptaciones de entrenamiento para que se traduzcan en adaptaciones al rendimiento competitivo. El proceso de modelado puede concebirse como el método para crear una sesión de trabajo que imite los elementos fisiológicos, técnicos, tácticos y psicológicos que se encuentran durante una competición. Cualquier sesión de entrenamiento puede diseñarse para que coincida con los objetivos de una fase de entrenamiento dada, a la vez que modela el rendimiento competitivo (8).

El entrenador debe evitar la tentación de estructurar la sesión de trabajo del mismo modo durante todo el tiempo. Es muy importante variar el estímulo de entrenamiento para inducir ganancias fisiológicas y de rendimiento. La aproximación de modelado es un método para insertar nuevos o novedosos estímulos dentro del plan de entrenamiento. Este método puede utilizarse para incrementar la motivación del deportista, inducir unos nuevos retos fisiológicos y presentarle tareas nuevas que le preparen para competir. Hay muchos modos de utilizar esta aproximación y los entrenadores pueden modificar los siguientes ejemplos para mejorar la adaptación de los objetivos de sus entrenamientos.

Modelo de sesión de entrenamiento para la adquisición de destrezas

Un modelo puede desarrollarse para mejorar la adquisición de destrezas y su perfeccionamiento. Las nuevas destrezas se aprenden mejor cuando los deportistas están descansados y son capaces de concentrarse en una tarea, y cuando la fatiga no les impide el aprendizaje.

Además, la fatiga acumulada hace que sea más difícil retener las nuevas destrezas aprendidas recientemente. Por ello, los ejercicios que se utilicen para enseñar y desarrollar destrezas deben practicarse inmediatamente después del calentamiento. La tabla 6.4 presenta un ejemplo de este tipo de modelo. Puede utilizarse para desarrollar la velocidad, la agilidad y la potencia.

TABLA 6.4 Modelo de sesión de entrenamiento para adquirir destrezas

Componente del entrenamiento	Tiempo (min)	Metas
Calentamiento	20-30	Preparar al deportista para entrenar.
Destrezas técnicas y tácticas	45-60	Mejorar y perfeccionar una serie de destrezas específicas.
Entrenamiento físico	30-45	Desarrollar una habilidad biomotora específica según el plan diario.
Enfriamiento	10-20	Iniciar la recuperación.

Nota: Esta estructura de modelo básico puede modificarse para entrenar la agilidad, la velocidad y la potencia.

Modelo de entrenamiento para perfeccionar las destrezas bajo condiciones de fatiga

Este tipo de modelo puede utilizarse para simular las condiciones que se van a encontrar al final de un partido, un encuentro o una carrera, en los que el deportista puede necesitar realizar ciertas destrezas bajo fatiga. Aunque la maestría de las destrezas se desarrolla mejor cuando el deportista está fresco, también se deben practicar bajo la influencia de la fatiga. El objetivo de este tipo de modelo es el de crear una situación de fatiga similar a la que aparece en la última parte de una competición. Para realizar este objetivo, el entrenador debe crear ejercicios técnicos y tácticos que estresen los sistemas energéticos glucolítico y oxidativo de forma similar a lo que ocurre en la competición (ver capítulo 1). Esta situación estimula la capacidad del deportista para afrontar y superar la fatiga, tanto física como psicológica (es decir, por la vía de la determinación, la motivación y la fuerza de voluntad). La tabla 6.5 presenta un ejemplo de cómo este modelo puede incorporarse a la sesión de entrenamiento.

TABLA 6.5 Modelo de sesión de entrenamiento para perfeccionar destrezas bajo la condición de fatiga

Componente de entrenamiento	Tiempo (min)	Metas
Calentamiento	20-30	Preparar al deportista para entrenar.
Ejercicios técnicos y tácticos que induzcan fatiga.	45-60	Estresar el sistema oxidativo y glucolítico del deportista. Inducir una situación de fatiga bajo la cual el deportista debe realizar destrezas específicas.
Ejercicios técnicos y tácticos	20-30	Mejorar la previsión de pases y disparos. Desarrollar la precisión y la exactitud de los disparos. Trabajar la rapidez y potencia bajo condiciones de fatiga.
Enfriamiento	10-20	Iniciar la recuperación.

Nota: Este modelo puede adaptarse para estimular la habilidad del deportista para realizar movimientos precisos, rápidos y ágiles bajo fatiga.

Este modelo también puede adaptarse como reto a las habilidades del deportista para realizar movimientos rápidos, ágiles y atléticos potentes bajo fatiga. Por esta razón, se recomienda su utilización cuando se preparan deportistas de artes marciales, de deportes de raqueta y de deportes de contacto, o cualquier otro que trabaje para rendir en destrezas técnicas y tácticas con efectividad durante la última parte de un evento deportivo. La meta de este modelo es mejorar el rendimiento al final del partido, encuentro o competición, cuando la fatiga es muy elevada y, por tanto, va a permitir al deportista adaptarse, fisiológica y psicológicamente, a este escenario.

Modelo de entrenamiento para controlar la activación precompetitiva

Para conseguir la máxima efectividad durante una competición que se celebre por la tarde o por la noche, el deportista debe tener un estado de activación y de alerta psicológica. Una sesión corta matinal (por ejemplo, a las 10:00 am) puede facilitar la activación óptima para un evento por la tarde, reducir la ansiedad y ayudar al deportista a superar los sentimientos de irritabilidad, nerviosismo e inquietud. Este tipo de sesión debe utilizarse para estimular la tranquilidad y el control de la confianza. La sesión debe ser relativamente corta, y contener una serie breve de movimientos cortos y explosivos (tabla 6.6). Estas acciones breves, que no deben provocar fatiga, pueden activar al deportista para el evento y mejorar su rendimiento posterior incrementando la contractibilidad de los músculos esqueléticos principales que utiliza en los movimientos deportivos (17). Estas actividades deben ser de corta duración, incluir largos intervalos de descanso y no inducir fatiga, ya que esta disminuirá la capacidad de rendimiento. Una estrategia añadida es la de utilizar intervalos largos de descanso entre cada episodio de actividad para asegurar la recuperación (39).

TABLA 6.6 Modelo de sesión de entrenamiento para controlar la activación precompetitiva

Componente de entrenamiento	Tiempo (min)	Metas
Calentamiento	10-20	Comenzar con un calentamiento breve y ligero para preparar al deportista.
Ejercicios técnicos, tácticos o de velocidad	10-15	Realizar ejercicios técnicos, tácticos o de velocidad, breves, separados por largos intervalos de descanso, diseñados para preparar al deportista para competir a última hora del día.
Enfriamiento	10-20	Iniciar la recuperación.

Resumen de los conceptos principales

Este capítulo recalca los beneficios de la organización y la planificación. La efectividad del entrenamiento depende de la habilidad del entrenador y del deportista para organizar y planificar el entrenamiento desde sesiones de trabajo simples hasta un plan a largo plazo. No es difícil elaborar un plan de trabajo, que debe ser una herramienta potente para maximizar los rendimientos. Los objetivos y metas de las sesiones de entrenamiento individuales deben indicarse claramente al deportista. Este tiene que recibir información sobre sus progresos para alcanzar dichos objetivos.

El plan de sesión de trabajo incluye muchos componentes clave. Con frecuencia, el calentamiento se pasa por alto pero es un componente esencial. Esta parte tan importante prepara al deportista para la sesión de trabajo y nunca debe verse comprometido o eliminado del plan de entrenamiento. El calentamiento ha de contener actividades dinámicas generales y progresar hacia acciones musculares dinámicas específicas de la actividad deportiva.

El enfriamiento es otro componente que también se pasa por alto, y que puede influir en la efectividad de las sesiones de trabajo. Esta parte de la sesión permite al organismo recuperar la homeostasis e iniciar la recuperación. Es un momento ideal para incluir estiramientos estáticos y mejorar la flexibilidad. Si se implementa correctamente, el enfriamiento puede ser una parte muy efectiva de la sesión de entrenamiento.

Planificación de los ciclos de entrenamiento

7

Los ciclos de entrenamiento pueden estructurarse en planes a largo plazo, como el plan **cuatrienal** (4 años) y el plan individual anual (1 año). Según la terminología utilizada por los especialistas de entrenamiento alemanes que preparaban las Olimpiadas de 1936, el plan anual, a su vez, puede subdividirse en planes *grosse* (macrociclo) y *kleine* (microciclo). Los macrociclos pueden estructurarse en incrementos de 2 a 6 semanas mientras que, tradicionalmente, los microciclos duran una semana.

Aunque algunos autores sugieren que existen variantes de 8 a 9 microciclos, probablemente es más simple utilizar las 4 variantes básicas: de desarrollo, competitiva, de recuperación-regeneración y de pico de rendimiento-descarga. Aunque mayoritariamente se emplean los cuatro tipos básicos de microciclo, es posible que algunos entrenadores utilicen modalidades de categorías más amplias.

Microciclo

El término microciclo deriva de la palabra griega *micros*, que significa «pequeño», y del término latino *ciclus*, que alude a la secuencia regular de eventos. En la metodología del entrenamiento, un microciclo es un programa de trabajo semanal dentro del plan anual. Esta es la herramienta de programación más importante del proceso de entrenamiento. Su contenido determina la calidad de dicho proceso. El microciclo se estructura según los objetivos, el volumen, la intensidad y los métodos que son el foco de la fase de entrenamiento. Las exigencias fisiológicas y psicológicas que se imponen al deportista no pueden ser estables. La mezcla de los estímulos generales y los específicos del deporte debe cambiar según la fase del plan anual; también han de tener en consideración la capacidad de trabajo del deportista, sus necesidades de recuperación y el plan competitivo. El microciclo tiene que ser lo suficientemente flexible como para que puedan modificarse las sesiones de trabajo individual y canalizar la fatiga residual del deportista (es decir, la carga interna o el grado de forma física), en relación con los objetivos del entrenamiento o de la propia sesión. Cuando cambia la unidad del entrenamiento, consecuentemente las sesiones deben modificarse para mantener el foco del microciclo y asegurar que se logran los objetivos de la fase correspondiente.

La elaboración de microciclos

Los microciclos tienen fuertes precedentes históricos que pueden encontrarse en los trabajos de Philostratus, un erudito de la Grecia antigua. Philostratus propuso un plan a corto plazo, que denominó «tetra sistema», consistente en un ciclo de cuatro días de entrenamiento:

- *Día 1*: Afrontar un programa corto y enérgico.
- *Día 2*: Ejercicio intenso.
- *Día 3*: Relajación y actividad para reponerse.
- *Día 4*: Realizar ejercicio moderado.

La estructura del tetra sistema se repetía continuamente. Esta práctica antigua de entrenamiento es el fundamento de la estructura del microciclo.

Los criterios principales que determinan la estructura del microciclo son las metas de entrenamiento, los factores del entrenamiento y las mejoras deseadas de rendimiento deportivo. La estructura apropiada del microciclo dictará el porcentaje de mejora de los diferentes factores de trabajo. Su secuenciación es de particular importancia, ya que la fatiga generada en una sesión puede afectar significativamente a las siguientes. Por ejemplo, si una sesión se centra en el desarrollo de la resistencia o contiene estímulos muy intensos, y esta precede a una de entrenamiento táctico, la fatiga generada por la primera puede deteriorar el desarrollo de la técnica de la siguiente. Por tanto, la secuenciación del estímulo de entrenamiento de un microciclo ha de tener en cuenta la acumulación de la fatiga con el fin de maximizar el desarrollo del rendimiento específico o de los factores biomotores. El microciclo se ha de estructurar utilizando los mismos conceptos sugeridos en el plan de la sesión de trabajo:

- Entrenamiento técnico o táctico.
- Desarrollo de la velocidad, la agilidad o la potencia.
- Desarrollo de la fuerza.
- Desarrollo de la resistencia específica.

La elaboración de un microciclo

Es esencial la repetición de un estímulo de entrenamiento para que el deportista mejore un elemento técnico o desarrolle una habilidad biomotora. *Repetitia est mater studiorum* es una frase romana que significa «la repetición es la madre del estudio». Para maximizar las ganancias, los ejercicios cuyo objetivo son las habilidades biomotoras específicas deben repetirse durante el microciclo con diferentes frecuencias. En función de la habilidad del deportista, las sesiones de trabajo dirigidas con objetivos y contenidos similares pueden necesitar reaptarse dos o tres veces durante un microciclo para maximizar el efecto del entrenamiento y de sus adaptaciones. De particular importancia es el estímulo de entrenamiento utilizado, dado que la cantidad de fatiga generada puede afectar a la recuperación necesaria que permita que el estímulo pueda utilizarse de nuevo. Por ejemplo, en el entrenamiento de fuerza, una carga con 20 repeticiones máximas requiere significativamente más tiempo de recuperación que una serie que no llegue hasta el fallo muscular. Por tanto, ha de garantizarse un período de recuperación más largo antes de repetir este tipo de entrenamiento de fuerza.

Cuando el deportista y el entrenador se proponen objetivos específicos de resistencia a intensidades submáximas, serán suficientes tres sesiones de entrenamiento por semana. Sin embargo, en el caso de la resistencia específica de máxima intensidad durante la fase competitiva, el deportista debe implicarse en el entrenamiento de fondo dos veces por semana y dedicar los días que le quedan libres al trabajo de baja intensidad. El deportista ha de utilizar una o dos sesiones semanales para mantener la fuerza, la **flexibilidad** y la **velocidad**. Parece que de 2 a 3 días semanales es lo idóneo para el entrenamiento pliométrico, de velocidad y de agilidad.

Las diferentes cargas de trabajo deben alternarse a lo largo del microciclo. El deportista no debe utilizar cargas máximas más de dos veces por semana, e intercalarlas con días de entrenamiento de baja intensidad y días de descanso activo. Es particularmente importante programar descansos activos y relajación el día después de una competición. Durante el microciclo, debe intercalarse descanso activo, o ejercicios de baja intensidad, en especial, después de sesiones que hayan sido excesivamente demandantes.

Cuando se planifican los microciclos, el entrenador puede repetir las mismas estructuras básicas en varios de ellos, en especial, durante la fase preparatoria. A lo largo del macrociclo, pueden repetirse dos o tres veces dos microciclos de similar naturaleza (es decir, contenido y método); esto puede provocar una mejora cualitativa basada en la adaptación del deportista. Las diferentes fluctuaciones del microciclo pueden variar en función del nivel de desarrollo del deportista.

Consideraciones estructurales

El plan de entrenamiento anual dicta la estructura de los planes del macro y el microciclo. La de cada microciclo ha de desarrollarse para atender los objetivos de cada fase del plan de entrenamiento anual y de los macrociclos. Esta aproximación debe permitir flexibilidad en el programa, permitiendo que el entrenador modifique su contenido en respuesta a los efectos del entrenamiento realizado previamente y de las mejoras del deportista. Así, el macrociclo se considera como norma de actuación, y los programas diarios y semanales pueden modificarse para dirigir la respuesta del deportista hacia el estímulo del entrenamiento. Sin embargo, el microciclo debe elaborarse según los objetivos y la fase del entrenamiento. Cuando se estructuran los microciclos del plan de entrenamiento, el entrenador debe considerar muchos factores:

- El objetivo del microciclo y los factores de entrenamiento dominantes.
- Los objetivos de las exigencias del entrenamiento durante el microciclo (por ejemplo, número de sesiones, número de horas, volumen, intensidad y complejidad).
- La intensidad del microciclo y sus fluctuaciones dentro de él.
- Los métodos que se utilizarán para provocar los estímulos de entrenamiento en cada sesión de trabajo.
- Los días programados de entrenamiento y competición (si es posible).
- La necesidad de modificar la intensidad cada día (es decir, comenzar el microciclo con una sesión de trabajo de intensidad baja o media, y progresar a una de intensidad alta de modo ondulante).
- El tiempo de la competición en el contexto del microciclo (es decir, cuando el microciclo se orienta hacia una competición, la intensidad máxima o el pico de rendimiento de la sesión de esa semana debe producirse de 3 a 5 días antes del evento).

El entrenador debe determinar si el deportista tiene que hacer una o más sesiones diarias. Si el desarrollo del deportista, su trabajo, la universidad o su programa personal le permiten participar en varias sesiones de entrenamiento al día, el entrenador debe planificar el horario.

Es útil comenzar cada microciclo con una reunión en la que el entrenador y el deportista discutan los objetivos de cada factor de entrenamiento contenidos en él y cómo pueden lograrse. Han de acordar el volumen y la intensidad del entrenamiento, el número de las sesiones de trabajo a realizar cada día y dónde se situarán las sesiones de trabajo más difíciles. En este encuentro, el entrenador puede querer establecer los estándares de rendimiento del microciclo, y ofrecer algún tipo de información personalizada a los deportistas. Finalmente, si este se sigue de una competición, debe dar al deportista detalles sobre el contexto al que se va a enfrentar y motivarle para que alcance cada una de las metas competitivas.

Si no se compite al final del microciclo, debería mantenerse una pequeña reunión tras la última sesión de trabajo para analizar si el deportista ha conseguido los objetivos y las metas de entrenamiento. El entrenador debe utilizar estas reuniones para hacer la crítica del rendimiento del deportista durante el entrenamiento, asegurándose de resaltar los aspectos positivos mientras se centra en otros para su mejora. Recogiendo información del deportista, el entrenador puede afianzar su evaluación de los microciclos. Así, mediante la recogida de toda la información obtenida en estas reuniones y de los resultados del entrenamiento, puede formular estrategias para un futuro microciclo con objetivos y metas similares. Las reuniones que siguen al microciclo son una herramienta con la que los entrenadores y los deportistas pueden coordinar su centro de atención sobre el resultado de los rendimientos.

Clasificación de los microciclos

En este capítulo se presentan diversas estructuras de microciclos, pero las circunstancias reales del entrenamiento específico proporcionarán infinitas variaciones estructurales. Las dinámicas del microciclo las dictan muchos factores, entre los que se incluyen la fase de

entrenamiento, el estatus de desarrollo del deportista y el énfasis de los factores del entrenamiento (técnico, táctico o de preparación física). Uno de los más importantes que impone la estructura del microciclo es el nivel de desarrollo del deportista y su capacidad de trabajo. Por ejemplo, un deportista bien entrenado puede tolerar mayor frecuencia de sesiones de alta intensidad que un principiante o uno con menor desarrollo. Los integrantes de un mismo equipo pueden tener diferente capacidad de trabajo y distintas necesidades de entrenamiento, de tal forma que se debe garantizar que el contenido del microciclo esté individualizado.

Para crear un estímulo de entrenamiento individualizado, el entrenador debe eliminar la estandarización cuando estructura el microciclo y la rigidez. La flexibilidad le va a permitir utilizar la información recopilada en las evaluaciones del entrenamiento o competición para modificar el programa de trabajo y, por tanto, ayudar al competidor a afrontar los objetivos de rendimiento y de trabajo.

Un método para clasificar los microciclos se basa en el número de sesiones de entrenamiento por semana. Como se estableció previamente, el número de sesiones que el deportista puede tolerar, sin entrar en sobreentrenamiento, lo dicta su nivel de desarrollo y su preparación física. Además, la estructura del microciclo cambiará en función del tiempo disponible para entrenar y de si el deportista está en una concentración o lleva a cabo una sesión de entrenamiento regular.

Hay gran variedad de estructuras de microciclo: las más habituales son las de tres días por semana (figura 7.1), de cuatro días por semana (figura 7.2) y de cinco días por semana (figura 7.3). Los deportistas más avanzados con gran tolerancia al trabajo, y que disponen del tiempo necesario, pueden realizar ocho o nueve sesiones de entrenamiento semanales (figuras 7.4 y 7.5); a veces, hasta más de doce o trece. Durante las vacaciones o las concentraciones, pueden emplearse microciclos con sesiones extra, dado que es cuando los deportistas avanzados disponen de más tiempo para entrenar.

Sesión de trabajo	Día						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
a.m.							
p.m.	Entrenamiento		Entrenamiento		Entrenamiento		

FIGURA 7.1 Microciclo de tres sesiones de trabajo semanales.

Sesión de trabajo	Día						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
a.m.							
p.m.	Entrenamiento	Entrenamiento		Entrenamiento		Entrenamiento	

FIGURA 7.2 Microciclo de cuatro sesiones de entrenamiento por semana. La variación consiste en tener una cuarta sesión el viernes.

Sesión de trabajo	Día						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
a.m.							
p.m.	Entrenamiento	Entrenamiento		Entrenamiento	Entrenamiento	Entrenamiento	

FIGURA 7.3 Microciclo de cinco sesiones por semana.

Sesión de trabajo	Día						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
a.m.	Entrenamiento	Entrenamiento		Entrenamiento		Entrenamiento	
p.m.	Entrenamiento	Entrenamiento		Entrenamiento		Entrenamiento	

FIGURA 7.4 Microciclo de ocho sesiones por semana.

Sesión de trabajo	Día						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
a.m.	Entrenamiento		Entrenamiento		Entrenamiento	Entrenamiento	
p.m.	Entrenamiento	Entrenamiento	Entrenamiento	Entrenamiento	Entrenamiento		

FIGURA 7.5 Microciclo de nueve sesiones por semana.

Existen muchos modos de incrementar el número de sesiones de trabajo. El deportista puede utilizar un microciclo 3+1, entrenando 3 medios días sucesivos seguidos de medio día de descanso, lo que suman nueve sesiones (figura 7.6). Este modelo puede modificarse para un deportista cuya tolerancia al entrenamiento o su potencial sea más elevado y pueda seguir microciclos más intensos. Microciclos intensos son el microciclo 5+1 (entrenar cinco días seguidos y medio día de descanso) (figura 7.7) y el microciclo 5+1+1 (entrenar cinco días seguidos, medio día de descanso y seguir con medio día de trabajo) (figura 7.8). La estructura de estos microciclos de mayor intensidad depende de la cantidad de tiempo disponible y del estímulo de entrenamiento utilizado durante cada sesión.

La estructura del microciclo puede ampliarse aún más integrando múltiples sesiones de entrenamiento al día cuyos objetivos sean factores de entrenamiento diferentes. Por ejemplo, un microciclo de tres componentes puede construirse distribuyendo el trabajo de agilidad-esprint para la sesión matinal y la sesión de entrenamiento principal, cuyo objetivo sea el desarrollo táctico y técnico seguido del entrenamiento de fuerza; puede realizarse a última hora de la tarde o a primera hora de la noche (figura 7.9).

Sesión de trabajo	Día						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
a.m.	Entrenamiento	Entrenamiento	Entrenamiento	Entrenamiento	Entrenamiento	Entrenamiento	
p.m.	Entrenamiento		Entrenamiento		Entrenamiento		

FIGURA 7.6 Microciclo de una estructura 3+1.

Sesión de trabajo	Día						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
a.m.	Entrenamiento	Entrenamiento	Entrenamiento	Entrenamiento	Entrenamiento	Entrenamiento	
p.m.	Entrenamiento	Entrenamiento		Entrenamiento	Entrenamiento		

FIGURA 7.7 Microciclo de una estructura 5+1.

Sesión de trabajo	Día						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
a.m.	Entrenamiento						
p.m.	Entrenamiento	Entrenamiento		Entrenamiento	Entrenamiento		

FIGURA 7.8 Microciclo de una estructura 5+1+1.

Sesión de trabajo	Día						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
7:00 a.m.	Entrenamiento pliométrico		Entrenamiento pliométrico		Entrenamiento pliométrico		
3:00 p.m.	Esprint y entrenamiento de agilidad	Entrenamiento aeróbico	Esprint y entrenamiento de agilidad	Entrenamiento aeróbico	Esprint y entrenamiento de agilidad	Entrenamiento aeróbico	
5:00 p.m.	Entrenamiento de fuerza		Entrenamiento de fuerza		Entrenamiento de fuerza		

FIGURA 7.9 Microciclo con la integración de múltiples factores de entrenamiento.

Un aspecto más de la estructura del microciclo son las variaciones en la intensidad y las exigencias del entrenamiento. Las dinámicas del entrenamiento no deben ser uniformes durante todo el microciclo. Deben variar en función de las características del trabajo, el tipo de microciclo utilizado, las condiciones ambientales (por ejemplo, el clima, el tiempo) y la fase del plan de entrenamiento anual. La intensidad del entrenamiento puede modificarse entre seis zonas de intensidad, desde un rango muy elevado (90 a 100 % del máximo) hasta un día de recuperación en el que no se entrena (tabla 7.1). Estas modificaciones las dictan los objetivos del microciclo. Por ejemplo, en un microciclo intenso, estos pueden exigir uno (figura 7.10), dos (figuras 7.11 a 7.15) y, en ocasiones, tres (figura 7.16) días de entrenamiento de alta a muy alta exigencia de trabajo.

Cuando se planifican las modulaciones de la intensidad o las exigencias del entrenamiento del microciclo, el entrenador debe considerar el principio de progresión de la carga. Por lo general, los microciclos deben tener solo un pico de rendimiento, que debe conseguirse al tercer día, a mitad de la semana. En ocasiones, el microciclo puede contener dos picos, a los que le siguen uno o dos días de sesión de recuperación. Una excepción a esta regla puede darse cuando se utiliza como modelo de entrenamiento; en este caso, los dos picos se pueden producir en días adyacentes con el fin de simular una situación competitiva.

TABLA 7.1 Zonas de intensidad y exigencias de entrenamiento

Zona de intensidad	Exigencias de entrenamiento	Porcentajes de rendimiento máximo	Intensidad
1	Muy elevadas	90-100	Máxima
2	Elevadas	80-90	Fuerte
3	Medias	70-80	Media
4	Bajas	50-70	Baja
5	Muy bajas	<50	Muy baja
Recuperación	Recuperación	No entrenamiento	Recuperación

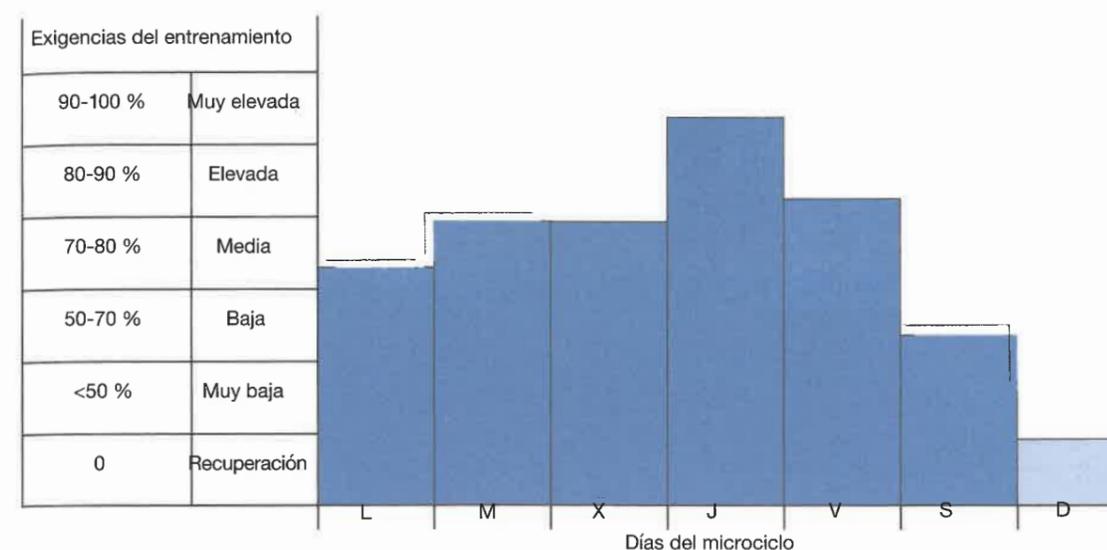


FIGURA 7.10 Microciclo con un pico de rendimiento.

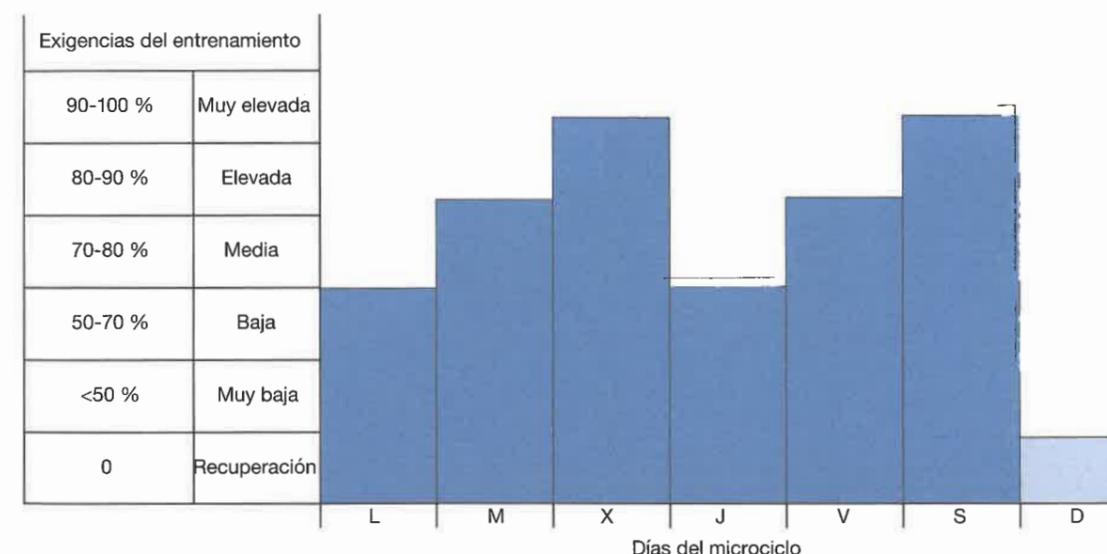


FIGURA 7.11 Microciclo con dos picos de rendimiento.

La estructura del microciclo puede modificarse si el deportista entrena en grandes altitudes o ha viajado a gran distancia y cruzado muchas zonas horarias (es decir, una diferencia horaria de 5 a 8 horas). En estas situaciones, debe adaptar el microciclo para que no contenga un pico de rendimiento. También se ha de modificar su estructura cuando el deportista entrene en un clima húmedo o cálido. En estos casos, es recomendable que el pico de rendimiento se produzca al comienzo de la semana, cuando el deportista tiene mayor vigor.

Los ejemplos de microciclo de las figuras 7.10 a 7.16 representan la **exigencia total de entrenamiento**, en lugar de separar las variables de volumen e intensidad. La utilización de este parámetro permite que la estructura del microciclo se utilice en una serie de actividades deportivas, ya que los deportes varían en sus áreas de énfasis, que algunos han denominado

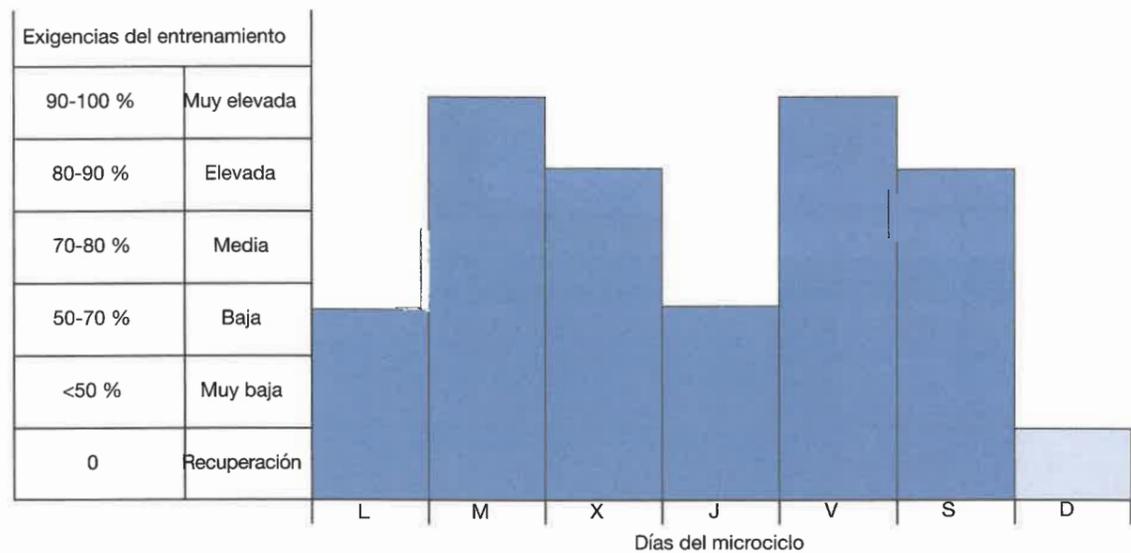


FIGURA 7.12 Variación del microciclo con dos picos de rendimiento.

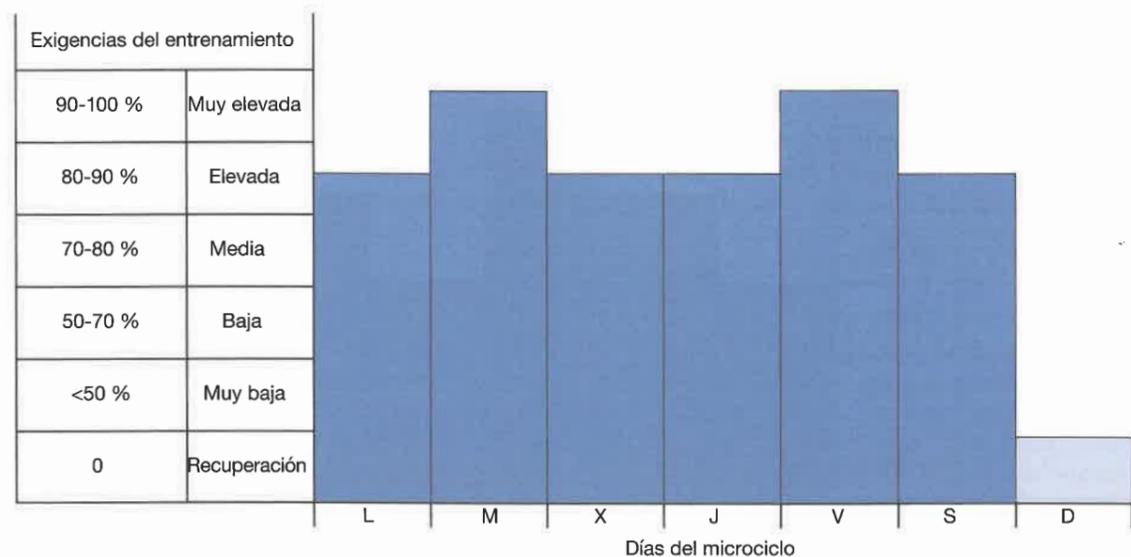


FIGURA 7.13 Microciclo con dos picos de rendimiento con elevadas exigencias de entrenamiento.

como potencia-velocidad, fuerza máxima o resistencia. Además, ciertos deportes de equipo poseen una compleja interacción de muchos factores que está mejor representada en la exigencia total de entrenamiento.

Un microciclo puede estructurarse de muchas formas; algunos autores han especulado que puede haber, al menos, 22 estructuras posibles. Esta cantidad de diferentes microciclos puede complicar el entrenamiento y el proceso de planificación, de manera que es mejor

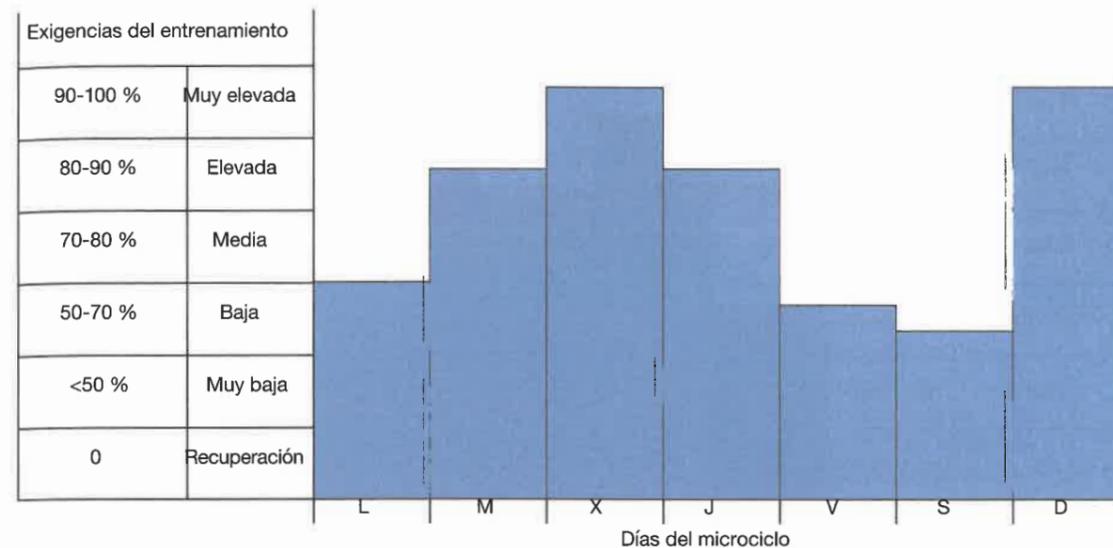


FIGURA 7.14 Microciclo con dos picos de rendimiento en el que el segundo corresponde a una competición.

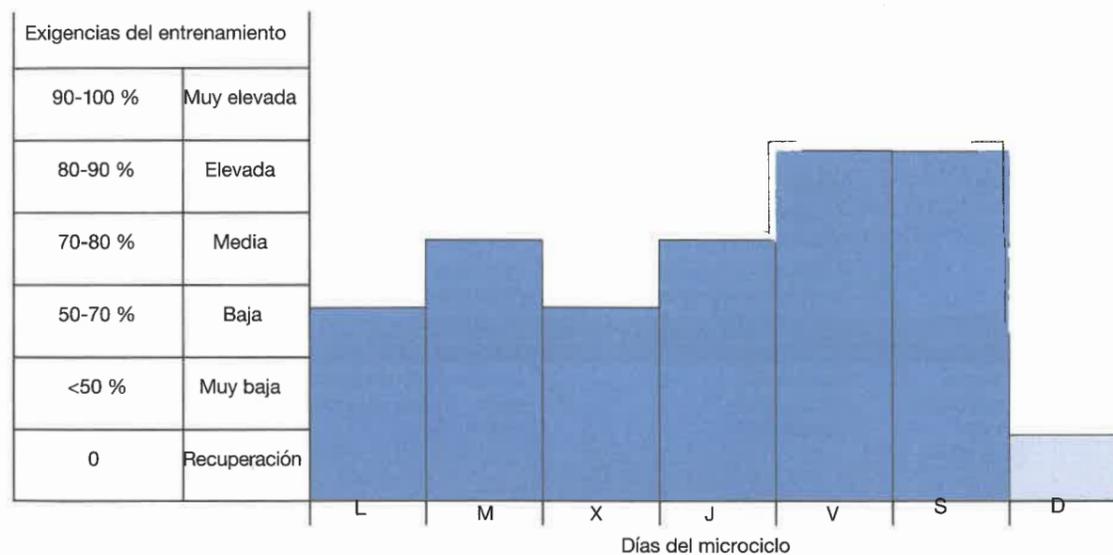


FIGURA 7.15 Modelo de microciclo con dos picos de rendimiento adyacentes.

para el entrenador utilizar las estructuras más comunes y adaptarlas a las necesidades de entrenamiento del individuo.

El microciclo debe ser funcional y, por tanto, tan simple como sea posible. El plan debe especificar la fecha, los objetivos y los contenidos de cada sesión de entrenamiento. Su contenido ha de ser sucinto y fácil de comprender, y tiene que enfatizar sobre los puntos principales de la sesión. La figura 7.17 muestra el plan de microciclo de una fase competitiva.

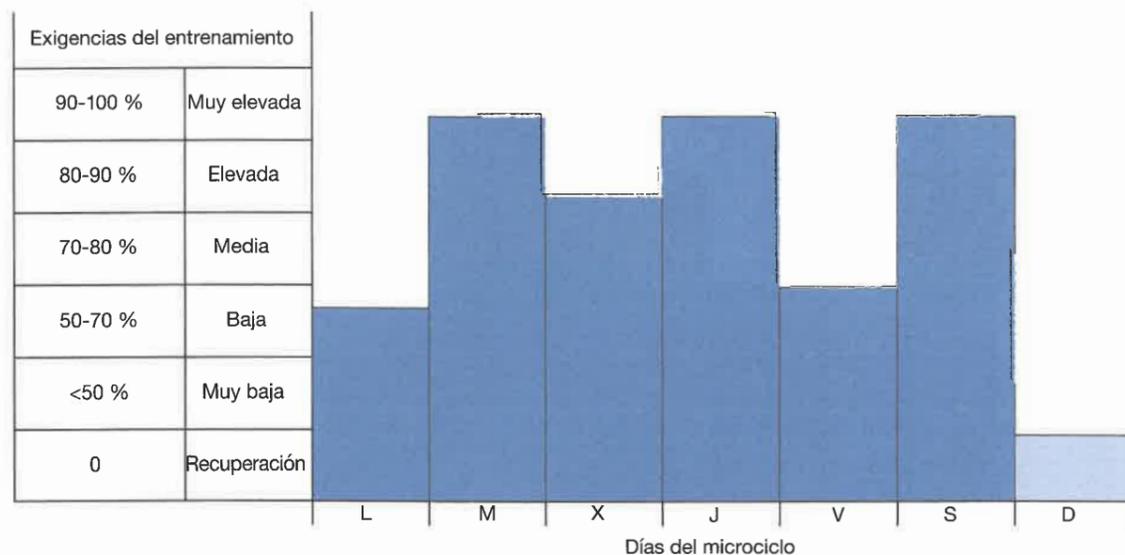


FIGURA 7.16 Microciclo con tres picos de rendimiento con exigencias alternantes de entrenamiento.

Deporte/Evento: Jabalina		Microciclo n.º 29						
Fecha: 20.07-27-09		Objetivos:						
		1. Lanzar 67:00 m. 2. Perfeccionar el ritmo de las últimas tres de zancadas bajo condiciones de alta velocidad. 3. Desarrollar la capacidad para concentrarse en la competición de la mañana. 4. Mantener la potencia de las piernas y los brazos.						
Horario	Lunes	Martes	Miérc.	Jueves	Viernes	Sábado	Dom.	
a.m. 10:00-11:00	• 15 min de calentamiento • Esprints: 20, 30, 40 m $\frac{2}{4}; \frac{3}{4}$	Calentamiento de competición: 6 lanzamientos		Lo mismo que el martes	Calentamiento de competición	Competición 10:45		
p.m. 16:00-18:00	• Calentamiento: 20 min • Esprints: 30 m $\frac{3}{4}$ $\frac{4}{4}$ • Técnica: • Las últimas 3 zancadas • 30 lanzamientos de béisbol • 15 lanzamientos con balón medicinal • 2 x 30 m de rebotes	• Calentamiento de competición • Lanzamientos: 6 lanzamientos 4/4 • 15 lanzamientos, 3/4 con aproximación corta • Calentamiento: 7 minutos de calentamiento específico • Entrenamiento con pesas: 30 min • Flexibilidad: 5 min	Partido de baloncesto: 2 x 15 min	Lo mismo que el lunes	• Calentamiento: competición • Lanzamientos: 15 con aproximación media • Caminar y lanzamientos: 15 min a diferentes objetivos situados en la hierba • Relajación: ejercicios especiales	Partido de baloncesto: 2 x 15 min		

FIGURA 7.17 Plan de microciclo de fase competitiva para una lanzadora de jabalina.

Clasificación de los microciclos basada en objetivos y fases del entrenamiento

La estructura de los microciclos depende de los objetivos del entrenamiento y, por tanto, de sus fases. Desde este punto de vista, hay cuatro clasificaciones generales de microciclo: de desarrollo, de competición, de recuperación-regeneración y de pico de rendimiento-descarga.

Microciclos de desarrollo

Los microciclos de desarrollo son específicos de la fase preparatoria del entrenamiento. Su objetivo es incrementar el nivel de adaptación, mejorar las destrezas y desarrollar las habilidades motoras del deportista. Tales ciclos pueden tener dos o tres picos de rendimiento y una exigencia entre media y elevada. Utilizan la alternancia entre los sistemas energéticos y las cargas, creando una dinámica de carga ondulante. La estructura real del microciclo depende de la clasificación del deportista, las características del deporte y la subfase de preparación en la que se encuentre el deportista. La figura 7.18 ofrece un microciclo para la primera parte de la fase preparatoria, presentando sesiones de entrenamiento para el desarrollo de las primeras adaptaciones.

Microciclos de recuperación-regeneración

La meta de un microciclo de regeneración es la de eliminar la fatiga residual. Como consecuencia, puede utilizarse para elevar el nivel de puesta en forma del deportista, lo cual puede mejorar su rendimiento; por ejemplo, en un deporte de equipo puede utilizarse entre el final de la fase preparatoria y del comienzo de la competitiva. Este microciclo está marcado por una exigencia de trabajo significativamente baja, la cual se consigue disminuyendo la intensidad, el volumen o una combinación de ambos. Otra aproximación para utilizar este tipo de microciclo, específica para las fases transitorias, es incluir actividades que entrenen las características fisiológicas similares a las del deporte, pero distintas a las típicas del entrenamiento.

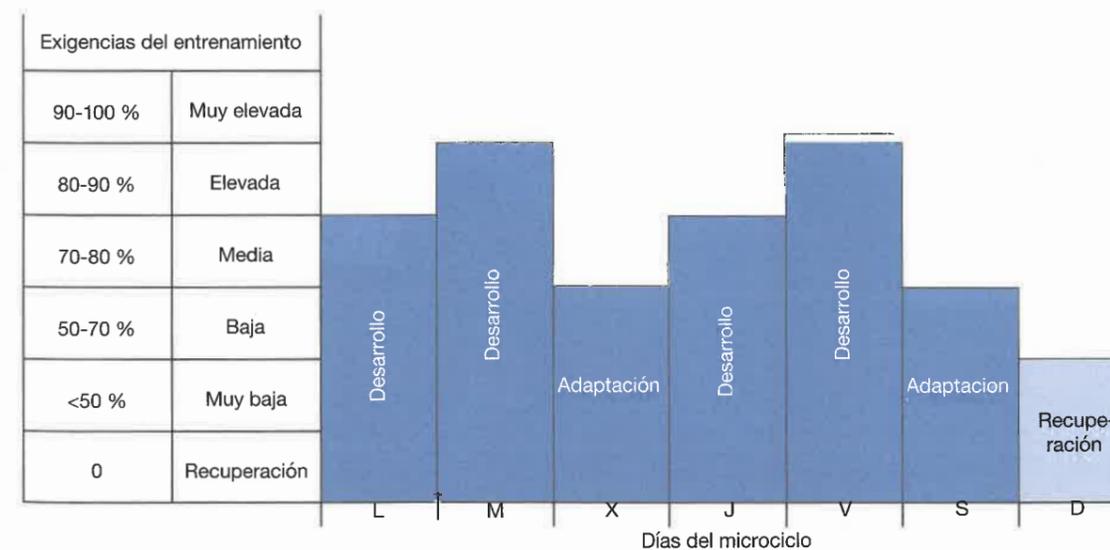


FIGURA 7.18 Desarrollo de un microciclo. El propósito o foco de atención es la adaptación.

Microciclos de pico de rendimiento-descarga

Los microciclos de descarga se sitúan al final del macrociclo para eliminar la fatiga y elevar el nivel de preparación atlética del deportista; al final, esto incrementa el rendimiento específico del deporte. Antes de la competición más importante del año, se utilizan dos microciclos de descarga juntos para permitir el pico de rendimiento (capítulo 9). Fundamentalmente, este tipo de microciclo se establece para disminuir el volumen de entrenamiento semanal (en un 50 % o más), y mantener o disminuir la intensidad (entre un 5 y un 10 %). La reducción de las exigencias provocará unas respuestas fisiológicas que permiten que tenga lugar la supercompensación. El microciclo de descarga eleva el rendimiento y disminuye la posibilidad del sobreentrenamiento.

Dinámica del microciclo durante la fase competitiva

Durante la fase competitiva, la secuenciación del microciclo individual depende del programa competitivo. El ritmo de las competiciones también afecta a la colocación de los días de regeneración y descarga dentro del microciclo. El formato utilizado cuando se planifica un microciclo competitivo se verá afectado por las exigencias del deporte. En los deportes de equipo puede haber muchas competiciones en una semana, mientras que en los individuales (figura 7.19), las competiciones suelen celebrarse a lo largo de varias semanas consecutivas. Con una competición por semana, se han de incluir uno o dos días de descanso de recuperación semanal. El grueso del entrenamiento, incluidos el de la fuerza y el de la potencia, se hará durante la mitad del microciclo. En este ejemplo, se realiza un entrenamiento con una exigencia de media a alta. Después de completar el grueso del entrenamiento, la descarga debe planificarse en los dos días previos a la siguiente competición.

El microciclo competitivo básico puede modificarse cuando el oponente es más débil o la competición es de poca importancia. Tales pruebas no representan un reto fisiológico elevado, y la fatiga inducida por la competición siguiente será marcadamente inferior a la habitual. En estas situaciones, puede reemplazarse el día de recuperación, planificado para el lunes (en este ejemplo), con una sesión extra de entrenamiento técnico o táctica. Además, es probable que se precise un solo día de descarga antes de una competición menor. Este programa de trabajo proporciona una ganancia neta de cuatro días de entrenamiento con,

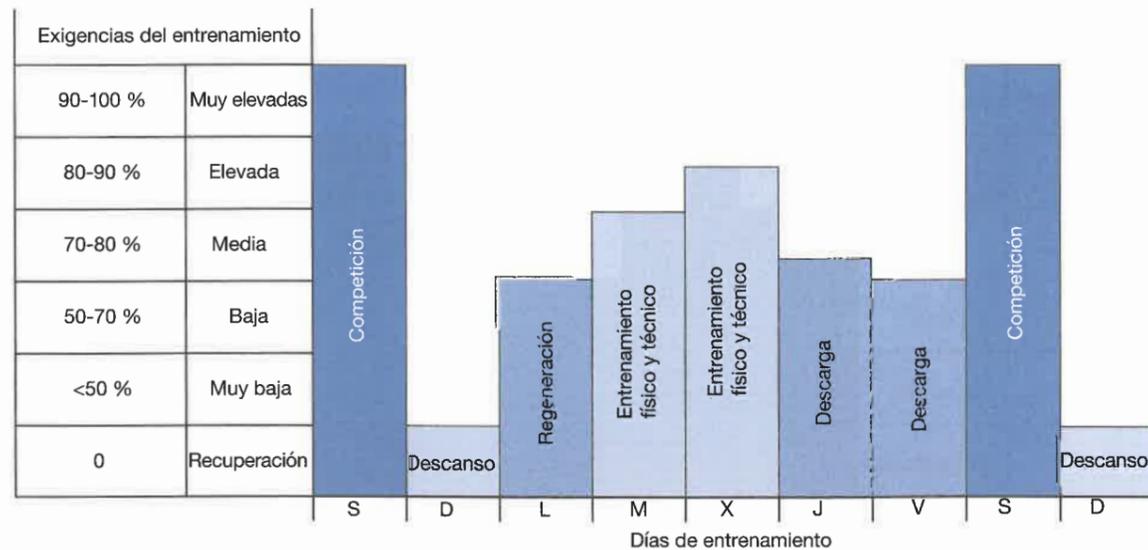


FIGURA 7.19 Microciclo con competiciones semanales.

al menos, uno de alta exigencia. También han de planificarse las actividades que mantienen el nivel de forma física, aunque deben ser menos estimulantes que las de los microciclos no competitivos. El énfasis debe ponerse en mantener las habilidades biomotoras dominantes del deporte en cuestión.

Cuando el equipo tiene muchas competiciones o partidos en el microciclo (ver figura 7.20), el lunes ha de ser una sesión corta de regeneración con exigencias de entrenamiento muy bajas. La segunda sesión (martes) será un día táctico, que se utilice para elevar el rendimiento de la competición del miércoles. El jueves se planifica como día de regeneración, y el viernes es la única sesión del microciclo con elevadas exigencias de trabajo. El entrenamiento de fuerza y potencia se sugiere para el viernes, pero de intensidad de tipo media-baja. El número de ejercicios debe ser muy escaso (de 2 a 4), y dirigido únicamente a los motores principales. Para facilitar un buen rendimiento en el partido del domingo, el sábado se planifica un día de descarga.

Si el programa competitivo se establece en los dos días del fin de semana (por ejemplo, torneos de deportes de equipo o muchas pruebas en atletismo y natación), en ese caso, el microciclo puede organizarse como se muestra en la figura 7.21. Dos días antes de la competición del fin de semana (jueves y viernes), se programa entrenamiento de descarga, de tal forma que se elimine la fatiga y pueda conseguirse la supercompensación en el momento de la competición. Las mayores exigencias de entrenamiento se producen al comienzo del microciclo (martes), tras lo cual se disminuyen progresivamente las cargas de trabajo durante el resto del microciclo. En estos días también se puede planificar una sesión corta de mantenimiento de la fuerza y la potencia.

Si el microciclo contiene un torneo de varios días, el entrenador debe planificar las actividades de regeneración, incluyendo la recuperación activa. Esta, que se consigue con intensidades muy bajas, puede facilitar la eliminación del lactato (1, 9, 11, 13, 16), calmar la actividad del sistema nervioso central, incrementar el tono del sistema nervioso parasimpático y reducir las molestias musculares (14). La recuperación activa debe incluir ejercicios a muy baja intensidad que no afecten significativamente a los depósitos de glucógeno muscular. Estos torneos pueden afectar de forma notable al glucógeno (8), de tal forma que sus depósitos han de reponerse antes del siguiente período competitivo. El mejor método para conseguirlo es seguir un programa de suplementación post-ejercicio y asegurar la ingesta adecuada de carbohidratos entre los partidos (3, 7). La figura 7.22 muestra un microciclo de un torneo que ocupa toda la semana. Hay que resaltar que por la mañana, después de

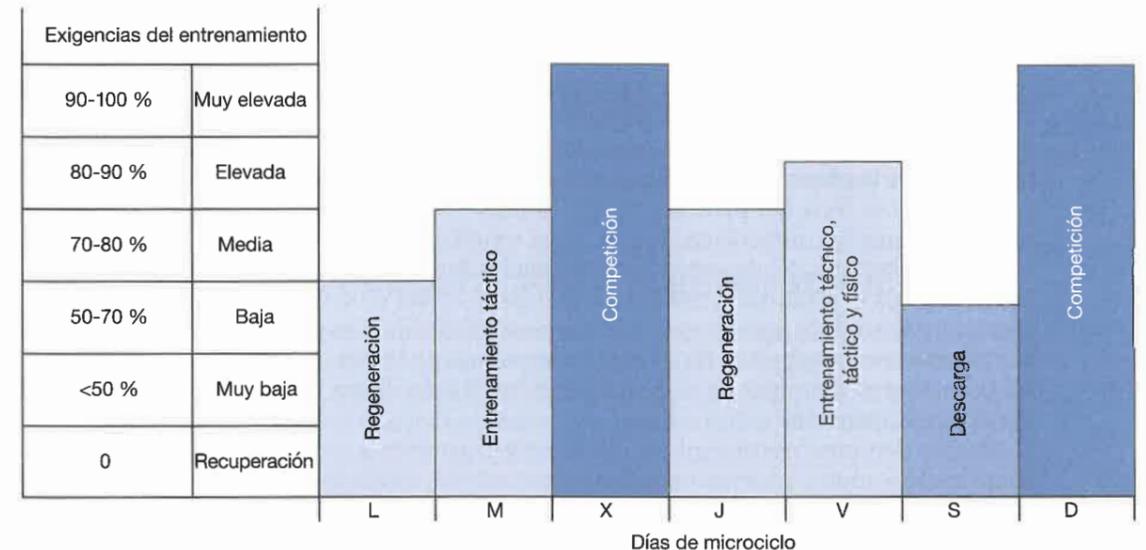


FIGURA 7.20 Microciclo competitivo de un deporte de equipo con dos partidos en una semana.

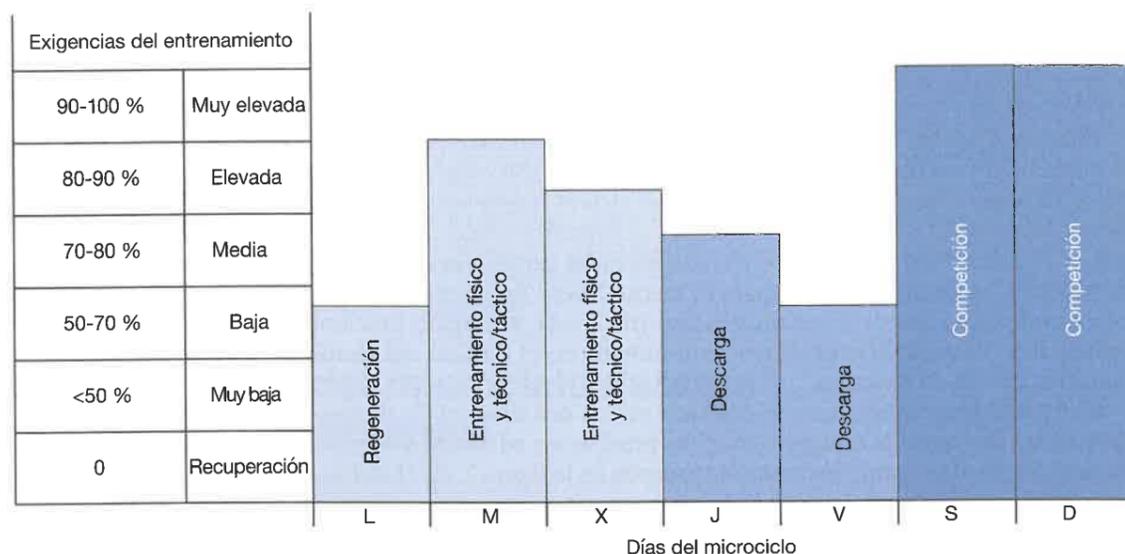


FIGURA 7.21 Microciclo competitivo de un deporte de equipo con dos partidos en el fin de semana.

Horario	Días del microciclo						
	L	M	X	J	V	S	D
a.m.		Regeneración		Regeneración		Regeneración	
p.m.	Partido	Entrenamiento táctico	Partido	Entrenamiento táctico	Partido	Entrenamiento táctico	Partido

FIGURA 7.22 Microciclo de un deporte de equipo con partidos durante toda la semana.

cada partido, se incluye una sesión de regeneración de muy baja intensidad diseñada para recuperar la velocidad. Asimismo, para la última hora de la tarde previa al día del partido, se planifica una sesión de entrenamiento táctico a muy baja intensidad. Un microciclo estructurado de esta forma proporciona al deportista la mejor opción para recuperarse y maximizar su rendimiento.

Modelo del microciclo para la competición

En la gran mayoría de los microciclos del plan de entrenamiento anual, el objetivo es el desarrollo de las destrezas y habilidades que exige el deporte. Sin embargo, durante la fase competitiva, el foco del plan de trabajo cambia para maximizar la capacidad de rendimiento durante la competición. Esto se logra modificando la estructura de los microciclos, según las exigencias del deporte y las necesidades fisiológicas y psicológicas del deportista. Una estrategia es desarrollar el microciclo basado en un modelo competitivo (modelo de entrenamiento). Este, sobre todo en los deportes individuales, puede repetirse antes de las competiciones importantes. Ha de contener sesiones de entrenamiento con diferente intensidad, y alternar descanso activo y recuperación. El ciclo diario tiene que ser idéntico al del día de la competición.

Muchos deportes (por ejemplo, el atletismo y la natación a nivel regional, el tenis, algunos deportes de equipo y las artes marciales) tienen rondas clasificatorias el mismo día en el que se celebra la final (por ejemplo, el viernes a las 10 am y a las 6 pm). Los modelos diseñados para llevar a cabo un programa competitivo situarían el día de entrenamiento principal el viernes, con dos sesiones de trabajo que podrían coincidir con la competición.

Otros deportes (por ejemplo, el atletismo y la natación a nivel nacional e internacional, el boxeo, el tenis, la lucha) pueden programar entre 2 y 4 días de competiciones consecutivas. Dicho formato competitivo también puede modelarse modificando la estructura del microciclo, según las exigencias de la competición. Este modelo debe repetirse muchas veces antes del evento. Sin embargo, este modelo solo debe utilizarse cada dos o tres semanas, intercalando microciclos de desarrollo entre cada microciclo competitivo.

Algunas competiciones, como los Juegos Olímpicos, los campeonatos del mundo o los encuentros internacionales, duran entre 4 y 9 días. No es factible modelar este formato competitivo, ya que tal modelo crearía una gran cantidad de estrés fisiológico y afectaría significativamente al tiempo que se dedica al entrenamiento. Para preparar las competiciones de mayor duración, los deportistas deben participar en pequeños torneos, que duren 2 o 3 días, y que contengan 4 o 5 episodios competitivos. Con el fin de prepararse para estos eventos, el competidor debe seguir microciclos de desarrollo y estructuras de entrenamiento diarias que contengan las características propias del torneo en cuestión. Esto puede lograrse familiarizando al deportista con el programa de competición mediante el modelo competitivo, en el que se alterna la competición con la recuperación, como normalmente ocurre en los torneos. Puede recomendarse que los días de entrenamiento que coincidan con el de la competición impliquen mayores demandas, mientras que, al día siguiente, la sesión sea de menor intensidad o sea una de recuperación.

El deportista debe alternar los días de competición simulada con los de descanso y recuperación, para maximizar su capacidad de adaptación al programa competitivo. Muchos deportistas no tienen estos tres días entre competiciones debido a que, en ocasiones, su rendimiento al segundo día de la prueba no es todo lo bueno que se esperaba. Parece ser que la disminución del rendimiento está generada por las reacciones psicológicas post-competitivas (por ejemplo, un exceso de confianza o engreimiento), más que por acumulación de la fatiga. Para facilitar la capacidad del deportista para tolerar los días de descanso entre las pruebas, el entrenador puede incluir microciclos basados en la competición en todos los macrociclos de la fase competitiva del plan de entrenamiento anual. Si la fase competitiva es corta, el entrenador puede incorporar el modelo competitivo durante la última parte de la fase preparatoria.

Aunque el modelo competitivo puede utilizarse para preparar la competición principal, es probable que el deportista participe en otras muchas competiciones. Estas competiciones pueden estar programadas en un día diferente al microciclo diseñado para la competición principal. Generalmente, el modelo de microciclo debe modificarse en estas situaciones, en especial, si el deportista se clasifica para la competición importante.

La meta principal del microciclo precedente a la competición principal es permitir que el deportista se recupere completamente del estrés fisiológico y psicológico del entrenamiento, de tal modo que consiga el pico de rendimiento. El deportista puede conseguirlo reduciendo la carga de trabajo en, aproximadamente, un 40-60 % durante el microciclo previo a la competición principal. Otra estrategia es manipular la carga durante dos microciclos. De esta forma, reduciéndola gradualmente, el pico de rendimiento puede lograrse entre 8 y 14 días. En el capítulo 9 se presentan muchos ejemplos de estrategias para conseguir picos de rendimiento.

Microciclos de recuperación y regeneración

Los aumentos de la puesta en forma y del rendimiento se producen cuando se elimina la fatiga, por lo que algunos autores declaran que el manejo de la fatiga es primordial en el proceso de entrenamiento concreto (15). Si se maneja apropiadamente, se producirá un efecto de supercompensación que incrementará la puesta en forma y el potencial de rendimiento del deportista.

La recuperación y la regeneración pueden integrarse en un microciclo de muchas formas. Por ejemplo, incluyendo días de descanso, variando la intensidad del entrenamiento y con métodos alternativos de trabajo, el entrenador puede facilitar la recuperación dentro o fuera de las sesiones de entrenamiento (15). Se debe incorporar un microciclo de regeneración al

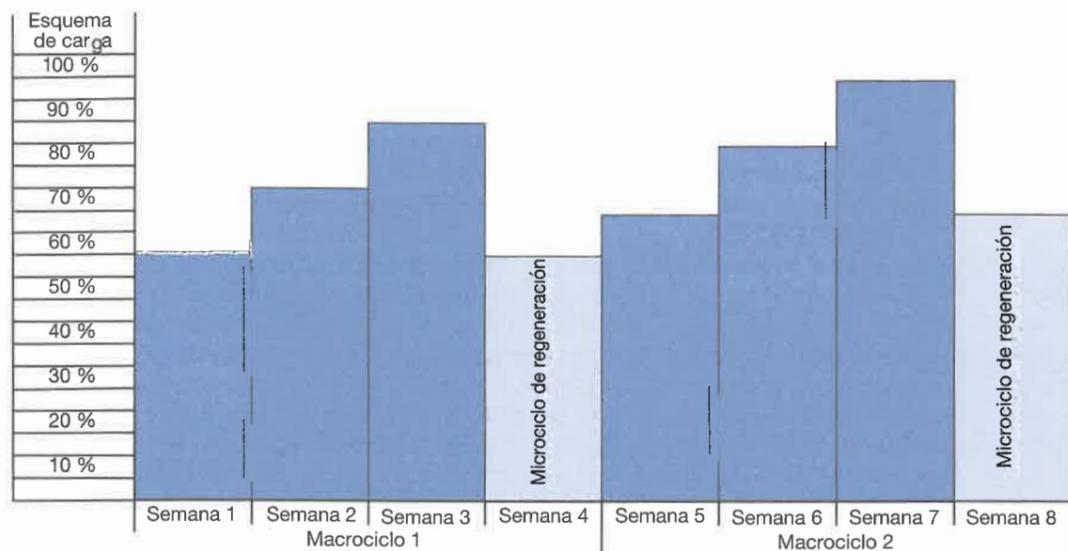


FIGURA 7.23 Emplazamiento de un microciclo de recuperación y regeneración.

final de un macrociclo. La figura 7.23 presenta una estructura escalonada clásica 3:1 (carga y descarga), en la que la semana 4 es de descarga o de microciclo de regeneración. Estos microciclos pueden estructurarse del mismo modo que un microciclo de entrenamiento, pero debe reducirse la intensidad o la frecuencia del entrenamiento.

Otra estructura de microciclo de recuperación es la que contiene sesiones concretas de trabajo diseñadas para estimularla. Estas sesiones pueden contener calentamientos ligeramente más largos y una sesión de entrenamiento relativamente corta, incluyendo tanto trabajo ligero aplicable al deporte como actividades complementarias, seguidas de una serie de actividades diseñadas a facilitar la recuperación. La tabla 7.2 ofrece un ejemplo de sesión de recuperación y varias técnicas de regeneración.

TABLA 7.2 Sesión de regeneración

	Descripción	Duración (min)
Calentamiento	Calentamiento general	10
	Calentamiento específico	20
Sesión de entrenamiento	Trabajo de baja intensidad, tanto del deporte en que se entrena como de alguna actividad complementaria	30
Enfriamiento	Estiramiento estático	10
Regeneración	Inmersión en agua caliente	10-20
	• 37-39°C todo el cuerpo	
	• 37-40°C las piernas	
	• 37-45°C los brazos o las manos	
Técnicas alternativas de regeneración	Masaje de todo el cuerpo	10-20
	Sauna	30
	• 60-140°C; con un 5-15% de humedad	20
	Terapia de contraste	4
	• Termoterapia : 37-44°C	1
	• Crioterapia : 7-20°C	20
	Inmersión en agua fría	
• 12-18°C		

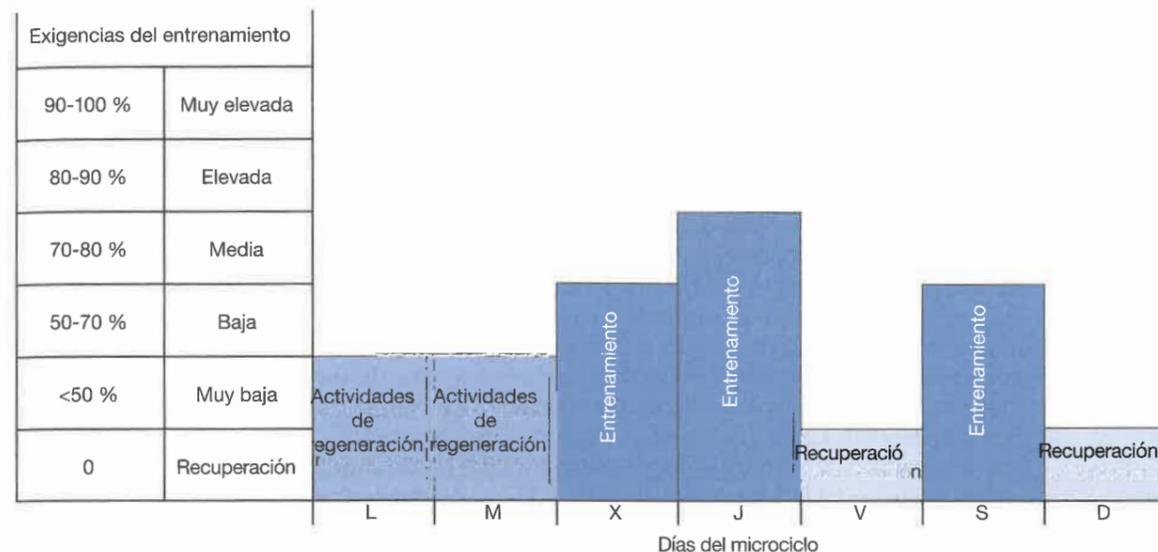


FIGURA 7.24 Microciclo de regeneración.

Los microciclos de regeneración son partes integrales del plan anual, y particularmente importantes durante la fase competitiva. En dicha fase de entrenamiento de muchos deportes, puede haber 2 o 3 microciclos que incluyan una serie de competiciones. Participar en muchas competiciones incrementará la cantidad de fatiga del deportista. Para lograr que el deportista tolere esta gran cantidad de estrés fisiológico y psicológico, han de usarse estructuras de microciclo de regeneración y recuperación. La figura 7.24 presenta un ejemplo de microciclo de regeneración. Está diseñado para eliminar la fatiga fisiológica y psicológica, ayudar a reponer los sustratos energéticos y conseguir la supercompensación del deportista al final del ciclo.

Cuantificación del entrenamiento

El entrenador y el deportista deben utilizar métodos objetivos para planificar las intensidades de entrenamiento o las cargas. Con demasiada frecuencia, los programas de trabajo se basan en preferencias subjetivas. En el mejor escenario, el plan alterna días de entrenamiento duro con días de entrenamiento suave todo el año. En el peor de los casos, el plan utiliza la filosofía de «sin dolor no hay ganancia» y las cargas o intensidades de entrenamiento deben elevarse constantemente lo que, al final, provoca altos niveles de fatiga, e incluso sobreentrenamiento.

Aunque pocos entrenadores cuantifican los parámetros de carga de sus programas de entrenamiento, la cuantificación del entrenamiento es una de las partes más importantes del desarrollo del programa de trabajo. En los deportes individuales (atletismo, natación, remo), el volumen se cuantifica muchas veces utilizando el kilometraje, en forma de kilómetros o millas por microciclo, macrociclo o año de entrenamiento. En los eventos de lanzamiento, se concreta en el número de lanzamientos realizados en los ciclos individuales. La intensidad puede establecerse como la distancia de lanzamiento o de salto, el porcentaje de velocidad máxima o la producción de potencia máxima o el latido cardíaco. En el entrenamiento de fuerza, el volumen se cuantifica como el **tonelaje** (volumen de carga) levantado, las repeticiones semanales por ejercicio o el total de series por sesión; la intensidad se determina por la fuerza máxima del deportista o una repetición máxima (1RM). En los deportes de equipo, rara vez se cuantifican la intensidad y el volumen del entrenamiento, lo cual dificulta a los entrenadores monitorizar el entrenamiento de sus deportistas. Solo en los últimos años, el GPS y los acelerómetros se han convertido en herramientas que utilizan los equipos de alto

nivel para ayudar a la cuantificación exacta del entrenamiento. En el mejor de los casos, se utiliza el tiempo en minutos para especificar la duración de los ejercicios de alta intensidad.

Muchas veces, la cuantificación del entrenamiento es una tarea difícil, pero es más fácil hacerla si el programa de trabajo lo diseña un entrenador para un deportista al que conoce bien. El entrenador debe conocer el historial de entrenamiento del deportista, su capacidad para tolerar estrés fisiológico y psicológico, los puntos fuertes y débiles y el entorno de trabajo. Dado que estas características son diferentes para cada deportista, el programa no se debe compartir con otros deportistas. Es esencial comprender las necesidades y habilidades del deportista para diseñar su plan de entrenamiento. La intensidad se ha de planificar utilizando las ecuaciones establecidas y el volumen de entrenamiento debe cuantificarse.

En todos los programas, la intensidad de entrenamiento del microciclo debe variarse para mejorar la adaptación fisiológica del deportista a las cargas de trabajo y a los estímulos de regeneración tras la sesión. Para cuantificar la intensidad del entrenamiento, el entrenador puede utilizar cuatro de las cinco intensidades de trabajo basadas en las exigencias fisiológicas del deporte. Cada una ha de correlacionarse con el ritmo o tempo de la actividad, el tipo y método de entrenamiento y la respuesta del latido cardíaco del deportista (con una diferencia de pocos latidos por minuto). Las zonas de intensidad deben determinarse según las características bioenergéticas del deporte o el porcentaje de contribución de los diferentes sistemas energéticos. Tras esta información, el entrenador puede planificar el porcentaje de cada nivel de intensidad de los microciclos (tabla 7.3). Del final de la preparación específica hacia delante, el mayor porcentaje de la carga de trabajo debe dirigirse al desarrollo de la destreza dominante y las características bioenergéticas del deporte.

TABLA 7.3 Ejemplo de zonas de intensidad en remo

	Zonas de intensidad*				
	1	2	3	4	5
Características	Resistencia a la velocidad	Resistencia a la potencia	Resistencia específica de carrera	Resistencia aeróbica de media distancia	Resistencia aeróbica de larga distancia
Ritmo de la actividad	Máximo	Muy elevado, mayor que el del porcentaje del encuentro	Rápido, ritmo óptimo y proporciones	Moderado, ritmo menor que el del encuentro	Bajo
Ritmo de palada	>40	37-40	32-36	24-32	<24
Tipo de entrenamiento	Salidas y esprints por encima de 15 s; descanso 1,5 min	Repeticiones de 250-1000 m; descanso 3-10 min	Carreras y pruebas controladas; entrenamiento a intervalos 3-4 min; descanso 4-5 min	Repeticiones largas; ritmo y potencia variable; remo de larga distancia con esprints de 30-60 s	Técnica de larga distancia (ritmo estable)
Latido cardíaco	>180 latidos/min	170-180 latidos/min	150-170 latidos/min	120-150 latidos/min	<120 latidos/min
Bioenergética					
Anaeróbica	80 %	65 %	25 %	15 %	5 %
Aeróbica	20 %	35 %	75 %	85 %	95 %
Volumen total de entrenamiento	10 %		70 %		20 %

*La intensidad de la zona 1 es la más exigente, y la de la zona 5 la menos exigente.

Horario		Microciclo						
		Lun.	Mar.	Mier.	Jue.	Vier.	Sab.	Dom.
9:30-11:30 a.m.	Zona de intensidad*	4	3	5	4	3	4	
	Distribución (km)	24	20	24	24	20	24	
	Entrenamiento	Repeticiones largas: 8 x 2 km	Entrenamiento a intervalos: 10 x 3 min, relación trabajo/descanso 1:1	Resistencia aeróbica, larga distancia	Porcentaje variable, potencia variable	Entrenamiento a intervalos: 6 x 3 min, relación trabajo/descanso 1:1.5	Resistencia aeróbica: 3 x 1 min	
16:00-18:00 p.m.	Zona de intensidad*	2	4		1	4	2	
	Distribución (km)	20	24		20	24	20	
	Entrenamiento	Modelo de entrenamiento: 1 x 250 m, 2 x 500 m, 2 x 1.000 m, 2 x 500 m, 2 x 250 m	Porcentaje variable, potencia variable		Esprints: 500 paladas totales, descanso 1,5 min	Repeticiones largas: 3 x 6 km, descanso 5 min	Modelo de entrenamiento: 1 x 250 m, 6 x 1.000 m, 2 x 500 m, 2 x 250 m	
	Entrenamiento con peso	Fuerza máxima	Resistencia muscular		Fuerza máxima	Resistencia muscular		

FIGURA 7.25 Ejemplo de zonas de intensidad, cuantificadas numéricamente, para construir un microciclo para el remo.

*La intensidad de la zona 1 es la más exigente, y la de la zona 5 la menos exigente.

La tabla 7.3 y la figura 7.25 muestran este concepto aplicado en un microciclo para el remo. En la tabla 7.3, las zonas de intensidad 3 y 4 comprenden el 70 % de la carga de entrenamiento total en la fase competitiva del plan de entrenamiento anual. Las mismas dos intensidades dominan en el ejemplo de la figura 7.25, que demuestra la unión entre el concepto teórico y sus implicaciones en el entrenamiento de los remeros.

Si no hay un método objetivo de cuantificación del entrenamiento, el entrenador puede dividir intuitivamente las destrezas y el entrenamiento en estratificaciones, desde la más difícil (ritmo de juego, carreras y encuentros) a la menos difícil. El ritmo de juego, las carreras o los encuentros, deben situarse en la zona de intensidad 2; tal intensidad se debe utilizar, al menos, en el 50 % del tiempo de entrenamiento por semana.

Un sistema de cuantificación mejor es el que contiene cinco intensidades, en el que la de la zona 5 es una intensidad baja, para usarse en la compensación entre otras intensidades o para facilitar la supercompensación. Dicha estratificación en 5 categorías es la siguiente:

1. Intensidad máxima.
2. Más intensidad que la del ritmo de partido, carrera y encuentro.
3. Ritmo de partido, carrera o encuentro.
4. Menor que la del ritmo de partido, carrera o encuentro.
5. Compensación.

En cualquier caso, en la intensidad más elevada del ritmo de partido, carrera o encuentro está dominado por el aporte energético anaeróbico, mientras que el aporte energético aeróbico domina en intensidades por debajo del ritmo de partido, carrera o encuentro.

Tanto si se utilizan métodos objetivos como subjetivos para cuantificar el entrenamiento, cuando el entrenador planifica el microciclo debe seguir la secuencia correcta. El primer paso es establecer las zonas de intensidad de cada día de la semana e indicarlo en el plan (figura 7.25). Dichas zonas de intensidad deben elegirse para que, cada día de la semana, proporcionen variaciones en la intensidad, el tipo de trabajo o el sistema energético determinado. Después de completado este paso del proceso de planificación, ha de desarrollarse

el programa de entrenamiento (paso 2). Para conseguir los mejores resultados, el entrenador debe incluir muchas variables de trabajo para cada intensidad, independientemente de si se refieren a la táctica, la técnica o a la preparación física. Cada plan debe incluir de uno a tres símbolos de intensidad, lo cual significa que es posible entrenar, al menos, dos tipos de trabajo que sobrecarguen el mismo sistema energético. Esto es fundamentalmente válido para deportes de gran complejidad técnica y táctica. Un ejemplo de deporte de equipo ilustra esta secuencia. La tabla 7.4 es un ejemplo de un método de cuantificación del entrenamiento, y la tabla 7.5 lo es de cómo planificar las zonas de intensidad.

TABLA 7.4 Cuantificación del entrenamiento en un deporte de equipo

	Zonas de intensidad*				
	1	2	3	4	5
Características del entrenamiento	T: complejo; TA: entrenamiento de tolerancia al ácido láctico	T/TA: ejercicios suicidas	TA: $\dot{V}O_2$ máx	T/TA: fosfágeno	T: destreza, precisión en el disparo, servicios, pases
Duración	30-60 s	20-30 s	3-5 min	5-15 s	10 min (muchos episodios)
Intervalos de descanso (min)	3-5	3	2-3	1-2	1
Latido cardíaco (latidos/min)	>180	>180	>170	>170	120-150
Bioenergética					
Anaeróbico (%)	80	90	40	90	10
Aeróbico (%)	20	10	60	10	90
Volumen total de entrenamiento (5)	40		20	20	20

T = técnica; TA = táctica.

*La intensidad de la zona 1 es la más exigente y la de la zona 5, la menos exigente.

Nota: Durante el intervalo de descanso, los deportistas pueden practicar ejercicios técnicos de baja intensidad (por ejemplo, lanzamientos en baloncesto).

TABLA 7.5 Ejemplo de modificación de intensidades durante un microciclo de un deporte de equipo

	Día						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1*	2	4	2	1	5		
3	5	5	3	4			
5			5	5			

*La intensidad de la zona 1 es la más exigente, y la de la zona 5 la menos exigente.

Nota: Muchas intensidades se planifican para un día dado. Cuando se planifican las intensidades, el miércoles y el sábado son días de compensación.

Alternancia de la intensidad y el enfoque del sistema energético durante un microciclo

Alternar en un microciclo las intensidades de trabajo es uno de los métodos más efectivos para prevenir el **estancamiento** y el sobreentrenamiento. Cuanto mayor sea la intensidad, o la producción de potencia de la actividad, mayor será su dependencia del aporte energético anaeróbico (fosfágeno y glucolítico rápido). Un plan que module la intensidad del entrenamiento tendrá como objetivo un sistema energético específico y, por tanto, facilitará la recuperación y la regeneración o bien estimulará las adaptaciones. La estructura de estas variaciones las dicta la fase de entrenamiento (preparatoria vs competitiva) y la necesidad de supercompensar un sistema energético específico antes de la competición. Esto se consigue mejor creando variaciones en el microciclo basadas en la interacción de la fisiología del ejercicio y la metodología del entrenamiento. Un plan que se modifique adecuadamente incrementará en gran medida la posibilidad de que los deportistas alcancen el pico de rendimiento en el momento apropiado.

En la mayoría de los deportes, las exigencias energéticas de su actividad tienen como objetivo preferente al menos 2 sistemas energéticos (10, 15). Aunque el sistema energético principal pueda aislarse como objetivo, todos los demás se mantienen activos, siendo la intensidad del episodio (es decir, la producción de potencia) la que va a dictar qué sistema energético va a ser el de utilización preferente (2). Por tanto, una gran intensidad incrementará la dependencia del fosfágeno y el sistema glucolítico rápido, mientras que una intensidad menor pondrá el énfasis sobre el sistema glucolítico lento y oxidativo (15). Si la competición vacía las reservas energéticas del deportista, debe reducirse la intensidad de trabajo durante los días de entrenamiento post-competitivo. Esta disminución eliminará la fatiga acumulada y, por tanto, estableciendo un microciclo que estimule la recuperación y la regeneración, se preparará al deportista para los siguientes entrenamientos.

Aunque es importante alternar trabajo y regeneración, no siempre es necesario para un competidor que esté completamente recuperado para el siguiente episodio de entrenamiento. Por ejemplo, durante la fase preparatoria, cuando el objetivo principal es desarrollar unos fundamentos fisiológicos fuertes, el deportista no estará completamente recuperado y su rendimiento no tendrá una supercompensación. Cuando las exigencias del entrenamiento disminuyen en los microciclos posteriores de descarga, el nivel de forma física del deportista (es decir, su preparación) se elevará y se incrementará su rendimiento. Por tanto, durante la fase preparatoria, el plan puede incluir microciclos de desarrollo que no den al deportista tiempo suficiente de recuperación de toda la fatiga acumulada. Este proceso estimulará sus sistemas fisiológicos y provocará una mayor mejora de rendimiento tras los futuros microciclos de descarga. A medida que la competición se aproxima, la fatiga generada en la fase preparatoria puede reducirse alternando intensidades de entrenamiento y disminuyendo volumen de trabajo; esto estimula las adaptaciones fisiológicas, elimina la fatiga y permite supercompensar los parámetros físicos.

En los deportes complejos (por ejemplo, los deportes de equipo), alternar el foco de la intensidad y los sistemas energéticos puede ser muy difícil, ya que sus destrezas técnicas y tácticas dependen en gran medida de todos ellos. Tales actividades pueden exigir al deportista que maximice su potencia, su velocidad y su resistencia de alta intensidad para tener éxito. Por tanto, la planificación implica un enigma en el que deben entrenarse muchas tareas para afrontar las demandas del deporte sin provocar sobreentrenamiento. La mejor aproximación es variar las intensidades de trabajo, así como cambiar el objetivo bioenergético del entrenamiento para desarrollar las múltiples facetas de la fisiología del deportista. Puede emplearse el proceso de dos pasos para variar la intensidad del entrenamiento con la intención de dirigirse específicamente a los sistemas energéticos.

El primer paso es clasificar todas las destrezas y tipos de entrenamiento según los sistemas energéticos que se van a sobrecargar. La tabla 7.6 ofrece un ejemplo de clasificación de las destrezas. Aunque esta tabla puede utilizarse como norma para clasificarlas, el deportista puede desear hacerlo según sean relevantes para su deporte. Un método para planificar las

TABLA 7.6 Clasificación de las destrezas y el entrenamiento físico alternando los sistemas energéticos

Día anaeróbico aláctico	Día anaeróbico láctico	Día aeróbico
1. Destrezas técnicas (1-10 s).	1. Destrezas técnicas (10-60 s).	1. Destrezas técnicas de larga duración (>60 s).
2. Destrezas tácticas (5-10 s).	2. Destrezas tácticas (10-60 s).	2. Destrezas tácticas del larga a media duración (>60 s).
3. Aceleración y velocidad máxima.	3. Resistencia a la velocidad (10-60 s).	3. Resistencia aeróbica.
4. Fuerza y potencia máxima.	4. Resistencia a la potencia, resistencia muscular corta.	4. Resistencia muscular media a larga.

Reproducido con permiso de T. O. Bompa y C. Buzzichelli, 2015, *Periodization training for sports*, 3.ª ed. (Champaign, IL: Human Kinetics), 169.

sesiones de entrenamiento diarias es tener como objetivo los sistemas energéticos específicos de todas las destrezas y las actividades del entrenamiento. Al contrario, las sesiones diarias pueden tener como objetivo una opción de entrenamiento y dejar el equilibrio de otras actividades para otros días.

El segundo paso es planificar un microciclo que alterne las opciones de entrenamiento de la tabla 7.6, para estimular los sistemas energéticos específicos. La modificación de las cargas de trabajo, junto con la aportación de la nutrición, permitirán al deportista reponer las fuentes energéticas facilitando las adaptaciones fisiológicas que, al final, incrementarán el rendimiento.

Los microciclos que alternan los sistemas energéticos no se planifican a lo largo del plan anual. En algunas fases de entrenamiento, la fatiga puede eliminarse estimulando las supercompensaciones, mientras que en otras se generan altos niveles de fatiga con el objetivo de estimular las adaptaciones fisiológicas del deportista. Incluso pensando que en estos microciclos se alternan las cargas de trabajo, es probable que las exigencias globales del entrenamiento generen una gran cantidad de fatiga que disminuya la preparación y, al final, suprimirá el efecto de supercompensación.

En este capítulo se presentan muchos ejemplos sobre cómo manipular las exigencias del entrenamiento (ver las figuras de la sección siguiente). Alternar las exigencias de entrenamiento estimulará al deportista durante unos días de entrenamiento, lo que le provocará un elevado nivel de fatiga; otros días se eliminará la fatiga en respuesta a episodios de trabajo menos estimulantes. Cada ejemplo de microciclo contiene un diagrama de las dinámicas de la fatiga o la supercompensación, como respuesta a las diferentes sesiones de entrenamiento.

Los deportes de equipo son muy complejos, y una simple sesión de entrenamiento estresará los diversos sistemas de energía, así como también los sistemas neuromusculares (técnica, velocidad máxima, fuerza y potencia). La figura 7.26 ofrece un ejemplo de cómo puede variar un microciclo. La sesión del lunes carga sobre el sistema neuromuscular, el fosfágeno y el sistema energético glucolítico. Las actividades de corta duración que implican velocidad, potencia y fuerza máxima utilizan el ATP-PCr como combustible. Sin embargo, gran cantidad de estas actividades exigen inadecuados intervalos de descanso para recuperar el fosfato de creatina, lo que puede vaciar los depósitos de glucógeno. En función del volumen e intensidad de trabajo, la recuperación del lunes debe ser relativamente rápida, permitiendo al deportista realizar sesiones de trabajo el miércoles sin excesiva fatiga.

En el plan tradicional, en el que los deportistas experimentan altos niveles de estrés fisiológico casi a diario, la sesión más exigente que se realiza el lunes en la figura 7.26, puede vaciar los depósitos de glucógeno y provocar altos niveles de fatiga acumulada. Alternar las intensidades de entrenamiento puede ayudar al deportista a manejar mejor esta fatiga. Por ejemplo, en la figura 7.26, el lunes es un día de entrenamiento de gran cantidad de estrés fisiológico, mientras que el martes contiene el entrenamiento táctico y de resistencia, realizados a mucha menor intensidad. El resto del microciclo alterna el estrés con el fin de modular la fatiga.

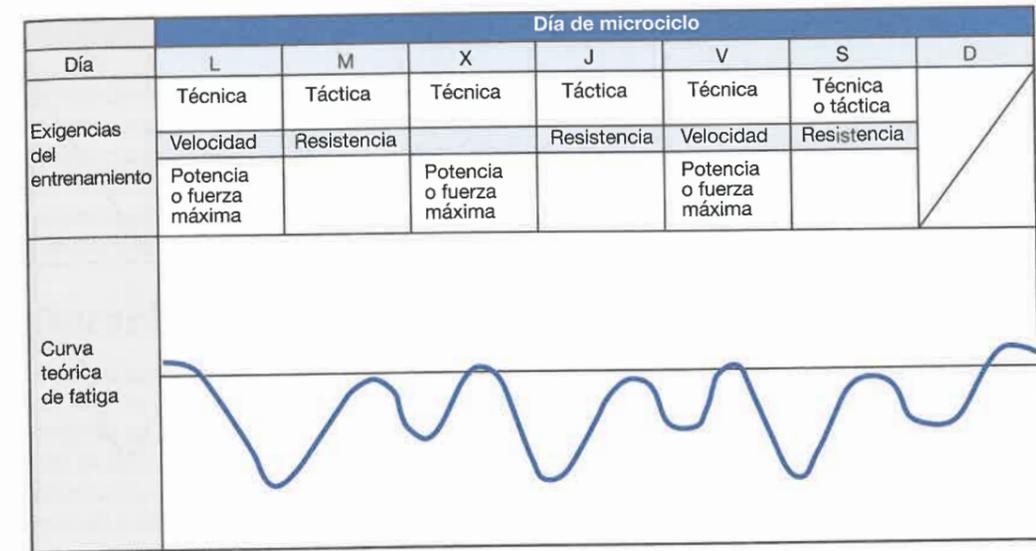


FIGURA 7.26 Microciclo para usar al final de la fase preparatoria de entrenamiento de un deporte de equipo.

La figura 7.27 presenta otro ejemplo de cómo se pueden alternar los factores estresantes del entrenamiento durante un microciclo. Presenta un modelo hipotético de deporte en el que dominan la velocidad y la potencia. El entrenamiento para la velocidad y la potencia se hace el mismo día que el de resistencia a la potencia, lo cual se marca en la repetición de los ejercicios de 10 a 25 veces por serie. Dos días de entrenamiento de alta intensidad, en el que se sobrecargan el fosfágeno y el sistema glucolítico, preceden al día de trabajo que se centra en el ritmo del entrenamiento y en el desarrollo de la resistencia (compensación).

La figura 7.28 es un microciclo para un deporte en el que predomina la capacidad de resistencia aeróbica y, por tanto, se soporta sobre todo en el **metabolismo oxidativo**. Este plan, simultáneamente, incluye tipos de entrenamiento de fuerza que cargan sobre el mismo sistema energético en un día concreto. Como consecuencia, la resistencia muscular o el elevado volumen de trabajo de la fuerza (muchas repeticiones) se realiza tras un episodio de resistencia. Las actividades de mayor intensidad (la fuerza máxima o la resistencia a la

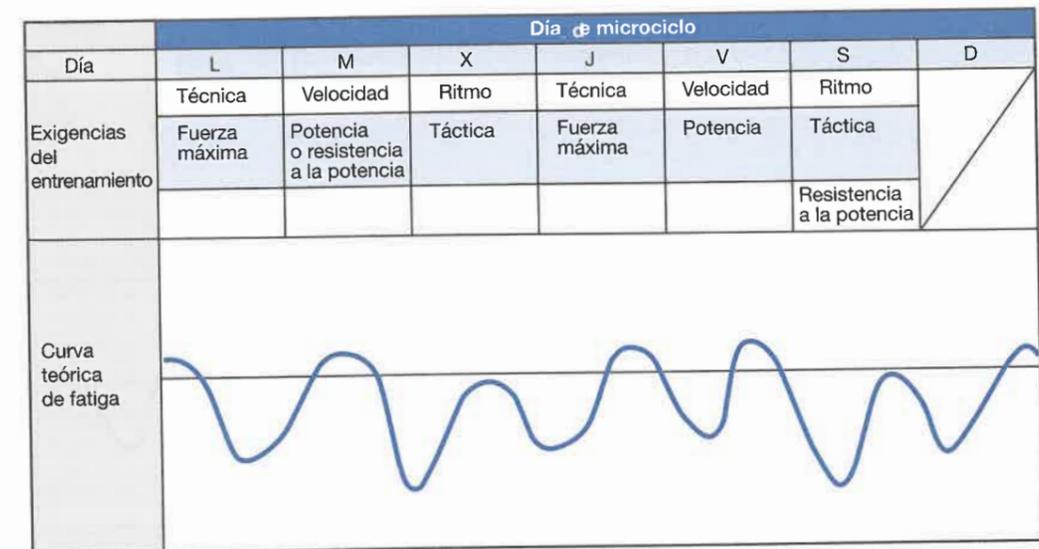


FIGURA 7.27 Alternancia del estrés de entrenamiento para un deporte de velocidad y potencia.

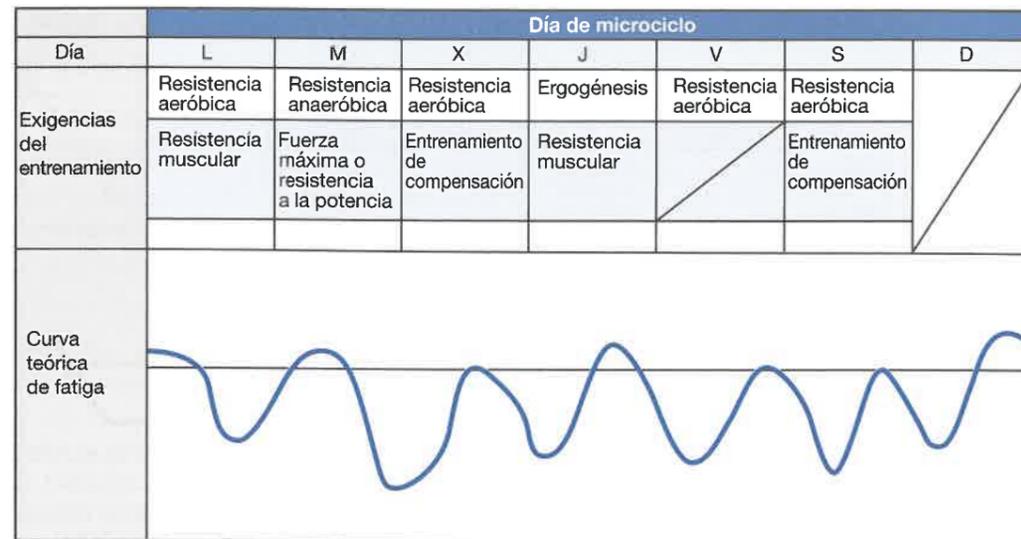


FIGURA 7.28 Alternancia del estrés de entrenamiento para un deporte de resistencia.

potencia) se producen el día en que se sobrecargan específicamente los sistemas del fosfágeno y glucolítico. El entrenamiento de intensidad específica del evento se realiza el martes. En ocasiones, este tipo de entrenamiento objetivo se denomina **ergogénesis**.

La figura 7.29 muestra la estructura de un microciclo para un deporte de resistencia en el que la competición dura entre 4 y 6 minutos. En este ejemplo, la resistencia de alta intensidad, que estresa tanto el sistema del fosfágeno como el glucolítico, es importante para rendir con éxito. Los días que tienen como objetivo el desarrollo de la resistencia de alta intensidad (es decir, producir estrés glucolítico significativo), se siguen de trabajo aeróbico de baja intensidad, que se utiliza como actividad de compensación. La meta es desarrollar la capacidad de producir altos niveles de ácido láctico, amortiguarlo y eliminarlo rápidamente, induciendo un porcentaje de recuperación más rápido. En este ejemplo, los días que siguen al entrenamiento de intervalos de alta intensidad siempre continúan con días de entrenamiento de compensación diseñados para mejorar la recuperación.

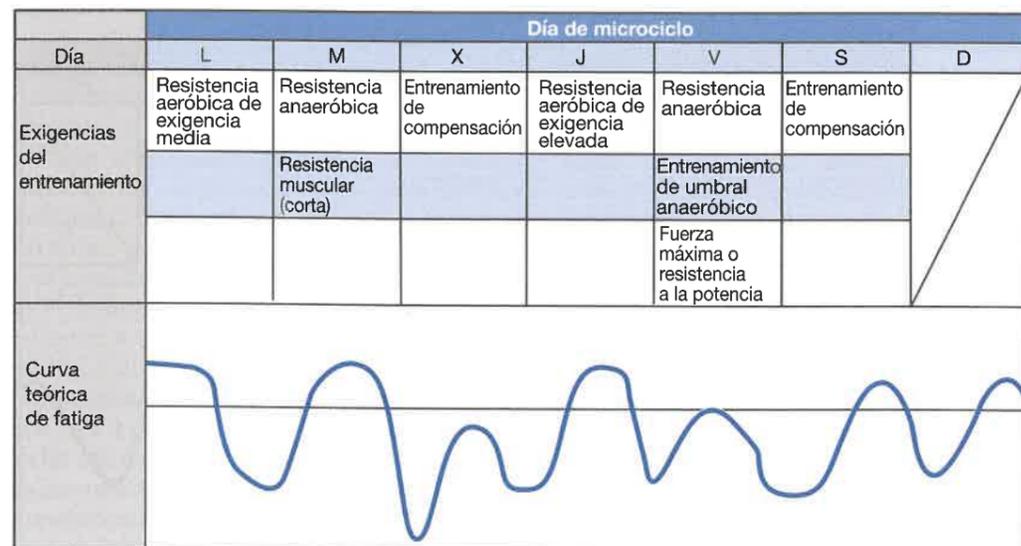


FIGURA 7.29 Alternancia del estrés de entrenamiento para un deporte de resistencia de entre 4 y 6 min (potencia aeróbica).

Macro ciclo

El término *macro* deriva de la palabra griega *makros*, que significa «grande». Un macrociclo de entrenamiento es una fase que dura entre 2 y 6 semanas o microciclos. El microciclo se utiliza para planificar el futuro inmediato, mientras que el macrociclo proyecta la estructura de un programa de entrenamiento con varias semanas de adelanto. Por tanto, se puede pensar que el macrociclo es la estructura general del entrenamiento y una proyección hacia el futuro, mientras que el microciclo es el plan exacto utilizado para realizar las metas objetivo.

Duración de un macrociclo

Aunque los planes del macrociclo que preparan al deportista para diferentes actividades deportivas puedan tener algunas similitudes, es probable que cada deporte tenga exigencias propias que deban ser atendidas. Estas dictarán, en la mayoría de los casos, la estructura del macrociclo. La estructura de las cargas y la duración de los macrociclos pueden ser diferentes en función del deporte y la fase de entrenamiento. Por tanto, han de elaborarse cuidadosamente para afrontar los objetivos de entrenamiento individuales del deportista. La tabla 7.7 presenta una estructura de macrociclo para el plan de entrenamiento de fuerza de un equipo americano de fútbol femenino universitario.

Cuando se establece la duración del macrociclo, el entrenador debe tener en cuenta la fase de entrenamiento. Generalmente, su fase preparatoria es más larga (4 a 7 semanas) que la competitiva, para que puedan llevarse a cabo los objetivos de dicha parte del plan de trabajo anual. En este contexto, el macrociclo debe ser lo suficientemente largo como para desarrollar las habilidades biomotoras, las destrezas técnicas o los elementos tácticos. Por tanto, un método para determinar la duración del macrociclo es considerar el tiempo necesario para perfeccionar una habilidad o sus componentes.

El programa competitivo también influye en la estructura del macrociclo. Durante la fase competitiva, al tener que ajustarse al programa de la competición, los macrociclos son más cortos, conteniendo dos o tres microciclos semanales. La competición debe coincidir con la terminación del microciclo de descarga, situado al final del macrociclo; esto proporcio-

TABLA 7.7 Estructura de macrociclo para el entrenamiento de fuerza de un equipo americano de fútbol femenino universitario

Mes	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.
Fase	Preparatoria		Precompetitiva		Competitiva		
Foco	Adaptación anatómica	Fuerza máxima (70-85 % 1RM)	Potencia y agilidad		Mantenimiento	Mantenimiento	Pico de rendimiento
Número de microciclos	4	4	6	2	4	4	4
El énfasis sobre los objetivos de entrenamiento							
Resistencia muscular	Elevada	Moderada	Baja	—	Baja	Baja	—
Fuerza	Moderada	Alta	Moderada	Baja	Baja	Baja	Baja
Potencia	Baja	Moderada	Alta	Moderada	Moderada	Moderada	Baja
Velocidad	—	Baja	Moderada	Alta	Moderada	Moderada	Moderada

nará al entrenador información sobre el progreso del deportista de su nivel de rendimiento objetivo. Si en el mes de la fase competitiva hay muchos eventos programados (es posible que tantos como ocho), como ocurre normalmente en los deportes de equipo, el entrenador debe decidir cuáles son los más importantes. En este tipo de estructura de macrociclo, se pone menor énfasis en las competiciones menos importantes, que se utilizan simplemente para entrenar, y cuyos resultados proporcionarán información sobre la preparación del deportista para un encuentro principal. Por tanto, la duración del macrociclo debe permitir que su último microciclo conduzca a la competición más importante.

Consideración estructural para un macrociclo

El desarrollo de la estructura de un macrociclo se basa en sus objetivos, la fase de entrenamiento y el programa competitivo. Por tanto, los macrociclos del plan de entrenamiento anual deben variar según los objetivos de trabajo de cada fase del plan (es decir, preparatoria, competitiva y de transición).

Macrociclos para la fase preparatoria

El objetivo principal de la fase preparatoria es producir adaptaciones fisiológicas, psicológicas y técnicas que servirán de fundamento para el rendimiento deportivo. En algunos deportes, existe la tendencia inquietante de establecer programas competitivos durante todo el año. Estos programas limitarán la capacidad de rendimiento del deportista ya que dispondrán de muy poco tiempo para dedicar a la fase preparatoria. En un plan de entrenamiento anual correctamente elaborado, la fase preparatoria es la parte crucial, además del fundamento del éxito competitivo.

Es muy conveniente desarrollar macrociclos para la fase preparatoria del entrenamiento. Las exigencias del trabajo determinan que se desarrollen siguiendo un método de carga escalonada. La figura 7.30 representa dos ejemplos de carga escalonada: los esquemas 4:1 y 3:1. En el esquema de carga 4:1, la carga de entrenamiento se incrementa durante los primeros cuatro microciclos y la regeneración y descarga se planifican en el último. Estos esquemas de carga trabajan bien durante el comienzo de la primera parte de la fase preparatoria, cuando el deportista intenta desarrollar su base fisiológica, adquirir unos hábitos técnicos correctos y aprender nuevas destrezas técnicas o tácticas. También es muy adecuado para la fase preparatoria el esquema de carga 3:1, y es probable que sea el más utilizado. Este

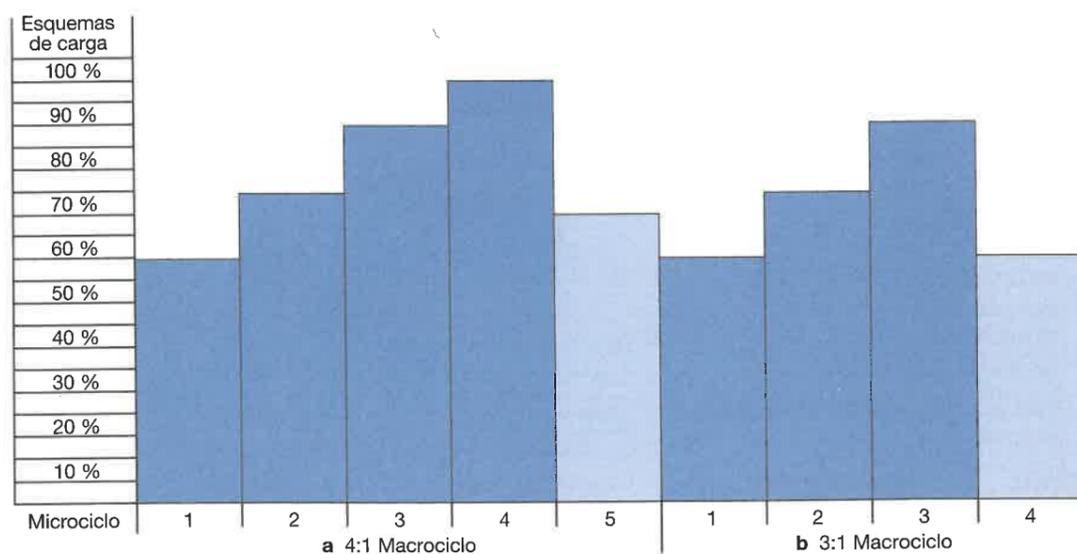


FIGURA 7.30 Dos ejemplos de macrociclo desarrollando (a) el modelo 4:1 y (b) el modelo 3:1.

esquema de carga se adapta bien a los biociclos naturales del organismo (5). El esquema de carga 3:1 contiene tres microciclos con incremento de las cargas de trabajo, seguidos de uno de regeneración o descarga. Si al finalizar el tercero el nivel de fatiga es muy alto, la carga utilizada en el cuarto se puede disminuir aún más, o utilizar un segundo microciclo de regeneración siguiendo un esquema de carga 3:2. Cuanto más elevado sea el estrés de entrenamiento en un microciclo, más tiempo se necesitará para que el deportista muestre mejoras en el rendimiento o consiga el efecto de supercompensación (4). Halson y colaboradores demostraron que, tras dos semanas de exigencias de carga muy alta, fueron necesarias dos semanas de descarga para devolver la capacidad de rendimiento al nivel de precarga.

Macrociclos para la fase competitiva

La dinámica de los macrociclos competitivos la dictan los calendarios de competición. Debido a esta relación, hay numerosas estructuras de macrociclo específicas de cada deporte.

En los deportes de equipo en los que se compita una o dos veces por semana, debe utilizarse un esquema de carga estable durante la temporada. Dentro de esta estructura, los microciclos variarán en intensidad y volumen, en especial los que contengan competiciones. En estos, su contenido se establecerá intercalando días de regeneración con días de entrenamiento, que fluctuarán entre diferentes niveles de exigencia (baja a elevada). Para dirigir la exigencia de carga única de los deportes de equipo, los entrenadores deben pensar en utilizar microciclos de diferentes esquemas de carga.

Los esquemas de carga de los macrociclos pueden ser 4:1, 3:1, 2:1, 1:1, 2:2 o cualquier otra combinación. Por lo general, los macrociclos más largos (4:1, 3:1) se emplean durante la preparación general. En la preparación específica, las habituales son las de 3:1 y 2:1; esta última se utiliza fundamentalmente en los deportes de potencia y en el formato de cargas planas. Durante la fase competitiva, se emplean con más frecuencia los microciclos de descarga (que permiten eliminar la fatiga y aumentar el rendimiento). Por tanto, las estructuras de macrociclo más habituales son 2:1, 1:1 y 2:2. Para conseguir el pico de rendimiento para una competición importante, o cuando el equipo ha de enfrentarse a contrarios fuertes durante dos fines de semana consecutivos, pueden planificarse dos microciclos de descarga seguidos (para disminuir progresivamente la intensidad, como se explica en la siguiente sección).

Otra importante consideración con respecto a la estructura de los macrociclos, es el número de picos de rendimiento que contiene la fase. Por ejemplo, en el macrociclo que se presenta en la figura 7.31, la competición preliminar es el 9 de julio y la principal el 14 de agosto. No hay otras competiciones planificadas en los microciclos entre estas dos fechas importantes. Los resultados obtenidos de las clasificaciones se utilizan como marcadores de los progresos hacia el evento principal, y sirven de guía para las modificaciones previas a la competición principal. Si se producen eventos añadidos entre estas dos competiciones, el interés se centrará en trabajar para rendir bien, en lugar de seguir con el entrenamiento. Además, si aumenta el número de eventos durante el macrociclo, el deportista experimentará un incremento significativo de fatiga, lo cual puede impedir que rinda en la competición principal al final del ciclo.

En la figura 7.31, las dos competiciones están separadas por muchos microciclos. El primero después de la competición de calificación es un microciclo de regeneración, diseñado para eliminar la fatiga y permitir que el deportista se recupere del estrés de la primera competición. Los siguientes tres microciclos se programan para perfeccionar las destrezas técnicas, las estrategias tácticas y la capacidad física. Están diseñados para desarrollar la confianza del deportista en sus habilidades y desarrollar los niveles de motivación necesarios para que rinda al máximo en el evento principal del 14 de agosto. Los días del 8 al 14, antes de la competición del 14 de agosto, se utilizan para conseguir el pico de rendimiento (ver la figura 9.3 del capítulo 9). Durante este tiempo, disminuye la carga de entrenamiento para elevar el nivel de puesta en forma y, como consecuencia, disminuir la fatiga. Si la fase de pico de rendimiento se estructura correctamente, el rendimiento se incrementará significativamente.

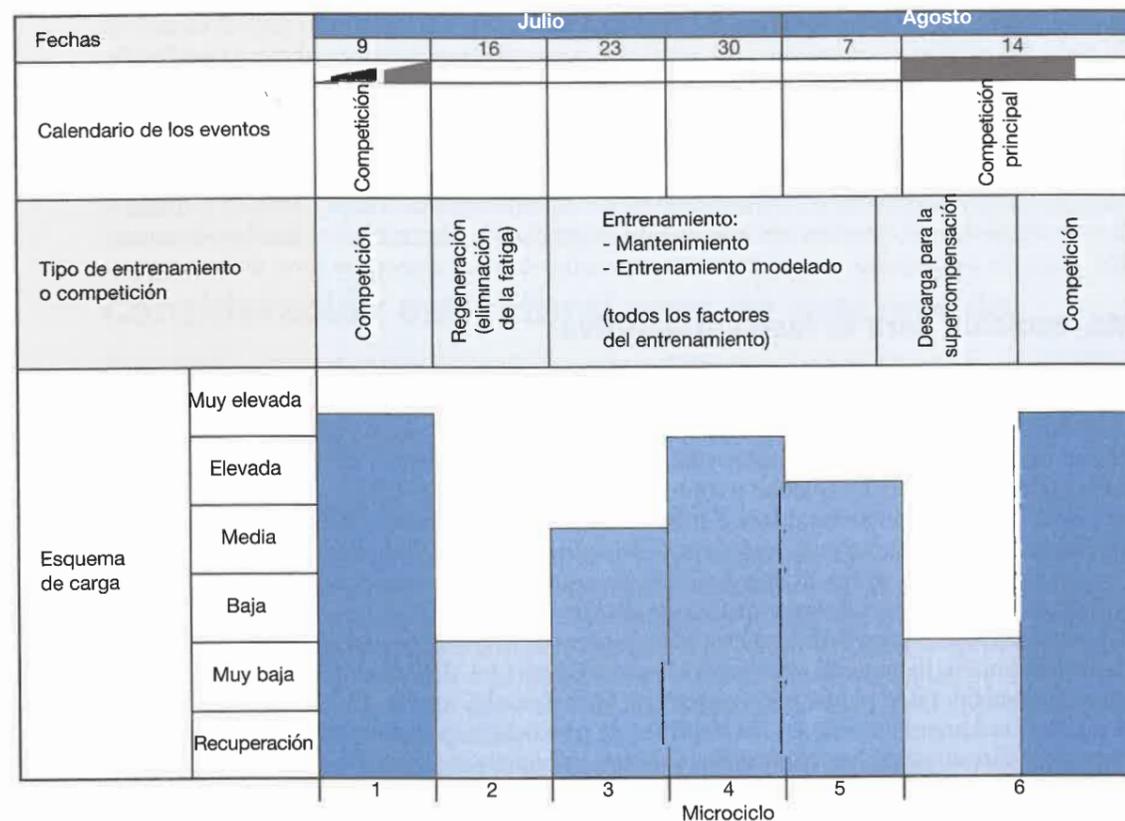


FIGURA 7.31 Estructura de macrociclo para dos competiciones importantes.

Macrociclos de descarga y de disminución progresiva (*tapering*) de la intensidad para las competiciones

La meta de los macrociclos de descarga y de disminución progresiva de la intensidad es eliminar la fatiga para estimular una supercompensación del rendimiento. Parece que la disminución progresiva óptima, o la duración de la descarga, ha de hacerse entre 8 y 14 días, exigiendo que la carga disminuya en alrededor del 40 al 60 % (8). Se emplean cuatro estrategias para disminuir la carga: lineal, de disminución lenta, de disminución rápida o de disminución progresiva (12). El tipo y duración de la disminución progresiva de la intensidad está determinada, sobre todo, por la carga de entrenamiento de las semanas previas al período de disminución. Por ejemplo, si la carga de entrenamiento es elevada, el período de descarga o de disminución progresiva puede requerir más tiempo y una mayor reducción de la carga de trabajo. Las estrategias básicas de disminución progresiva parece que son efectivas en muchos deportes, incluidos la halterofilia, el atletismo y la natación. En el capítulo 9 puede hallarse más información sobre las estrategias de disminución progresiva de las cargas.

Macrociclos para la fase de transición

La fase de transición es una parte importante del plan de entrenamiento anual. En la figura 7.32 se presenta una estructura de macrociclo básico para la fase de transición. En el capítulo 8 se ofrecen más detalles acerca de la estructura de la fase de transición.

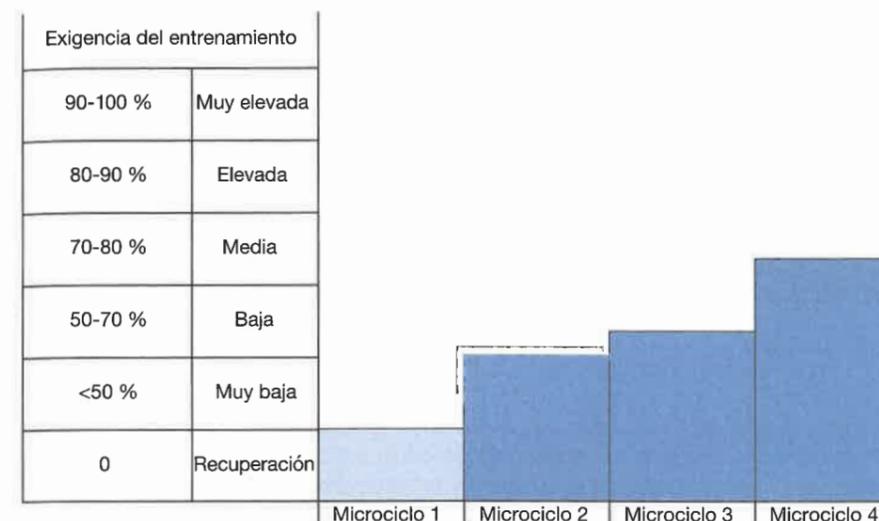


FIGURA 7.32 Esquema de carga de un macrociclo de transición.

Resumen de los conceptos principales

El microciclo es la parte más importante y funcional del plan de entrenamiento anual. El macrociclo es útil para dividir el plan de entrenamiento anual en segmentos más pequeños. Al final, el macrociclo dirige el objetivo de los microciclos de cumplir las metas del plan de entrenamiento anual.

Un microciclo puede sufrir variaciones en la carga de entrenamiento (volumen e intensidad) para facilitar la recuperación. La técnica utilizada para hacerlo se basa en los principios científicos relacionados con la capacidad del organismo para recuperarse del estrés del entrenamiento. La aplicación de los modelos de microciclo se basa en muchos factores fisiológicos relacionados con la habilidad del organismo para tolerar, recuperarse y adaptarse a los esfuerzos del entrenamiento. Si las cargas de trabajo se varían adecuadamente, el deportista será capaz de recuperarse de ellas y tolerar las exigencias del trabajo las cuales, al final, son las que van a mejorar su rendimiento. Sin embargo, el programa del microciclo no debe interpretarse rígidamente; en lugar de ello, más bien deben hacerse ajustes a partir de informaciones subjetivas y de los datos objetivos basados en la respuesta individual del deportista a las cargas de trabajo. El nivel aceptable de fatiga residual varía según los objetivos de las sesiones y las fases del plan anual.

Es importante variar los esquemas de carga entre los microciclos. Esto permite variar la carga de entrenamiento a lo largo del macrociclo, de tal forma que el deportista pueda afrontar la fatiga acumulada y evitar el sobreentrenamiento. El entrenador ha de secuenciar apropiadamente los microciclos de desarrollo, competición, recuperación-regeneración y de pico de rendimiento-descarga.

El microciclo y el macrociclo se estructuran para dirigir el entrenamiento, de tal forma que el deportista logre un pico fisiológico y psicológico en el momento apropiado. El plan de entrenamiento tiene que basarse en los conceptos de especificidad bioenergética del entrenamiento, la fisiología muscular, la fisiología hormonal y la respuesta del organismo al estrés del trabajo. Para dirigir mejor el programa de entrenamiento, el entrenador debe considerar la cuantificación del estrés de trabajo con el sistema numérico de intensidad y de volumen reseñados en este capítulo.

Periodización del plan anual

8

La eficiencia es una de las cualidades más deseadas por cualquier profesional. Para ser eficiente, el entrenador debe ser organizado y utilizar la periodización como una herramienta para planificar el entrenamiento del deportista. Incluso entrenadores poseedores de grandes conocimientos pueden comprometer su efectividad si carecen de una buena planificación de las destrezas. Por ello, este libro se centra sobre la periodización, la cual puede utilizarse en los deportes profesionales para elaborar una amplia variedad de planes.

Un entrenador bien organizado tiene a su disposición muchos tipos de planes, incluidos los que son a corto plazo (por ejemplo, los de la sesión de un día), microciclos, macrociclos y los planes anuales. Al comienzo de un nuevo año de entrenamiento, debe crear un modelo de plan anual. Aunque dicho plan deba ser tan detallado como sea posible, también es importante que pueda aplicarse con mucha flexibilidad. En realidad, esto significa que, basándose en los resultados de los test, los progresos en el entrenamiento y las competiciones finales, el entrenador pueda modificar el plan original ligera o ampliamente. El entrenador debe tener en cuenta tanto el progreso como el estancamiento de la evolución en el rendimiento del deportista y, como resultado, hacer cambios en el plan. Ha de estar preparado para ser flexible; planificar y programar no debe ser algo rígido.

Plan de entrenamiento anual y sus características

El plan anual y sus fases de entrenamiento son herramientas esenciales para maximizar las adaptaciones fisiológicas del deportista, lo que es un prerrequisito para mejorar su rendimiento. Sin la progresión de las exigencias del entrenamiento, de fase a fase, no se podrán conseguir altos rendimientos. Durante el último mes de entrenamiento (fase de transición), el plan variará del resto del año de entrenamiento para reducir el estrés fisiológico y psicológico, eliminar la fatiga, inducir la regeneración y preparar al deportista para afrontar el siguiente año de trabajo.

La meta del entrenamiento es inducir adaptaciones fisiológicas y optimizar el rendimiento en momentos puntuales específicos, por lo general, coincidentes con las principales competiciones del año. Para satisfacer estas metas, el potencial fisiológico del deportista debe aumentar en el momento adecuado y, de este modo, asegurar un mayor potencial de rendimiento de alto nivel. La preparación del deportista para competir exige una interacción compleja de destrezas, habilidades biomotoras, rasgos psicológicos, nutrición bien planificada y el manejo de la fatiga. La mejor aproximación para satisfacer tales metas es la de una periodización del entrenamiento, elaborado lógicamente y con la secuencia adecuada.

El plan anual es la base para estimular las adaptaciones fisiológicas y psicológicas, a la vez que para manejar la fatiga. En el contexto del plan, el mayor reto es conseguir los picos de rendimiento del deportista en los momentos adecuados durante el año de entrenamiento. Cuando se trabaja con deportistas inexpertos, el entrenador dirigirá sus planes de

entrenamiento aportándoles información sobre ellos. Por el contrario, en el caso de que sean deportistas de élite, el entrenador deberá reforzar la información que les da para establecer los objetivos y estructura de los planes de entrenamiento anual. Implicar a los competidores de élite en el proceso de planificación puede crear un entorno positivo en el que estos pueden utilizar los procesos de planificación como herramienta de motivación.

El plan de entrenamiento anual debe constar, al menos, de tres fases: preparatoria, competitiva y de transición. El número de veces que estas tres fases se repiten dependerá del tipo de plan utilizado (por ejemplo, monociclo, biciclo, triciclo, y de **picos múltiples de rendimiento**). Sus objetivos y características se mantendrán sin cambios, independientemente de cuántas veces se repitan durante el plan de trabajo anual. Para optimizar el desarrollo del deportista, y aumentar su potencial de entrenamiento y puesta en forma para la competición, cada fase debe secuenciarse y estructurarse correctamente y estar integrada por completo.

Fase preparatoria

Probablemente, la fase preparatoria es la más importante del plan de entrenamiento anual. En ella se establecen las bases físicas, técnicas y psicológicas sobre las que se desarrollará la fase competitiva. El mayor nivel de sus adaptaciones, resultado del incremento en esta fase del volumen de trabajo, permitirá al deportista tolerar mejor el aumento de la intensidad de entrenamiento que se produce en la fase competitiva. Sin embargo, si la fase preparatoria es inadecuada, en la competitiva se verá comprometida la capacidad del deportista para tolerar el entrenamiento y maximizar su rendimiento. La fase preparatoria tiene los siguientes objetivos:

- Adquirir y mejorar la capacidad de entrenamiento físico general.
- Mejorar las capacidades biomotoras que requiere el deporte.
- Cultivar los rasgos psicológicos.
- Desarrollar, mejorar o perfeccionar la técnica.
- Familiarizar a los deportistas con las maniobras básicas de las estrategias que se van a aprender en la siguiente fase.
- Enseñar a los deportistas la teoría y metodología del entrenamiento específicas del deporte.
- Desarrollar un plan individualizado de nutrición específico del deporte.

La fase preparatoria dura entre 3 y 6 meses en función del clima, el deporte y el tipo de plan anual que se utilice (por ejemplo, monociclo, biciclo, triciclo, múltiples de rendimiento). En los deportes individuales, en especial los de resistencia aeróbica (por ejemplo, maratón, triatlón, y esquí nórdico), la fase preparatoria es, aproximadamente, dos veces más larga que la competitiva; en los deportes de equipo, puede ser algo más corta, pero no de menos de 2 a 3 meses, en especial, para los deportistas jóvenes. Sin embargo, para los jugadores de clase internacional esta puede durar solo de 3 a 5 semanas por razones organizativas, como el programa de competiciones. La fase preparatoria es específica para cada deporte y diferente en cada subfase (tabla 8.1). En todo deporte, la fase preparatoria se divide en dos subfases: general y específica. Para los deportistas de clase internacional, que utilizan el plan múltiples de rendimiento (por ejemplo, en deportes de equipo o de raqueta), la subfase general es muy corta.

Subfase de preparación general

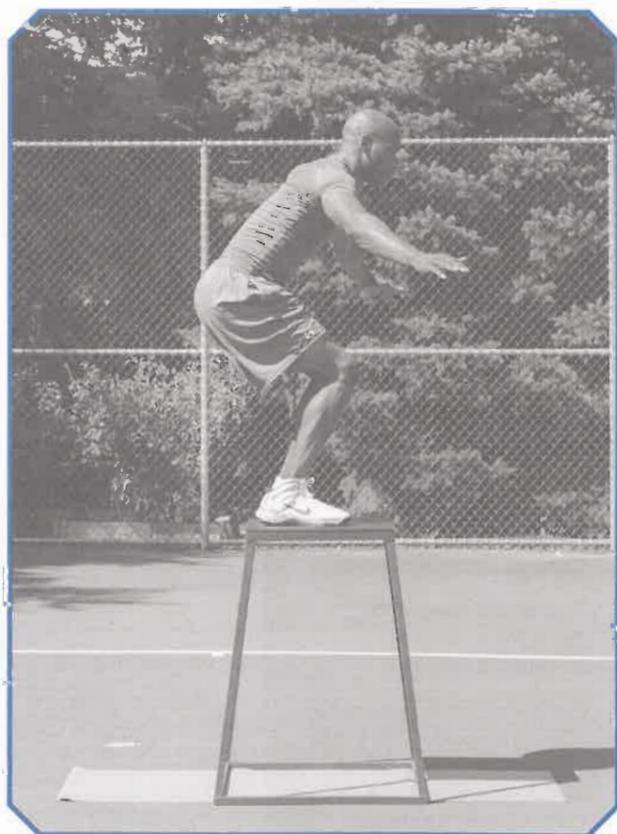
La subfase de preparación general se utiliza para aumentar la capacidad de trabajo del deportista, incrementar su preparación física general, mejorar los elementos técnicos e intensificar la base de habilidades tácticas. El énfasis principal de esta subfase es el de establecer un alto nivel de acondicionamiento físico, con el que mejorará la capacidad fisiológica y psicológica del deportista para tolerar las exigencias tanto del entrenamiento como de la competición.

TABLA 8.1 Objetivos de entrenamiento de cada subfase de la fase preparatoria

Deporte	Factor dominante de entrenamiento	Subfase	
		Preparación general	Preparación específica
Gimnasia	Físico Técnico	Fuerza general y máxima Elementos técnicos	Fuerza específica y potencia Elementos de la mitad o de la estructura completa de la rutina
Remo	Físico	Resistencia aeróbica Adaptación anatómica Fuerza máxima Resistencia muscular	Resistencia anaeróbica Resistencia aeróbica Resistencia muscular
Natación (100 m)	Físico	Resistencia aeróbica Adaptación anatómica Fuerza máxima	Resistencia anaeróbica Resistencia aeróbica Fuerza máxima Potencia máxima
Natación (800 m)	Físico	Resistencia aeróbica Adaptación anatómica Fuerza máxima	Resistencia anaeróbica Resistencia aeróbica Resistencia muscular
Deportes de equipo	Técnico Táctico Físico	Elementos técnicos Tácticas simples individuales y de equipo Resistencia al ejercicio de alta intensidad Fuerza general y máxima	Elementos técnicos aplicados en las situaciones de juego Táctica de equipo Resistencia anaeróbica Desarrollo de la potencia

Independientemente del deporte de que se trate, una base física firme es el componente esencial del competidor. Por lo general, esta base se establece utilizando ejercicios generales y específicos del deporte más que dependiendo del desarrollo de destrezas específicas de este. Por ejemplo, un entrenador de gimnasia puede dedicar los primeros 2 o 3 microciclos al desarrollo de la fuerza general y específica, necesarias para conseguir maestría en ciertos elementos técnicos de los ciclos siguientes. Este concepto es válido para otros deportes, en los que determinados atributos físicos pueden limitar los progresos técnicos. Muchas veces, la incapacidad para desarrollar destrezas técnicas es resultado del desarrollo inadecuado de la base física. Por tanto, hay que asegurarse de determinar si el deportista posee un soporte físico adecuado para el rendimiento técnico de un elemento o destreza.

Durante esta subfase, el plan tiene un elevado volumen de entrenamiento, con ejercicios que exigen esfuerzos tanto generales como específicos. La meta es mejorar la capacidad de trabajo y el impulso psicológico (determinación, perseverancia y fuerza de voluntad) necesarios para el deporte. Por ejemplo, el desarrollo de la resistencia aeróbica es el objetivo fundamental en los deportes en los que esta es la habilidad dominante, o el mayor contribuyente, del rendimiento (por ejemplo, correr, natación, remo, esquí nórdico, ciclismo). En estos deportes, del 70 al 80 % del tiempo total de entrenamiento se dedica al desarrollo de la resistencia aeróbica, objetivable en millas o kilómetros cubiertos en el entrenamiento. En aquellas actividades en las que la fuerza, la potencia y la velocidad son atributos importantes, esta fase se centrará en el desarrollo de las adaptaciones anatómicas y de la fuerza máxima. Un método cuyo objetivo es el de incrementar la capacidad de trabajo, e inducir las adaptaciones necesarias para la actividad deportiva, consiste en aumentar el peso levantado o el volumen de la carga de trabajo.



Es importante establecer un elevado nivel de acondicionamiento físico antes de comenzar tareas de entrenamiento específicas.

El proceso difiere algo más en los deportistas de deportes de equipo: mientras desarrollan su base física, también deben emplear un tiempo sustancial en el trabajo de las destrezas técnicas y tácticas. Pero, aunque mejorar la técnica y la táctica es un aspecto importante del proceso de entrenamiento, el plan no debe olvidar el progreso de los ejercicios de elevada intensidad, resistencia, fuerza y velocidad, ya que estos componentes de la base física sientan los cimientos para lograr rendimientos futuros.

En la mayoría de los deportes, el tipo de entrenamiento utilizado en la fase preparatoria, en especial en la subfase general, juega un papel principal para establecer la capacidad de rendimiento de los deportistas durante la fase competitiva. En esta subfase, el énfasis insuficiente en el volumen de entrenamiento puede provocar malos rendimientos, pérdida de consistencia y disminución de la capacidad para rendir durante la última parte de la fase competitiva. Como consecuencia, del 25 al 33 % del entrenamiento de la fase preparatoria debe asignarse a esta subfase, y el resto dedicarlo a actividades preparatorias específicas del deporte. La duración de la fase preparatoria será mayor para los deportistas principiantes y se reducirá progresivamente para los deportistas avanzados. Una característica de la fase de preparación general para los deportes de equipo es la prioridad dada al entrenamiento físico en la organización de los microciclos. Con frecuencia, durante esta fase, los entrenadores planifican el entrenamiento físico en la mañana, cuando los jugadores se recuperan del entrenamiento de los días previos, y dejan la tarde para el trabajo táctico y técnico.

Es primordial incrementar el volumen de entrenamiento durante la subfase de preparación general; aunque

la intensidad del trabajo es importante, en la fase preparatoria es un factor secundario. Puede realizarse un entrenamiento intensivo, pero no debe exceder del 40 % de la cantidad total de trabajo de esta subfase, en especial en los principiantes y júniores. Es importante recordar que su objetivo es incrementar la capacidad de trabajo. Al incrementar el volumen del entrenamiento, aumentará marcadamente la fatiga y, por tanto, disminuirá en gran medida la forma física reduciendo la capacidad de rendimiento. Por lo cual, no es recomendable competir durante esta subfase, pues el deportista sufrirá un alto nivel de fatiga que reducirá su capacidad de rendimiento e incrementará el riesgo de lesión (12). Cuando el deportista está muy fatigado como resultado del entrenamiento, las destrezas técnicas se vuelven relativamente inestables y disminuirá su habilidad para realizar movimientos tácticos específicos. Durante esta subfase, la competición también puede afectar negativamente al estatus psicológico del deportista, disminuyendo el tiempo que puede dedicar al desarrollo de la base fisiológica necesaria para aumentar sus capacidades.

Subfase de preparación específica

La subfase de preparación específica, o segunda parte de la fase preparatoria, representa una transición del énfasis sobre el desarrollo físico al de las actividades relacionadas con la competición. Al igual que en la subfase de preparación general, el objetivo de la de preparación específica es el de incrementar la capacidad de trabajo del deportista. Sin embargo, en esta el entrenamiento incide sobre las actividades específicas del deporte. Aunque el volumen de trabajo es elevado, durante esta subfase el énfasis principal (70 al 80 % del trabajo total) se centra sobre ejercicios específicos relacionados con las destrezas o elementos técnicos

del deporte. Hacia el final de la fase, el volumen comienza a disminuir progresivamente permitiendo el incremento gradual de la intensidad.

En los deportes en los que la intensidad es importante (por ejemplo, la velocidad, el salto y los deportes de equipo), el volumen de entrenamiento debe disminuir hasta el 40 % en la última parte de esta subfase. Puede adoptarse una aproximación diferente para los deportes que se basen en la maestría técnica y los movimientos coordinados (por ejemplo, el patinaje artístico, el salto del trampolín y la gimnasia). En estos, es esencial que el deportista siga perfeccionando y desarrollando la eficacia técnica necesaria para el éxito en la fase competitiva. Igualmente, en los deportes de equipo, los deportes de raqueta y las artes marciales, la subfase de preparación específica debe centrarse en el desarrollo y mejora de los elementos tácticos y técnicos específicos del deporte. Esto se cumple con ejercicios específicos cuyo objetivo son los músculos motores principales, los esquemas de movimiento y las destrezas técnicas requeridas por el deporte. Estos pueden realizarse de modo que integren tanto los atributos físicos desarrollados en la subfase de preparación general como las destrezas técnicas y tácticas necesarias para el éxito competitivo. Aunque el mayor énfasis debe situarse en el desarrollo de las destrezas técnicas y tácticas, también debe mantenerse uno secundario en el trabajo físico general. Este último debe centrarse en unos pocos ejercicios de desarrollo general (un máximo del 20 %), que contribuyan al desarrollo multilateral del deportista.

Cuando el entrenamiento del deportista cambia hacia el trabajo especializado, el tránsito debe ser progresivo, junto con la mejora de los test basados en el rendimiento y el rendimiento atlético. En las últimas fases de esta subfase, puede utilizarse la competición como herramienta de evaluación que proporcione información sobre la preparación del deportista para competir, en especial, de su desarrollo técnico y táctico. Esta información recogida de las competiciones puede utilizarse para modificar los planes de entrenamiento y corregir las deficiencias específicas.

Fase competitiva

Entre las principales tareas de la fase competitiva está la del perfeccionamiento de todos los factores del entrenamiento que capacitan al deportista para participar con éxito en las competiciones importantes, o en las que son objetivos del plan de entrenamiento anual. Durante esta fase, independientemente del deporte de que se trate, se establecen muchos objetivos generales:

- La mejora continua, o el mantenimiento, de las habilidades biomotoras específicas del deporte.
- La mejora de los rasgos psicológicos.
- El perfeccionamiento y consolidación de la técnica.
- La elevación del rendimiento a sus máximos niveles.
- La eliminación de la fatiga y el aumento de la puesta en forma.
- El perfeccionamiento de la técnica y las maniobras tácticas.
- La obtención de mayor experiencia competitiva.
- El mantenimiento de la forma física específica del deporte.
- El diseño de un plan de nutrición individualizado.

Cuando el deportista progresa hacia la fase competitiva, es importante que mantenga el nivel de desarrollo físico conseguido durante la fase preparatoria. Es esencial mantener los atributos físicos desarrollados en las fases previas, ya que estos soportan los demás factores de entrenamiento que se desarrollan durante la fase competitiva. Esto puede lograrse dedicando el 90 % de la preparación física total a actividades específicas del deporte, con ejercicios de acondicionamiento basados en las destrezas y ejercicios tácticos, como se hace en los deportes de raqueta y de equipo. El restante 10 % puede derivar de actividades

no específicas, o indirectas, como el descanso activo o partidos que no estén directamente relacionados con el deporte que se está entrenando.

Los objetivos establecidos para la fase competitiva se cumplen utilizando actividades de entrenamiento específico del deporte, incluyendo ejercicios técnicos y tácticos. Para ello, en este proceso, se pueden emplear eventos competitivos simulados, amistosos o reales. Es esencial que las actividades de entrenamiento sean específicas del deporte para estimular la mejora, la estabilización y la consistencia del rendimiento. Cuando el deportista progresa en la fase competitiva, el trabajo se vuelve más intenso, mientras decrece su volumen. En los deportes en los que predominan la velocidad, la potencia y la fuerza máxima (por ejemplo, el esprint, los saltos, los lanzamientos, el levantamiento de peso), la intensidad puede incrementarse de forma espectacular mientras que el volumen disminuye progresivamente. En los deportes de fondo (por ejemplo, la carrera de larga distancia, la natación, el esquí de fondo, el piragüismo, el remo), el volumen de trabajo puede mantenerse, o bajarse solo ligeramente al nivel de la fase preparatoria. Una excepción a esta práctica se produce durante el microciclo competitivo, en el que la intensidad disminuye de acuerdo con el número de pruebas y el nivel de la competición.

A medida que el deportista progresa en su fase competitiva, las modificaciones del plan de entrenamiento deben lograr el aumento de su preparación para conseguir un alto rendimiento. La estructura del plan de trabajo tendrá una gran labor para estimular estos efectos; si se estructura correctamente, el deportista optimizará su rendimiento en el momento apropiado. Si el rendimiento comienza a decaer, o a estancarse, es probable que o bien se haya disminuido excesivamente la cantidad de trabajo, reduciendo su capacidad física, o bien que el trabajo se mantuvo a un nivel excesivamente alto, con lo que la fatiga está enmascarando las potenciales mejoras del rendimiento. La modulación entre trabajo y rendimiento es un arte basado en la ciencia, en la integración de la monitorización del deportista y en la experiencia del entrenador, quien guiará las decisiones que se toman durante esta fase del entrenamiento.

La duración de la fase competitiva depende del deporte y el tipo de plan de entrenamiento anual. Habitualmente, las fases competitivas largas (8 a 10 meses) se ven en los deportes de equipo, como resultado de sus programas competitivos de la liga y los campeonatos internacionales. Por el contrario, los deportistas de deportes individuales tienen más libertad para determinar su programa competitivo, permitiéndoles un mayor control sobre la duración de la fase competitiva y la estructura del entrenamiento principal, según las principales competiciones del año. Independientemente del deporte, uno de los factores más importantes en determinar la duración y estructura de la fase competitiva es la fecha de inicio. Cuando se estructura la fase competitiva desde la fecha de su comienzo, han de considerarse los siguientes parámetros:

- El número de competiciones necesarias para alcanzar el nivel más elevado de rendimiento (por lo general, se necesitan entre 7 y 10 competiciones para lograrlo).
- La cantidad de tiempo, o intervalos, entre las competiciones.
- La duración de encuentros clasificatorios finales.
- El tiempo que exige la preparación especial previa a la competición principal del año.
- El tiempo necesario para la recuperación y la regeneración.

Cuando se estructura la fase competitiva del plan de entrenamiento anual, puede estar justificado dividirla en dos subfases: la precompetitiva y la de la competición principal.

Subfase precompetitiva

La fase precompetitiva contiene, generalmente, una competición oficial o, en el caso de los deportes de equipo, encuentros amistosos. Aunque esta es una parte integral de la fase competitiva, su objetivo no es conseguir los mayores niveles competitivos. Debe servir como herramienta de entrenamiento, en la que el deportista participa en competiciones amistosas,

o no oficiales, como método de preparación para eventos posteriores. Una de las razones principales para utilizar este tipo de eventos no oficiales, es la de obtener información objetiva sobre el nivel de entrenamiento del deportista y prepararle para encuentros futuros. Estos encuentros permitirán evaluar todas sus destrezas técnicas, tácticas y físicas bajo condiciones competitivas. Dichos eventos no deberían modificar significativamente el programa de trabajo, en especial de los deportistas de élite, ya que constituyen un campo de prueba para la subfase competitiva principal, en la que comienzan las competiciones oficiales.

Subfase competitiva principal

La subfase competitiva principal se centra estrictamente en maximizar la capacidad del deportista y su puesta en forma y, por tanto, en conseguir los máximos rendimientos en la competición principal. El número de sesiones de trabajo que contiene debe reflejar si el deportista se encuentra en un microciclo de carga o uno de regeneración (descarga). El primero puede tener entre 10 y 14 sesiones por semana, mientras que el segundo tendrá muchas menos y, como consecuencia, facilitará la disminución de la fatiga del deportista y aumentará su preparación antes de competir. El contenido de esta subfase debe centrarse en métodos específicos del deporte y en mantener el desarrollo físico específico.

Aunque en los deportes de resistencia aún quede margen para elevar el volumen de trabajo, el entrenador puede reducirlo al 50 o 75 % del nivel de la fase preparatoria, en los deportes que requieren maestría técnica, velocidad, fuerza o potencia. En la medida en que disminuya el volumen, ha de incrementar gradualmente la intensidad, coincidiendo los niveles más elevados entre 2 y 3 semanas antes de la competición principal.

Durante la fase competitiva, la curva de estrés se elevará por el incremento de la intensidad de trabajo y del estrés de participación competitiva. Esta debería tener una forma ondulante, reflejo de las fluctuaciones entre las actividades estresantes (por ejemplo, las competiciones, las sesiones de entrenamiento intenso, los factores sociales) y los cortos períodos de regeneración. Cuanto más dura sea una competición, o una sesión de trabajo, mayor será la curva de estrés, por lo que la fase de compensación necesaria para reducir el estrés o la fatiga acumulados será más larga.

Si es posible, el entrenador debe organizar las competiciones progresivamente, según su importancia, concluyendo con la competición principal. Otra estrategia organizativa es añadir competiciones importantes, intercaladas con otras de menor importancia, que permitan al deportista continuar entrenando sin que se aprecien cambios visibles en el plan de trabajo (por ejemplo, bajar el volumen o la intensidad), ni se establezcan períodos largos de descarga para centrarse en el pico de rendimiento.

Incluyendo 6 u 8 microciclos antes de la competición principal, el entrenador puede centrarse en el programa de entrenamiento y en los ciclos diarios que exige específicamente la competición. Esto maximizará la preparación física, técnica, táctica y psicológica del deportista para el evento principal. Preparar al deportista para el entorno competitivo específico y sus exigencias, evitará cualquier sorpresa y mejorará su rendimiento. En esta parte de la fase competitiva, se utilizarán de 8 a 14 días de descarga para conseguir el pico de rendimiento del deportista (ver capítulo 9).

Subfase de descarga o de disminución progresiva de las cargas (*tapering*). La subfase de descarga, o de *tapering*, es el mejor modo de aumentar la preparación del deportista, y estimular una supercompensación del rendimiento que incrementará su potencial de prestación durante la competición. El pico del rendimiento se consigue por la vía del manejo tanto del volumen como de la intensidad, con el fin de reducir la fatiga acumulada, producto del entrenamiento previo y las competiciones; esto permitirá descansar al deportista y recuperarse antes de la competición principal.

La subfase de descarga o de *tapering*, especialmente en los deportes individuales, debe durar entre 8 y 14 días y basarse en diferentes métodos de reducción del volumen y la intensidad del entrenamiento (ver capítulo 9). Durante este tiempo, la estrategia de descarga depende en gran medida del tipo de trabajo seguido y del deporte concreto. Tradicionalmente, en los

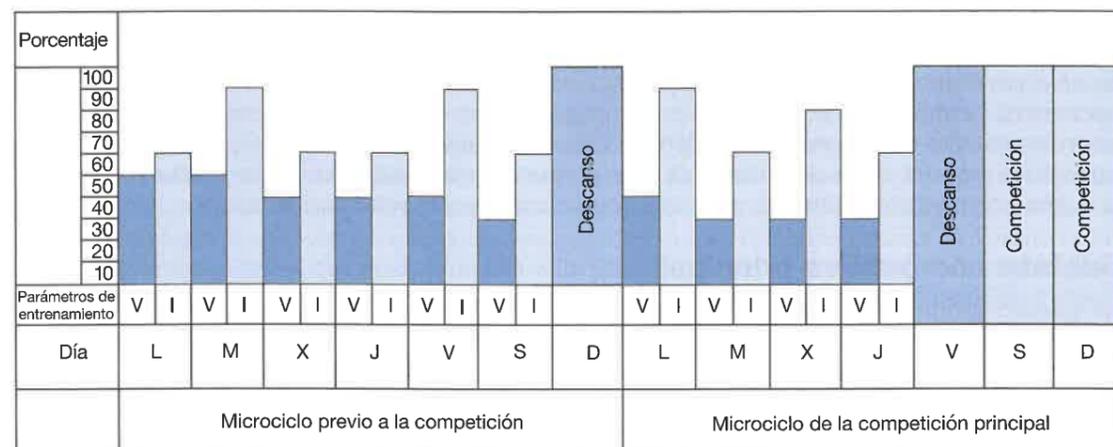


FIGURA 8.1 Fase de descarga de un deporte de resistencia.

Reproducido con permiso de T. O. Bumpa y C. Buzzichelli, 2015, *Periodization training for sports*, 3.ª ed. (Champaign, IL: Human Kinetics), 327.

deportes de resistencia es recomendable reducir la intensidad y mantener el volumen, ya que los deportistas de fondo toleran mejor el entrenamiento de volumen elevado que el de alta intensidad (figura 8.1). Durante el primer microciclo de descarga, el proceso implicará reducir el número de sesiones diarias y modular la intensidad para comenzar el proceso de recuperación. El entrenador debe evitar cualquier actividad extraña que pueda contribuir a la fatiga del deportista y estimularle para que utilice su tiempo libre para descansar y recuperarse para la próxima competición. En esta parte del período de descarga, puede estar justificado reducir el volumen y la frecuencia (2 sesiones por semana) del entrenamiento de fuerza. Se pueden planificar mayores reducciones del volumen y la intensidad durante el segundo microciclo del período de descarga. Esto puede llevarse a cabo limitando el entrenamiento de fuerza a una o dos sesiones, o eliminándolo por completo, en función del deporte. También han de reducirse el volumen y la intensidad de otros factores del entrenamiento.

La misma aproximación de descarga se utiliza en los deportes en los que predomina la velocidad, la potencia o la competencia técnica. En el primer microciclo, el volumen de trabajo se reduce entre un 40 y un 50 %, en función del nivel de entrenamiento asumido antes de la disminución progresiva de las cargas. Este período debe incluir muchas sesiones cortas, pero de alta intensidad, para mantener las adaptaciones logradas en las fases de entrenamiento previas (figura 8.2). Se puede utilizar una estructura de microciclo con dos picos de rendimiento en el primero de esta subfase, pero se necesita intercalar intervalos largos de descanso entre las repeticiones para eliminar la fatiga y el estrés. Durante las sesiones de entrenamiento de alta intensidad, todos los ejercicios han de ser dinámicos y de corta duración, con cargas de intensidad media o elevada. En las demás sesiones del microciclo, se deben alternar intensidades submáximas con intensidades bajas y muy bajas. En este tipo de deportes, el volumen y la frecuencia del entrenamiento de fuerza deben reducirse, mientras se mantienen intensidades de moderadas a elevadas, con ligeros intervalos más largos de descanso. No es recomendable eliminar el entrenamiento de fuerza por completo, ya que la potencia y la velocidad son estrechamente dependientes del nivel de fuerza.

Durante el segundo microciclo de esta subfase, que coincide con la competición principal, el entrenador continúa reduciendo el volumen de trabajo y la intensidad. Solo se produce un pico de rendimiento durante su primera parte. En este, el objetivo es reducir al máximo la fatiga y el estrés, mientras se incrementa la preparación y el mantenimiento de las adaptaciones fisiológicas que se han consolidado.

Puede utilizarse una aproximación ligeramente diferente cuando se trabaja con deportes de equipo, en los que son igualmente importantes tanto el volumen como la intensidad. Durante el primer microciclo de la fase de descarga, el entrenador debe reducir el volumen

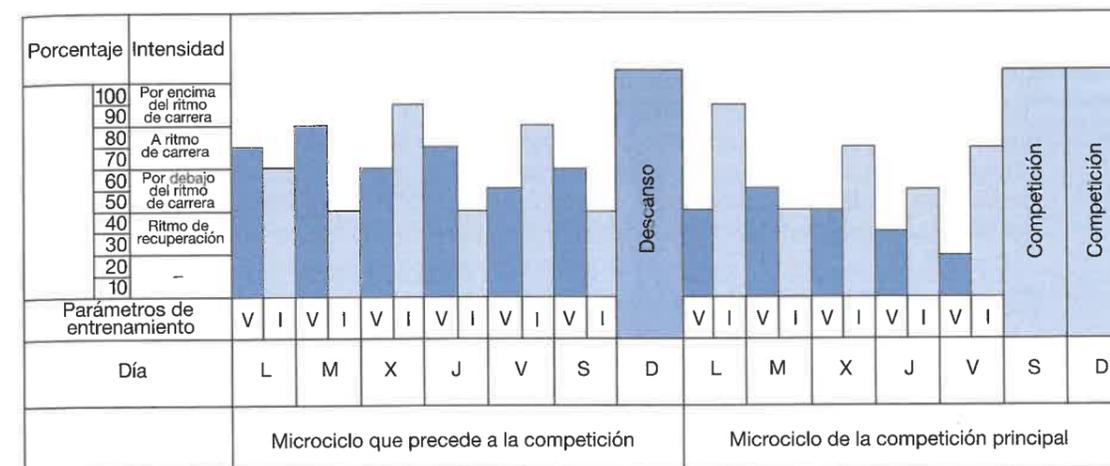


FIGURA 8.2 Fase de descarga de un deporte en el que predomina la velocidad o la potencia.

Reproducido con permiso de T. O. Bumpa y C. Buzzichelli, 2015, *Periodization training for sports*, 3.ª ed. (Champaign, IL: Human Kinetics), 327.

de trabajo para producir el efecto de descarga (figura 8.3). Esto puede lograrse disminuyendo progresivamente la intensidad durante el microciclo, manteniendo dos sesiones de entrenamiento intenso, al 50 o 60 % del máximo. Durante el segundo microciclo de esta subfase, el entrenador debe continuar reduciendo el volumen y la intensidad, pero en mayor medida el primero que la segunda. Esta subfase puede incluir un microciclo con dos picos de rendimiento, en el que primero se realiza con mayor intensidad que el segundo (del 15 al 20 % menos que el primer pico de rendimiento). Dos días antes de la competición, el deportista debe hacer sesiones cortas de trabajo de intensidad entre baja y muy baja. El capítulo 9 ofrece más detalles sobre el *tapering*, o el pico de rendimiento de los deportistas para competir.

Período de preparación especial. El período de preparación especial puede organizarse conjunta o separadamente de la fase de descarga, con actividades diseñadas para mejorar el rendimiento en la competición más importante del año. El período de preparación especial puede durar entre 3 y 7 días, en función de las características de la competición. Durante esta fase, se modifican ciertos aspectos del entrenamiento, en especial elementos técnicos,

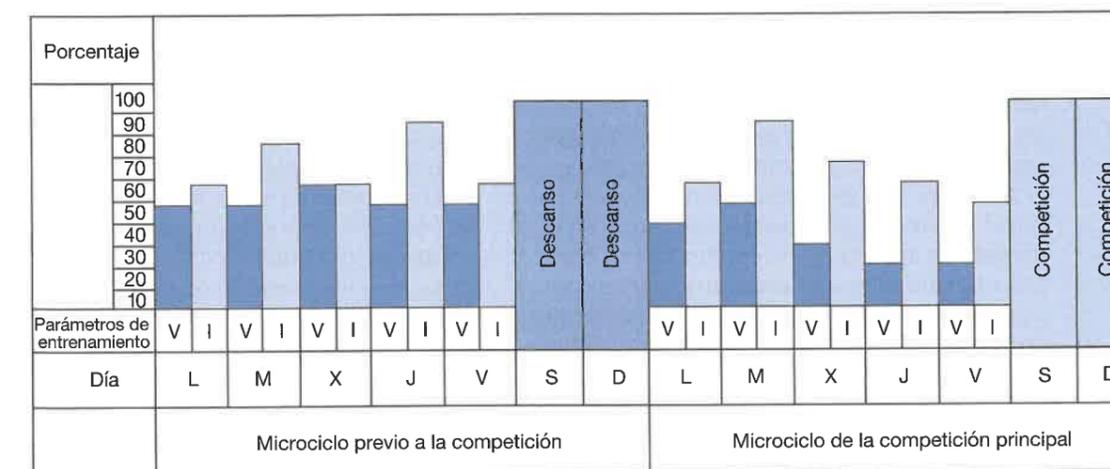


FIGURA 8.3 Fase de descarga de un deporte de equipo.

Reproducido con permiso de T. O. Bumpa y C. Buzzichelli, 2015, *Periodization training for sports*, 3.ª ed. (Champaign, IL: Human Kinetics), 329.

de acuerdo a las últimas informaciones sobre los oponentes o los programas competitivos. La amplia mayoría del entrenamiento en esta fase sigue el modelo conceptual, cuyo propósito es el de mejorar la preparación de la competición que está por venir. Un aspecto con importantes implicaciones en el resultado final es la especial preparación psicológica, que tiene como objetivo la relajación, el desarrollo de la autoconfianza y la motivación. Sin embargo, estas técnicas deben utilizarse con precaución ya que un énfasis excesivo sobre los elementos psicológicos puede deteriorar el rendimiento. Cada deportista es diferente, por lo que necesitará actividades de preparación específica para afrontar sus necesidades individuales.

Fase de transición

Después de un largo período de entrenamiento, trabajo duro y competiciones estresantes, en el que puede acumularse fatiga, tanto fisiológica como psicológica, debe utilizarse un período de transición que una los planes de entrenamiento anual, o de preparación, con otras competiciones principales, como en el caso del plan de entrenamiento anual biciclo, triciclo y multiciclo. La fase de transición posee un papel importante en la preparación del deportista para el siguiente ciclo de trabajo. Debe comenzar una nueva fase preparatoria solo cuando esté recuperado por completo de la temporada competitiva previa. Si la inicia sin estar completamente recuperado, es probable que empeoren sus rendimientos en futuros ciclos competitivos y se incremente el riesgo de lesión.

La fase de transición, con frecuencia denominada inadecuadamente de fuera de temporada, une dos planes de entrenamiento anuales. Facilita el descanso psicológico, la relajación y la regeneración biológica, a la vez que mantiene un nivel aceptable de preparación física general (40 o 50 % de la fase competitiva). El entrenamiento debe ser muy moderado. Todos los factores de carga deben reducirse; los componentes del entrenamiento principal han de centrarse en el trabajo general con mínimo (si acaso alguno) desarrollo táctico o técnico. Generalmente, la fase de transición debe durar entre 2 y 4 semanas, pero puede extenderse hasta seis, en especial en los deportistas jóvenes. Bajo circunstancias normales, no debe durar más de 6 semanas.

Hay dos aproximaciones comunes de la fase de transición. La primera (incorrecta) estimula el descanso completo, sin ninguna actividad física; en este caso, el término de fuera de temporada funciona perfectamente. Esta interrupción abrupta del entrenamiento, así como la inactividad completa, pueden provocar un desentrenamiento significativo, a pesar de que dure poco tiempo (menos de 4 semanas). Este efecto de desentrenamiento puede causar una pérdida sustancial de las adaptaciones fisiológicas establecidas en los meses previos de entrenamiento.

Algunos autores han sugerido que la terminación brusca del entrenamiento en deportistas altamente entrenados genera en ellos un fenómeno conocido como **síndrome de desentrenamiento**, de relajación (20, 21), de abstinencia al ejercicio o de dependencia al ejercicio (18). Este tipo de desentrenamiento parece producirse en los deportistas que cesan el entrenamiento, tanto intencionadamente como de forma forzosa por causa de una lesión. El síndrome de desentrenamiento puede presentar muchos síntomas, entre los que se incluyen el insomnio, la ansiedad, la depresión, las alteraciones de la función cardiovascular y la pérdida de apetito (en el cuadro de la página 194, «Síntomas potenciales del síndrome de desentrenamiento», se ofrece una relación más exhaustiva). Por lo general, no son patológicos y pueden revertir si se vuelve a asumir el entrenamiento en un plazo corto. Si el abandono del entrenamiento es prolongado, estos síntomas pueden hacerse más pronunciados, lo que indica que el organismo del deportista es incapaz de adaptarse a esta inactividad súbita. La franja de tiempo en la que los síntomas se manifiestan es altamente específica de cada deportista; generalmente, suele presentarse dentro de las 2 a 3 semanas de inactividad y varía en su gravedad.

La simple disminución del nivel de entrenamiento también puede provocar un efecto de desentrenamiento, con disminución de la capacidad fisiológica (tabla 8.2) y de rendimiento. La magnitud de los efectos del desentrenamiento se relacionará con la duración del período

TABLA 8.2 Efectos del desentrenamiento a corto y a largo plazo

Factores fisiológicos modificados por el desentrenamiento	Características del desentrenamiento	A corto plazo (<4 semanas)	A largo plazo (>4 semanas)
Cardiorrespiratorios	Captación máxima de oxígeno	↓	↓
	Volumen sanguíneo	↑	↑
	Porcentaje de latido submáximo	↑	↑
	Porcentaje de recuperación cardíaca	↑	↑
	Volumen sistólico durante el ejercicio	↓	↓
	Gasto cardíaco máximo	↓	↓
	Masa y dimensión ventricular	↓	↓
	Promedio de presión sanguínea	↑	↑
	Volumen ventilatorio máximo	↓	↓
	Volumen ventilatorio submáximo	↑	↑
	Pulso de oxígeno	↓	↓
	Equivalente ventilatorio	↑	↑
	Rendimiento de resistencia	↓	↓
	Músculoesquelético	Densidad capilar	↓
Diferencia arteriovenosa de oxígeno		—	↓
Distribución del tipo de fibra		—	Modificada
Área de sección transversal de la fibra		↓	↓
Proporción del área tipo II:I		—	↓
Masa muscular		—	↓
Actividad EMG		↓	↓
Rendimiento de fuerza-potencia		↓	↓
Capacidad enzimática oxidativa		↓	↓
Actividad glucógeno-sintetasa		↓	—
Producción mitocondrial de ATP	↓	—	
Características metabólicas	Proporción de intercambio respiratorio máximo	↑	↑
	Proporción de intercambio respiratorio submáximo	↑	↑
	Captación de glucosa mediada por la insulina	↓	↓
	Contenido de la proteína muscular GLUT4	↓	↓
	Actividad muscular de la lipoproteína-lipasa	↓	↓
	Lipemia postprandial	↑	—
	Colesterol de lipoproteína de alta intensidad	↓	↓
	Colesterol de lipoproteína de baja densidad	↓	↓
	Lactato en sangre submáximo	↑	↑
	Umbral de lactato	↓	↓
	Nivel de bicarbonato	↓	↓
	Nivel de glucógeno muscular	↓	↓
	Lipólisis estimulada por la adrenalina	↓	↓

↓ = disminución, ↑ = aumento, — = no hay datos disponibles; EMG = electromiografía; ATP = adenosín trifosfato; GLUT4 = transportador-4 de la glucosa.

Adaptado de Mujika y Padilla, 2000 (20, 21).

Síntomas potenciales del síndrome de desentrenamiento

- Incremento de la incidencia de desmayos y mareos.
- Alteraciones precordiales no sistemáticas.
- Incremento de la sensación de aparición de arritmias cardíacas.
- Aparición de extrasístoles y palpitaciones.
- Incremento de la incidencia de dolor de cabeza.
- Pérdida de apetito.
- Aumento de la incidencia del insomnio.
- Aparición de ansiedad y depresión.
- Sudoración profusa.
- Trastornos gástricos.

Adaptado de Mujika y Padilla, 2000 (21).

de trabajo insuficiente. Los que son cortos, de menos de 4 semanas, pueden producir alguna disminución significativa del rendimiento de la resistencia y de la fuerza (15).

En los deportistas de fondo, se ha descrito que el desentrenamiento a corto plazo provoca entre un 4 y un 25 % de disminución del tiempo de fatiga y la reducción sustancial en el rendimiento de resistencia (20). Se ha establecido que dicha reducción está vinculada estrechamente al declive de la forma física cardiorrespiratoria, como respuesta al desentrenamiento a corto plazo (14). En tan solo 4 días de desentrenamiento, la capacidad aeróbica máxima puede reducirse en un 4 % (28), un 7 % dentro de las tres semanas de terminar el entrenamiento (4) y hacerlo en un 14 % en tan poco tiempo como 4 semanas (20). Si este período se extiende a ocho semanas, la capacidad aeróbica puede continuar disminuyendo hasta el 20 % del valor pre-desentrenamiento (21). Lo más probable es que esta reducción de la capacidad aeróbica esté relacionada con las modificaciones específicas al sistema cardiorrespiratorio, incluyendo la disminución del volumen sanguíneo, el volumen sistólico y el gasto cardíaco máximo (tabla 8.2). Estas modificaciones fisiológicas secundarias al desentrenamiento parece que se producen progresivamente y en relación con el estatus del deportista; esto sugiere que cuanto más entrenado en resistencia esté el deportista, mayor grado de disminución experimentará, tanto de su capacidad fisiológica como de su rendimiento.

El desentrenamiento a corto y largo plazo también puede producir marcadas modificaciones en el rendimiento de la fuerza y la potencia. Por ejemplo, 4 semanas de desentrenamiento en las que el entrenamiento de fuerza se haya eliminado por completo, provocará de un 6 a un 10 % de reducción de la fuerza muscular máxima, y de un 14 a un 17 % de disminución de la capacidad para generar potencia máxima (15). Esta reducción en el rendimiento de la fuerza y la potencia se relacionan, sobre todo, con la atrofia de las fibras musculares tipo II (13, 24) y la reducción del impulso neural (1, 10). La disminución de las características para expresar fuerza y potencia musculares depende de la magnitud de la reducción del área de sección muscular y de la actividad electromiográfica.

La amplitud de la disminución del rendimiento de la fuerza y la potencia, y de las malas adaptaciones fisiológicas inducidas por el desentrenamiento, depende de muchos factores, entre los que se incluyen su duración y el estatus de entrenamiento del deportista. Aunque la mayor disminución en la expresión de la fuerza muscular se produce durante las primeras 4 semanas (10 % de disminución), si se aumenta el período de desentrenamiento a 8 semanas se provocará una disminución continuada del rendimiento (11 al 12 % de disminución) (10,

20, 21). Parece que estas reducciones se producen en un porcentaje y magnitud mayores en individuos altamente entrenados, comparados con deportistas de ocio o gente sin entrenar; estos últimos parece que son capaces de mantener tanto el rendimiento de la fuerza y la potencia en respuesta a 2 o 3 semanas de desentrenamiento (13, 16, 22).

Cuando la complejidad del entrenamiento se detiene por completo durante la fase de transición, es posible que, en función de su duración, el deportista pierda una cantidad significativa de las adaptaciones fisiológicas ganadas en el período previo de trabajo. Cuando ocurre esto, en la siguiente fase de preparación, el deportista necesitará ocupar una gran cantidad de tiempo intentando restablecer las adaptaciones fisiológicas que ganó en los entrenamientos previos, lo que limitará su capacidad de continuar mejorando. Por el contrario, si practica un período de descanso activo durante la fase de transición, conservará la mayor parte de sus adaptaciones fisiológicas y continuará desarrollando, durante la siguiente fase de preparación, tanto sus capacidades fisiológicas como de rendimiento.

En la segunda aproximación de la fase de transición, el descanso activo se utiliza para minimizar la pérdida de función fisiológica que se produce cuando se utilizan los métodos pasivos. El descanso activo se refiere a la participación en deportes compatibles, o a utilizar períodos de entrenamiento de bajo volumen e intensidad de la disciplina del deportista (25). Al utilizar este enfoque, podrá minimizar las pérdidas de las adaptaciones fisiológicas, y mantener un cierto nivel de forma física general.

La fase de transición comienza inmediatamente después de completar la competición principal, y puede durar entre 2 y 4 semanas. En las primeras semanas después de competir, se puede emplear el descanso activo o pasivo. Este último puede ser necesario si el deportista está lesionado. Si se utiliza el descanso activo durante este microciclo, hay que reducir sustancialmente el volumen y la intensidad de trabajo, estableciendo como objetivo esquemas de movimiento o actividades que no se utilicen en el entrenamiento. Durante el segundo al cuarto microciclo de la fase de transición (en una de 4 semanas), el volumen y la intensidad pueden permanecer bajos o incrementarse ligeramente. La actividad utilizada en el descanso activo debe igualar las características bioenergéticas del deporte para el que se entrena. Por ejemplo, un ciclista puede hacer esquí de fondo o correr como transición activa, mientras que un jugador de voleibol puede jugar al baloncesto. La fase de transición es un período durante el cual el deportista va a ser capaz de recuperarse física y psicológicamente, a la vez que minimiza la pérdida de su puesta en forma.

La fase de transición tiene un propósito añadido. Durante esta fase, el entrenador y el deportista tienen que analizar el programa de entrenamiento, los resultados del rendimiento y los test que se han realizado. Esta es una tarea esencial, ya que les permitirá hacer cambios específicos en el próximo plan de entrenamiento anual.

Clasificación de los planes anuales

Las figuras 8.4 hasta la 8.8 ilustran diferentes modelos de planes de entrenamiento anual. El examen de la figura 8.4 revela muchas de sus características:

- Es un monociclo y, por tanto, es apropiado para los deportes de temporada con una fase competitiva principal.
- El modelo se basa en las exigencias del entrenamiento de los deportes de velocidad y potencia, como el esprint, el salto y los eventos de lanzamiento en atletismo.
- Es posible que las curvas de volumen e intensidad no sean apropiadas para los deportes en los que predomina la resistencia.

Los planes de entrenamiento anual difieren de acuerdo con las exigencias del deporte y su clasificación depende, en gran parte, del número de fases competitivas. Por lo general, los deportes de temporada, como el esquí, el piragüismo, el ciclismo, el triatlón, el fútbol y los que tienen una competición principal al año, necesitan una fase competitiva. Estos planes pueden clasificarse como *monociclos*, ya que tienen una sola fase competitiva y un

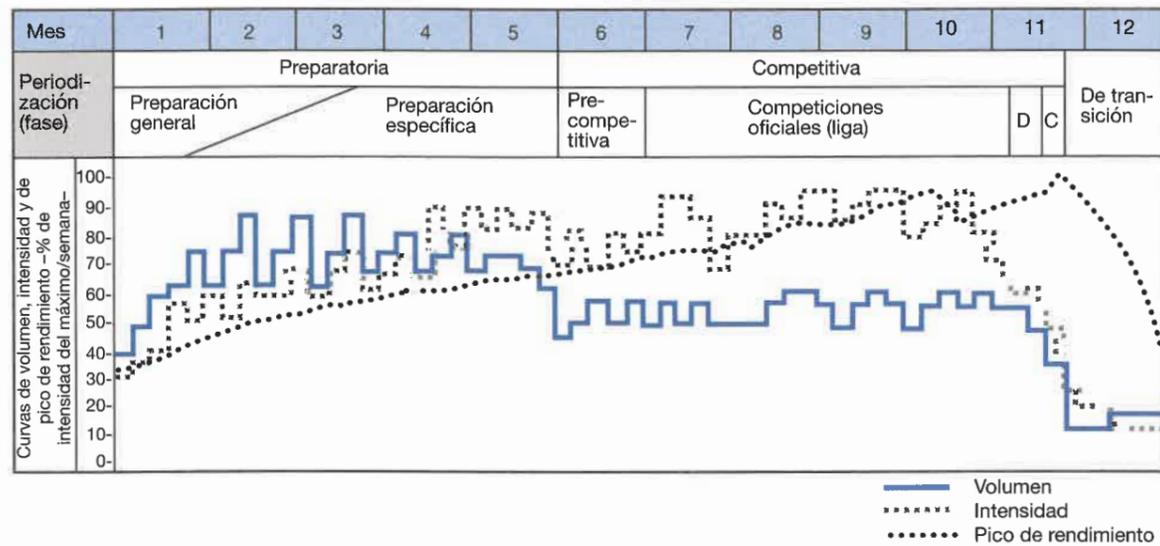


FIGURA 8.4 Monociclo de un deporte de velocidad y potencia. Nótese que las variaciones de la carga siguen el concepto de carga escalonada.

D = fase de descarga; C = competición.

pico principal de rendimiento (figuras 8.4 y 8.5). Dichos planes se dividen en tres fases principales: preparatoria, competitiva y de transición. Los planes monociclo que muestran las figuras 8.4 y 8.5, incluyen una fase preparatoria, tanto de preparación general como específica. En la figura 8.4 se puede apreciar la relación entre ambas: cuando una disminuye, la otra aumenta sustancialmente. En algunos casos, como en el fútbol, la fase de preparación general puede ser muy corta, o eliminarse por completo, en especial, en los jugadores de clase nacional e internacional.

La fase competitiva en las figuras 8.4 y 8.5 se divide en muchas pequeñas subfases. La precompetitiva, que por lo general solo incluye competiciones amistosas, se establece antes

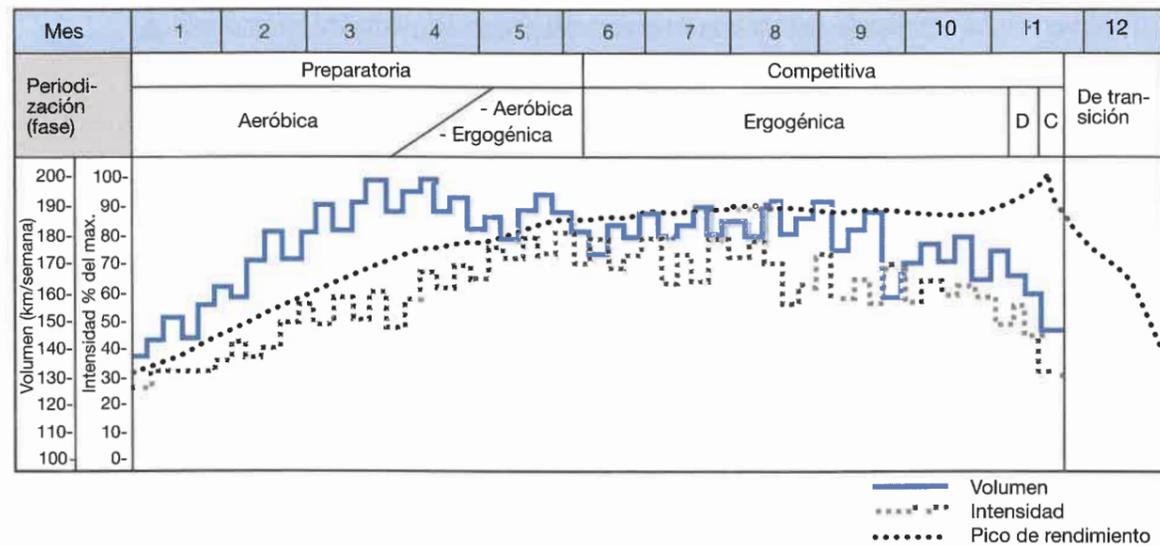


FIGURA 8.5 Monociclo para un deporte en el que la resistencia es el principal requisito.

D = fase de descarga; C = competición.

que la de la competición principal, en la que se programan todas las competiciones oficiales. Antes de la competición más importante del año, se han de programar dos subfases más cortas. La primera es la de descarga, o *tapering*, que se caracteriza generalmente por ser de volúmenes e intensidades de entrenamiento marcadamente más bajos. Esta fase permite eliminar la fatiga y aumentar el potencial físico y psicológico, lo que genera efectos de supercompensación del rendimiento. Después de esta, sigue otra de preparación especial, en la que pueden hacerse cambios técnicos y tácticos. Esta subfase puede producirse junto con la fase de descarga o mantenerse separada.

Las fases preparatoria y competitiva de los planes de entrenamiento anual poseen algunas características específicas. Durante la fase preparatoria y el comienzo de la competitiva, el volumen de entrenamiento se enfatiza con menor intensidad, según la especificidad del deporte. En la primera, la cantidad de trabajo es muy elevada y la intensidad es proporcionalmente menor. Cuando se aproxima la fase competitiva (figura 8.4), el volumen disminuye para permitir que el deportista utilice la mayor parte de su energía en trabajo de alta intensidad, en los deportes en los que predominan la velocidad y la potencia.

El modelo monociclo, que se ilustra en la figura 8.5, es un ejemplo de plan de entrenamiento anual para deportes de resistencia, en los que la contribución bioenergética es del 50 %:50 % (anaeróbico:aeróbico), o incluso con mayor proporción de la resistencia aeróbica. La dinámica del volumen de entrenamiento demuestra que el metabolismo aeróbico es claramente dominante. Además, durante toda la fase competitiva, la curva del volumen de entrenamiento debe ser elevada.

Cuando se trabaja en un deporte con dos temporadas separadas (por ejemplo, el atletismo, la pista cubierta y el aire libre), se utiliza una aproximación absolutamente diferente para desarrollar el plan de entrenamiento anual. Dado que hay dos fases competitivas distintas, se utiliza un plan anual con dos picos de rendimiento, o biciclo. La figura 8.6 ofrece un ejemplo de un plan de entrenamiento anual con una estructura biciclo, que incorpora las siguientes fases:

- *Fase preparatoria 1*: Es la primera fase de preparación, que debe ser la más larga, y dura aproximadamente tres meses; se divide en subfase general y específica.
- *Fase competitiva 1*: Es la primera fase competitiva, dura alrededor de 2 meses y medio y desarrolla en el deportista un pico de rendimiento.

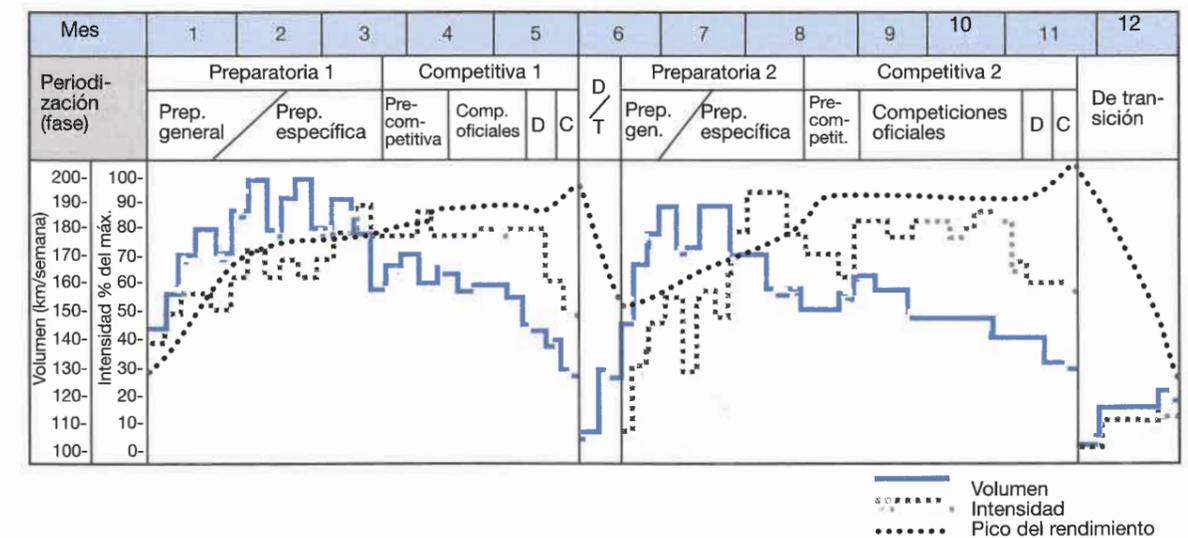


FIGURA 8.6 Plan biciclo para un deporte (atletismo) en el que predomina la velocidad y la potencia.

Prep.= preparación; comp. = competitivo; D = descarga; T = transición; C = competición.

- *Fase de transición 1:* Es la primera fase de transición, que dura aproximadamente entre 1 y 2 semanas, y está marcada por un período de descarga de recuperación del deportista. Esta fase continúa con la segunda fase preparatoria.
- *Fase preparatoria 2:* La segunda fase preparatoria es más corta, pero ligeramente más específica. que la primera, y dura aproximadamente 2 meses. Tiene una subfase de preparación general mucho más breve, ya que la mayor parte del entrenamiento se realiza en la subfase de preparación específica.
- *Fase competitiva 2:* Esta segunda fase competitiva es ligeramente más larga, alrededor de 3 meses y medio, y desarrolla en el deportista un pico de rendimiento.
- *Fase de transición 2:* Esta segunda fase de transición dura, aproximadamente, de 1 a 1 mes y medio y se utiliza para descargar y recuperar al competidor. Esta fase se une al siguiente plan de entrenamiento anual.

Un plan biciclo contiene dos microciclos cortos, unidos por una fase muy corta de descarga y transición. La aproximación es similar para cada ciclo, excepto que el volumen de entrenamiento de la fase preparatoria 1 es mucho mayor que el de la fase preparatoria 2. Además, el nivel de forma será más bajo durante la fase competitiva 1. Por ejemplo, se considera que los campeonatos al aire libre de atletismo son más importantes que la competición en pista cubierta, por ello la segunda fase competitiva del plan anual debe tener como objetivo la competición principal. Por tanto, es aconsejable llevar la preparación del deportista a su máximo nivel del año en la segunda fase competitiva.

Aunque el plan de entrenamiento anual biciclo es útil en algunos deportes, otros pueden tener tres competiciones principales durante el plan anual, como en boxeo, lucha, artes marciales y gimnasia (por ejemplo, el campeonato nacional, el encuentro clasificatorio y la propia competición internacional). Asumiendo que entre cada competición haya 3 o 4 meses de separación, el deportista debe asumir tres fases competitivas, para las que se debe crear una estructura de plan de entrenamiento anual triciclo. Como ilustra la figura 8.7, un plan triciclo incorpora la siguiente secuencia de trabajo:

- *Fase preparatoria 1:* La fase preparatoria 1 es la fase preparatoria más larga del plan de entrenamiento anual, y dura alrededor de 2 meses. Contiene las subfases preparatorias generales y específicas.

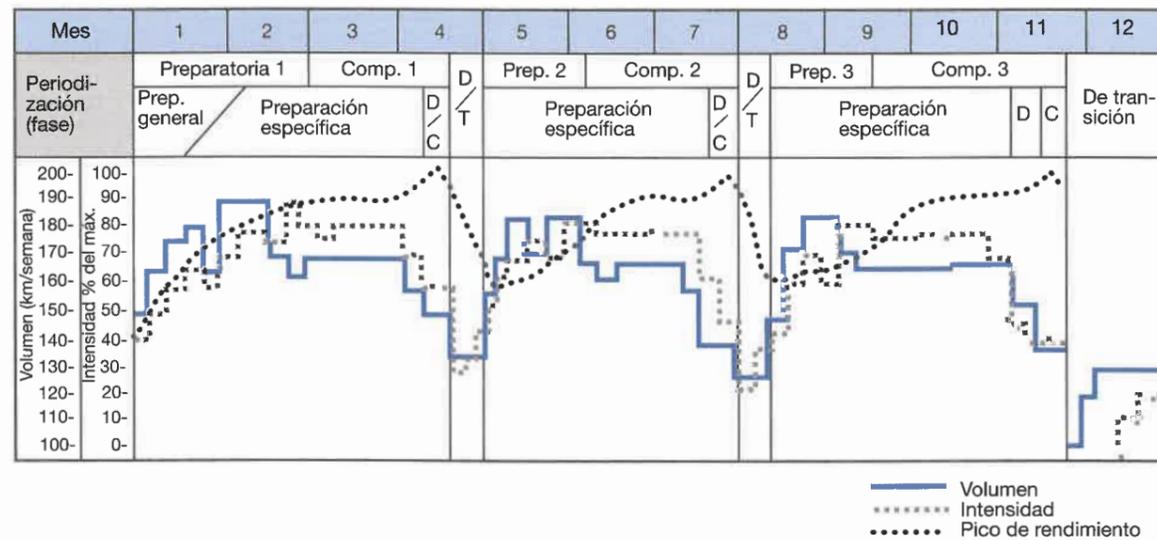


FIGURA 8.7 Plan de entrenamiento anual con estructura triciclo.

Prep. = preparatorio/preparación; comp. = competitivo; D = fase de descarga; C = competición; T = transición.

- *Fase competitiva 1:* Esta es la más corta de las 3 fases competitivas del plan de entrenamiento anual, y dura alrededor de 1 mes y medio.
- *Fase de transición 1:* La primera fase de transición es muy breve; se une con la primera fase competitiva y la segunda fase preparatoria. Como en todas las fases de transición, hay un período de descarga para permitir la recuperación del deportista.
- *Fase preparatoria 2:* La fase preparatoria 2 es más corta que la fase preparatoria 1, y dura alrededor de 1 mes y medio. Solo contiene una fase de preparación específica.
- *Fase competitiva 2:* La fase competitiva 2 es más larga que la fase competitiva 1, y dura aproximadamente 1 mes y 3/4.
- *Fase de transición 2:* Esta fase de transición contiene un corto período de descarga diseñado para permitir que el deportista se recupere de la fatiga acumulada durante las competiciones. Esta también es breve ya que une la fase competitiva 2 con la fase preparatoria 3.
- *Fase preparatoria 3:* Es una fase preparatoria corta que solo dura alrededor de 1 mes y medio. Como ocurre con la fase preparatoria 2, solo tiene la subfase de preparación específica.
- *Fase competitiva 3:* Es la más larga de las tres fases competitivas que contiene el plan de entrenamiento anual triciclo (aproximadamente 2 meses). Como tal, en esta fase se debe conseguir el pico de rendimiento del atleta para la principal competición del año.
- *Fase de transición 3:* Es la más larga del plan de entrenamiento anual, y dura 1 mes aproximadamente. Sirve para provocar la recuperación del deportista y prepararlo para el siguiente plan de entrenamiento anual.

En un plan triciclo, la competición más importante de las tres suele tener lugar durante el último ciclo del año. La primera de las tres fases preparatorias debe ser más larga, y en ella el deportista desarrolla los fundamentos técnicos, tácticos y físicos desde los que se desarrollan los dos ciclos siguientes. Debido a que, por lo general, este tipo de plan se utiliza únicamente con deportistas avanzados, solo la primera fase preparatoria contiene una subfase de preparación general.

En un plan anual con estructura triciclo, la curva del volumen es más alta al comienzo de la fase preparatoria. Esto subraya la importancia que tiene el volumen de entrenamiento en dicha fase. La curva de intensidad, plasmada en la estructura triciclo (figura 8.7), sigue un esquema similar al que se observa en el monociclo. Tanto la curva de volumen como la de intensidad disminuyen ligeramente en cada una de las tres fases de descarga que preceden a las competiciones principales. Dentro del plan de entrenamiento anual, el nivel de trabajo más elevado ha de planificarse para la tercera fase competitiva, con el fin de que los rendimientos más elevados se produzcan en las competiciones importantes del año.

Aunque las estructuras biciclo y triciclo son útiles para muchos deportes, en otros que pueden tener cuatro o más competiciones, como el tenis, las artes marciales, el boxeo y la gimnasia, requieren un rendimiento multipicos (figura 8.8). En estas situaciones, la fase preparatoria, crucial para el desarrollo de las destrezas técnicas y tácticas y de las habilidades específicas biomotoras, se acorta significativamente. Los deportistas avanzados, con fuertes fundamentos de entrenamiento conseguidos durante los primeros años de su desarrollo deportivo, pueden encontrar fácil afrontar tales programas competitivos intensos; sin embargo, los deportistas jóvenes pueden necesitar un período duro para afrontar tales

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tipo de entrenamiento	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

FIGURA 8.8 Plan hipotético de entrenamiento anual multipico para el tenis.

1 = fase preparatoria; 2 = Intensificación o competición; 3 = transición/recuperación.

programas estresantes. Esta puede ser la razón por la que muchos jugadores jóvenes se quemaron antes de ganar un torneo importante.

Desarrollar un plan anual múltiplo (figura 8.8) es una tarea desafiante. Esto es especialmente cierto en deportes como el tenis profesional, en que la fase preparatoria es muy corta y, con frecuencia, se plantea antes de los torneos principales. En la figura 8.8, el 1 representa una fase preparatoria muy corta que también se centra, al comienzo de la semana, en la regeneración. El resto de estos ciclos preparatorios cortos deben tener el objetivo de mejorar las habilidades biomotoras específicas. Dado que la habilidad dominante en tenis es la potencia, el entrenador debe hacer lo posible para entrenarla para el torneo siguiente. Aunque la figura 8.8 presenta un escenario que en el tenis se ve con frecuencia, los entrenadores han de ser muy selectivos, independientemente del número de torneos a los que asista el jugador. Muchas veces, este tipo de planes se utiliza con jugadores jóvenes, cuyo historial es completamente superficial y que carecen de capacidad suficiente para tolerar el elevado estrés físico o psicológico de este tipo de plan anual. Este es el motivo por el que los jugadores jóvenes e inexpertos están expuestos a lesionarse y perder, provocando que algunos jugadores se retiren de los torneos.

Periodización selectiva

Muchas veces se han utilizado planes de entrenamiento anual desarrollados para deportistas de élite en deportistas jóvenes que no tienen experiencia de entrenamiento, ni madurez fisiológica, para tolerar tales intensos programas competitivos. Esta es una de las razones por las que la periodización del entrenamiento debe ser individualizada. El entrenador tiene que considerar la puesta en forma del deportista para afrontar duros programas competitivos, utilizando las siguientes normas de actuación:

- Se sugiere totalmente el monociclo, como modelo de entrenamiento anual básico, para principiantes y deportistas junior. Consta de una fase preparatoria larga en la que el deportista puede desarrollar sus fundamentos técnicos, tácticos y físicos sin el estrés principal de la competición. El monociclo es el plan anual típico para los deportes de temporada y en los que la resistencia es la habilidad motora dominante (por ejemplo, el esquí nórdico, el remo, el ciclismo y las carreras de larga distancia).
- El plan de entrenamiento anual biciclo se usa, sobre todo, para deportistas avanzados o de élite, ya clasificados o que pueden calificarse para los campeonatos nacionales. Incluso en este escenario, la fase preparatoria debe ser tan larga como sea posible para permitir el desarrollo de las destrezas fundamentales del deportista y su potencial fisiológico.
- El plan de entrenamiento anual múltiplo de rendimiento se recomienda para los deportistas avanzados o de nivel internacional. Presumiblemente, ya poseen unos fundamentos sólidos que les permiten manejar un plan anual con tres o más picos de rendimiento.

TABLA 8.3 Normas de distribución de las semanas en cada fase técnica de un plan de entrenamiento anual de tipo clásico

Estructura del plan anual	Total de semanas por ciclo	Número de semanas por fase		
		Preparatoria	Competitiva	Transición
Monociclo	52	≥32	10-15	5
Biciclo	26	13	5-10	3
Triciclo	17-18	≥8	3-5	2-3
Múltiplo de rendimiento	52	15-18	22-30	7-8

La duración de las fases de entrenamiento depende en gran medida del programa competitivo. La tabla 8.3 proporciona las normas para distribuir las semanas de trabajo en cada fase del entrenamiento.

Estrés y periodización

La capacidad para manejar el estrés acumulado como resultado del entrenamiento y la competición es un factor importante que subyace en el éxito de los rendimientos atléticos. El estrés inducido por el entrenamiento puede considerarse como la suma de los diferentes estresores, tanto fisiológicos como psicológicos, y que puede aparecer tanto por influencias externas como internas. Por tanto, puede ser razonable centrarse en los efectos del entrenamiento inducidos por el plan de trabajo, más que en fijarse en si el trabajo se ha completado. El plan de entrenamiento debe considerar el desarrollo de la fatiga, que es un subproducto del entrenamiento, y cómo monitorizar o evaluar sus efectos sobre el rendimiento.

La periodización es una herramienta importante en el manejo de la fatiga acumulada como respuesta a los estresores fisiológicos, psicológicos y sociales resultantes del entrenamiento y la competición. En la creación del plan anual, el entrenador debe considerar tanto los efectos del entrenamiento y la competición en la aparición de la fatiga como en el nivel de estrés que generan al deportista. Si se estructura cuidadosamente, el plan manejará dicha fatiga, y reducirá sus niveles durante las competiciones principales, cuando el estrés puede ser muy alto. La figura 8.9 muestra cómo varía el estrés durante el plan de entrenamiento anual. Hay que señalar que el estrés no tiene la misma magnitud durante todo el plan anual, lo cual es una ventaja que distingue a la periodización del entrenamiento.

La curva de estrés de la figura 8.9 es paralela a la de la intensidad, de tal modo que, cuanto mayor es la intensidad, mayor es el nivel de estrés. La forma de la curva del estrés también indica que este es menor durante la fase de transición, incrementándose durante la fase preparatoria. En la fase competitiva, los niveles de estrés fluctuarán en respuesta a la tensión competitiva y a los períodos cortos de regeneración. Durante la fase preparatoria, la magnitud de la curva del estrés es el resultado de la relación entre el volumen del entrenamiento y la intensidad. Aunque el volumen, o cantidad de trabajo, sea elevado, la intensidad es baja debido a la dificultad de enfatizar simultáneamente sobre una gran cantidad de trabajo y una elevada intensidad (a excepción de la halterofilia).

La intensidad del entrenamiento es un generador principal de estrés. Por tanto, el entrenador debe procurar disminuir el nivel de estrés del deportista durante la fase preparatoria,

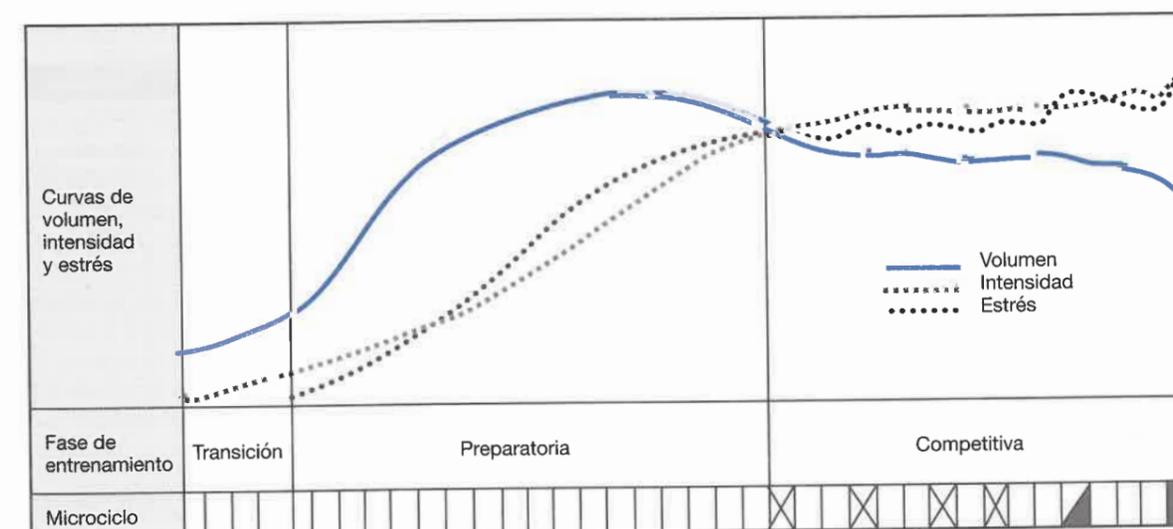


FIGURA 8.9 Curva de estrés en un microciclo.

enfaticando sobre el volumen más que sobre la intensidad. Sin embargo, es probable que el elevado volumen del entrenamiento que se aprecia habitualmente en la fase preparatoria, también produzca una cantidad significativa de estrés metabólico (19), y grandes modificaciones hormonales (17), que pueden provocar altos niveles de fatiga.

La curva de estrés en la fase competitiva es ondulante, de acuerdo con los microciclos competitivos de desarrollo y de regeneración. Claramente, el número y frecuencia de competiciones durante esta fase puede tener un impacto negativo sobre los niveles de estrés del deportista. Las competiciones frecuentes pueden incrementarlos, por lo que el entrenador debe permitir unos pocos días de regeneración tras ellas. Puede ser necesario un corto período de descarga (2 o 3 días) previo al evento, para facilitar el afrontamiento del deportista al estrés competitivo.

Además de modificar actividades de mayor y menor estrés, el deportista puede utilizar las técnicas de relajación para afrontarlo. De igual importancia es contar con un plan nutricional específico elaborado por un especialista; ciertos alimentos pueden tener un efecto positivo en el afrontamiento de la fatiga y el estrés psicológico. La habilidad para tolerar el estrés es altamente individual, y los deportistas con dificultad de afrontamiento pueden necesitar técnicas de motivación y relajación. En gran medida, la habilidad del deportista para tolerar el estrés depende del plan de entrenamiento. El entrenador debe estructurarlo, incluyendo fases de regeneración, y utilizar la relajación y las técnicas de visualización para ayudar al deportista a tolerar el entrenamiento y el estrés competitivo.

El estado psicológico del deportista depende ampliamente de su estado fisiológico. Si experimenta altos niveles de fatiga, el estrés acumulado afectará a su estado psicológico, lo que puede influirle negativamente (6). Cuanto mejor preparado psicológicamente esté, mayor posibilidad tendrá de tener un estado psicológico positivo. Un programa de periodización del entrenamiento correctamente estructurado deberá asegurar una gran preparación psicológica, una buena forma psicológica, un adecuado manejo del estrés y un entrenamiento mental.

Mientras que el deportista puede ser capaz de manejar el estrés durante un monociclo, es probable que no lo sea en el caso de un triciclo y, sobre todo, en los planes anuales múltiplos de rendimiento. Lo mismo puede afirmarse para la mayoría de los deportes de equipo que, con frecuencia, tienen un plan anual que dura diez meses. En este caso, deben establecerse consideraciones cuidadosas en cada microciclo, ya que los jugadores pueden experimentar un efecto de estrés acumulativo que puede comprometer las metas planificadas para la semana. La figura 8.10 sugiere un plan de microciclo con dos encuentros, y las actividades programadas para que los jugadores puedan tener una mejor tolerancia física y al estrés psicológico.

	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
S/T	Pico	R/R	Entrenamiento/D	Pico	R/R	Entrenamiento	Entrenamiento/D	Pico
a.m.	Actividades de activación pre-partido	Descanso (fisioterapia)		Actividades de activación pre-partido				Actividades de activación pre-partido
p.m.	Partido	Evaluación del estrés individual físico y psicológico; técnicas de fisioterapia	Entrenamiento táctico pre-partido y entrenamiento de potencia	Partido	Lo mismo que el lunes p.m.	Entrenamiento de alta intensidad Ejercicios de velocidad y agilidad Ejercicios tácticos y técnicos de alta intensidad	Entrenamiento técnico y táctico pre-partido	Partido

FIGURA 8.10 Microciclo sugerido para un deporte de equipo con los partidos planificados en domingo y miércoles.

S/T= alcance del entrenamiento; R/R = recuperación/regeneración/manejo del estrés; entrenamiento/D = entrenamiento y descarga para alcanzar la supercompensación para el partido.

Cuadro del plan de entrenamiento anual

Una vez que se han presentado el concepto básico de la periodización y de los objetivos principales de cada fase y subfase del entrenamiento, ya puede construirse el plan de entrenamiento anual. Trazar un cuadro de este plan exige comprender la relación entre los componentes del entrenamiento y el estrés que dichos factores imponen al deportista. Durante este proceso, deben tomarse las decisiones considerando las fechas de las competiciones principales, la relación de los factores de entrenamiento de cada fase y la secuencia de las fases de trabajo. Los que planifican entrenamientos con éxito son capaces de utilizar sus conocimientos sobre él y las respuestas fisiológicas que desarrollarán los planes de trabajo para producir resultados específicos.

El plan de entrenamiento anual de todo deportista se elabora siguiendo los mismos pasos básicos; sin embargo, cada plan y, por tanto, su cuadro, deben individualizarse según las especificidades fisiológicas de la disciplina y las necesidades del deportista. En este libro se proporcionan muchos ejemplos de cuadros de plan de entrenamiento anual. Nótese que los siguientes cuadros representan una progresión partiendo de lo simple hasta lo más intrincado. Es importante seguir las progresiones que aquí se presentan para estar completamente preparado para crear tales cuadros.

Cuadro de un plan de entrenamiento monociclo anual

El primer ejemplo de cuadro de entrenamiento monociclo representa de forma muy simple un plan anual para un hipotético equipo de baloncesto júnior (figura 8.11). En la parte superior de la figura 8.11, el que planifica puede anotar las fechas del plan, el entrenador y el equipo; en la segunda línea, puede marcar la verificación de los fines de semana de cada mes cuando están programados los partidos. Dado que en muchos países el baloncesto se juega desde el otoño hasta la primavera (de octubre a mitad de abril, en la figura 8.11), el plan comienza en junio y su parte final acaba a mediados de abril. Las semanas que restan de abril y el mes de mayo se reservan para la fase de transición. El mes de junio es el primer mes de la fase preparatoria, que se aplica de forma informal y flexible. Hay que recordar que las vacaciones escolares son en verano. Sin embargo, los jugadores con mayor dedicación, lo pueden utilizar como fase preparatoria en la que pueden trabajar la flexibilidad general (2 a 3 veces por semana) y seguir un entrenamiento de fuerza [del tipo para adaptaciones anatómicas (AA), haciendo hincapié sobre el fortalecimiento de los ligamentos y tendones]].

La siguiente sección de la figura 8.11, marcada como «competiciones», se utiliza para especificar el programa de partidos que el entrenador ha seleccionado (en este caso, de octubre a mitad de abril, como se representa en los cuadros sombreados). En el espacio reservado a la localización de la competición, se añade el nombre real del lugar en el que se va a jugar el partido.

Una vez registrados los datos y localización de las competiciones en el cuadro de entrenamiento, el entrenador ha de decidir los elementos claves de la periodización. El plan de entrenamiento anual se divide en fases de entrenamiento, de derecha a izquierda. En la figura 8.11, la línea de la periodización contiene estas tres fases clásicas: preparatoria (de junio a final de septiembre), competitiva (principios de octubre a mediados de abril) y de transición (final de abril a final de mayo). A continuación, se decide la duración y el tipo de entrenamiento de cada fase de trabajo. Dado que los jugadores de este ejemplo son universitarios, la periodización de la fuerza tiene una duración mayor que la fase de adaptación anatómica, seguida de dos fases cortas de fuerza máxima y de potencia. El mismo tipo de trabajo se mantendrá durante la fase competitiva. El entrenamiento de resistencia (la mayor parte aeróbica) y los ejercicios de velocidad general comienzan en las mismas fechas que las

Cuadro del plan anual

Entrenador:		Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Tipo:	Meses												
Competición	Fechas												
	Semanas												
Local	Local												
	Internacional												
Localización	Localización												
Periodización	Fases de entrenamiento	Preparatoria			Competitiva				Transición				
	Fuerza	AA	FxM	P									
	Resistencia	Resistencia aeróbica	Ergogénesis										
	Velocidad	Velocidad general	Velocidad específica										
Datos de los test	Nutrición												
	Datos del control médico												

FIGURA 8.11 Plan de entrenamiento anual para un equipo de baloncesto junior. Si es necesario, ajustar el plan sugerido a las condiciones específicas, incluyendo la duración del plan y su aplicación flexible (por ejemplo, la duración de la fase de transición).

AA = tipo de adaptación anatómica al entrenamiento de fuerza; aerob. = entrenamiento de la resistencia tipo aeróbico; FxM = fuerza máxima; P = potencia; nutrición = se introducen en el cuadro de arriba los elementos (como la ingesta elevada de carbohidratos) o el plan de nutrición sugerido por el especialista en nutrición.

adaptaciones anatómicas, a las que sigue la resistencia específica para los partidos (ergogénesis) y el entrenamiento de velocidad, el cual es necesario para que los deportistas estén preparados para los siguientes partidos.

Una preocupación muy importante en los deportistas junior es su alimentación. Se debe consultar a un nutricionista para que prepare un plan de nutrición para los jugadores, o contar con un especialista familiarizado con las necesidades nutricionales en los años de la pubertad, o del crecimiento y desarrollo físico. A continuación, completar las líneas de los datos de los test y del control médico. Todo entrenador debería testar las habilidades de los jugadores durante la primera semana del plan. Las dos fechas recomendables para ello son a final de diciembre o comienzo de enero, y durante la primera semana de la transición. El control médico, necesario para evaluar el estado de salud de cada jugador, debe hacerse al inicio y al final del plan anual.

Cuadro de un plan de entrenamiento anual biciclo

La figura 8.12 representa un ejemplo de un cuadro de entrenamiento biciclo para nadadores universitarios. Tradicionalmente, la natación tiene dos competiciones principales y, por tanto, dos picos de rendimiento anuales (un tramo corto de invierno y uno largo de verano). El criterio fundamental para decidir los dos picos de rendimiento, y por tanto, las fases de entrenamiento intrínseco, depende de las fechas de las competiciones principales. Nótese en la figura 8.12 que cada una de las dos diferentes fases competitivas culmina con un campeonato nacional (a finales de febrero y a finales de agosto). Las demás competiciones se programan para cada segunda semana, y tienen las ventajas de que siguen las exigencias del entrenamiento: competir, recuperarse, entrenar, supercompensar para la siguiente carrera y, de nuevo, competir. Este método de programación del trabajo y de las competiciones permite al entrenador evitar el sobreentrenamiento.

La periodización de las fases de entrenamiento y de las habilidades dominantes sigue la misma metodología que se trató en el capítulo 5. Nótese que cada ciclo de competiciones se sigue de una fase de transición. Y, también, el criterio de dividir cada ciclo en microciclos, como los programas competitivos y la duración de las fases de entrenamiento de fuerza, la velocidad y la resistencia. Al final del cuadro se ofrece un espacio para decidir las fechas del control médico y los test, los cuales se sitúan tradicionalmente al comienzo del programa y a la finalización de la mayor parte de las fases de entrenamiento de periodización de las habilidades biomotoras principales.

Cuadro de un plan de entrenamiento anual triciclo

Una vez comprendida la programación en monociclos y biciclos, el entrenador puede trabajar sobre un hipotético triciclo que, con frecuencia, se utiliza en las artes marciales, en los deportes artísticos y en algunos deportes de temporada. Incluso puede utilizarse un triciclo en esquí alpino y nórdico, en los que las competiciones de los principales campeonatos nacionales y los internacionales, la copa del mundo o los Juegos Olímpicos pueden exigir un máximo de tres picos de rendimiento al año. La figura 8.13 representa un triciclo hipotético para artes marciales, en los que los tres picos principales se programan para el 26 de abril, el 2 de agosto y el 13 de diciembre. Nótese que el pico del 8 de noviembre es solo de intensidad y no un pico de forma para el año.

Las competiciones secundarias también deben planificarse antes de cada pico de rendimiento. Idealmente, han de organizarse basándose en la dificultad de los contrarios, lo cual se planifica con menor dificultad al comienzo de la fase competitiva y plantea mayores retos hacia el final. Para monitorizar mejor la fatiga, la mayor parte de ellas se planifican separándolas con dos semanas, una fase de recuperación corta inmediatamente después de cada una y 2 o 3 días de baja intensidad para facilitar la supercompensación.

La figura 8.13 también puede utilizarse para planificar la información adicional, como la adquisición de destrezas, las técnicas psicológicas y la nutrición. Contar con la ayuda de

Cuadro del plan anual

Entrenador:		Cuadro del plan anual													
Tipo:		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre					
Meses	Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Localización	Internacional														
Localización	Local														
Localización	Local														
Fases de entrenamiento															
Fuerza	Preparatoria 1														
Resistencia	Preparatoria 2														
Velocidad	Competitiva 1														
Psicológico	Competitiva 2														
Nutrición	Transición														
Macro ciclos	Mantenimiento														
Micro ciclos	Específica														
Datos de los test	Específica del evento														
Datos del control médico	Específica del evento														

FIGURA 8.12 Plan de entrenamiento bicicleta para nadadores universitarios.

AA = adaptación anatómica; AE = aeróbico; AN= anaeróbico; FxM = fuerza máxima; T= transición; M-E = resistencia muscular (capacidad para realizar muchas repeticiones con cargas bajas o medias). Nota: algunas líneas de la figura 8.12 están vacías. Esto significa que el entrenador, el psicólogo y el nutricionista deben especificar la terminología utilizada en dichos espacios.

expertos en psicología del deporte y en nutrición ayudará a definir y conseguir las metas específicas del deportista. Debajo de la periodización, hay una línea en la que el índice de pico de rendimiento puede especificarse para cada fase de entrenamiento. La siguiente sección aporta mayor información sobre este concepto.

Al final de la figura 8.13 hay tres curvas: una del volumen, otra de la intensidad y una tercera del pico de rendimiento. Desde el punto de vista metodológico, durante la primera parte de la fase preparatoria, el volumen de entrenamiento debe enfatizarse de forma que se desarrollen unos fundamentos fisiológicos fuertes. Estos provocarán que se produzca una adaptación adecuada del organismo y de la mente, de tal forma que los deportistas puedan tolerar el trabajo y manejar la fatiga durante cada ciclo. A la vez, la curva de intensidad es más baja, ya que el deportista no puede tolerar grandes volúmenes o alta intensidad al inicio del plan anual.

Por lo general, los deportistas comienzan el nuevo programa de entrenamiento anual con porcentajes de carga de trabajo entre el 30 al 50 % de su capacidad máxima, en fun-

Cuadro del plan anual

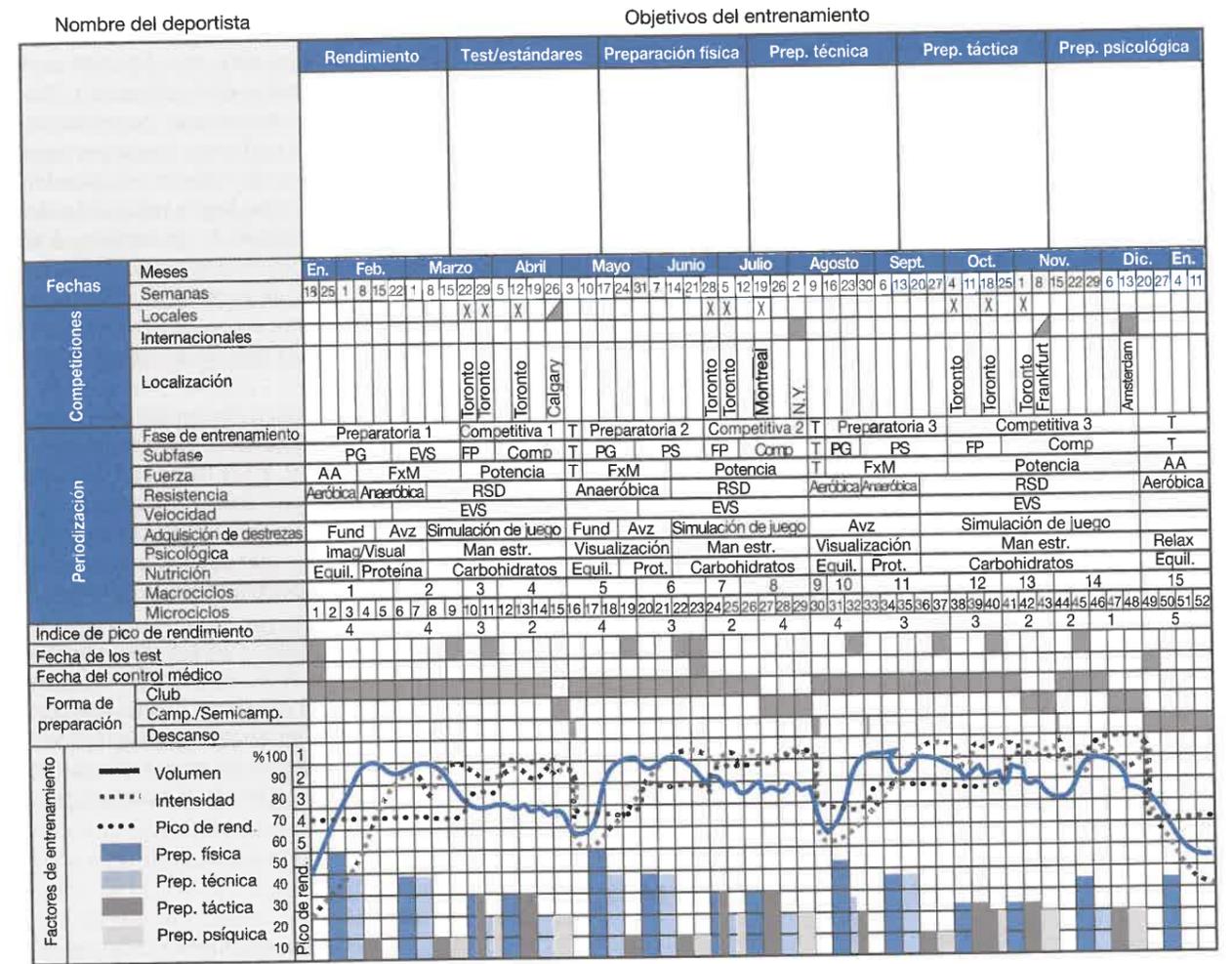


FIGURA 8.13 Plan de entrenamiento anual triclo para artes marciales.

Prep = preparación; Comp = competitiva; T = transición; PG = fase de preparación general; EVS = entrenamiento de velocidad específica del deporte; FP = fase precompetitiva; PS = fase de preparación específica; AA = adaptaciones anatómicas; FxM = fuerza máxima; RSD = resistencia específica del deporte; Fund = fundamentos; Avz = avanzado; Imag/Visual = imaginaria y visualización; Man estr. = manejo del estrés; Relax = relajación; Equil = equilibrio.

ción de sus niveles de rendimiento. Durante la fase preparatoria, la curva que representa el volumen de entrenamiento se eleva progresivamente, alcanzando su cima al final de la fase de preparación general. Por el contrario, durante la fase de preparación específica, la curva que representa la cantidad de volumen disminuye progresivamente, situándose por debajo de la que representa a la intensidad. Durante la fase preparatoria, esta sigue la trayectoria de la curva del volumen de entrenamiento y, a continuación, se desvía de ella hacia arriba en la mitad de la fase competitiva. Ambas curvas presentan mayor ondulación durante los macrociclos con muchas repeticiones.

Generalmente, la intensidad es mayor durante la primera parte del microciclo que precede a una competición, disminuyendo a medida que esta se aproxima para permitir descansar al deportista y regenerarse antes de competir. Cuando el volumen del entrenamiento es alto, normalmente la intensidad es baja. Si ambos parámetros están altos, se incrementa marcadamente la posibilidad de sobreentrenamiento (7).

Durante la primera parte del macrociclo antes de la competición principal, se incrementa el volumen, reflejando el énfasis hacia una elevada calidad de trabajo. Hacia el final del macrociclo, por lo general el volumen disminuye en los últimos dos microciclos antes del siguiente macrociclo. Al principio, la intensidad es ligeramente menor que el volumen de entrenamiento pero, a continuación, se eleva progresivamente a medida que se aproxima la competición. Sin embargo, durante la descarga ambas curvas pueden caer ligeramente, en función del tipo de disminución progresiva de la intensidad que se esté utilizando. Tradicionalmente, la intensidad no se eleva mucho en los deportes de resistencia, permitiendo que tanto el volumen como la intensidad se enfatizan por igual. Sin embargo, los deportistas de clase internacional, con una base más sólida, y una buena base de resistencia, pueden tolerar altas intensidades incluso durante la fase competitiva (con una ligera reducción del volumen). Esta aproximación es necesaria para entrenar a deportistas de resistencia si se quieren conseguir altos niveles de rendimiento. Los deportes caracterizados por actividades dinámicas, que expresan altos resultados de potencia, requerirán que la intensidad se eleve a mayor nivel que la curva de volumen de entrenamiento. En lo que respecta a la fase corta de la subfase competitiva, el volumen baja y la intensidad sube, lo que da a entender que la mayor parte de las competiciones son intensas.

La **curva del pico de rendimiento**, o de preparación, como se la denomina algunas veces, es el resultado directo de la interacción entre el volumen y la intensidad, los cuales afectarán al nivel de puesta en forma del deportista o de fatiga. Por lo general, en la fase preparatoria, esta curva tiene un recorrido parejo a las curvas del volumen e intensidad, en respuesta a la fatiga que se desarrolla en esta fase. Por tanto, la curva de rendimiento se eleva durante las subfases precompetitiva y competitiva por la reducción de la fatiga que se produce en ellas al disminuir el volumen. Esta curva representa el potencial del deportista para rendir a alto nivel, así como también su nivel de fatiga.

En el ejemplo del cuadro del plan anual (figura 8.13), la magnitud (no el porcentaje de cada curva) es el énfasis situado sobre el volumen y la intensidad. Es más complicado expresar estas curvas en porcentajes, más que en la relación de una con la otra; por tanto, solo los entrenadores experimentados que entrenan a deportistas de élite deberían utilizar este método de expresión. Igualmente, la curva de estrés no se incluye en la figura ya que su forma se afecta por (y, por lo tanto, se asemeja) la curva de intensidad; la fecha de la competición también influye en la curva de estrés.

Índice del pico de rendimiento

El nuevo parámetro incluido en la figura 8.13, el índice de pico de rendimiento o de preparación (2, 3, 29), representa el nivel de forma del deportista para competir y refleja su estado fisiológico, técnico, táctico y psicológico (tabla 8.4). Para modular el nivel de preparación del deportista, deben manejarse los factores de entrenamiento para eliminar la fatiga y, por tanto, elevar también el potencial de rendimiento del deportista. En el proceso competitivo este debe ser prioritario. Es imposible tener un pico de rendimiento en cada competición,

ya que la forma física empezaría a disminuir debido a que se gasta demasiado tiempo entrenando con intensidades o volúmenes bajos. Por ello, la modificación de los niveles de énfasis debería limitarse a competiciones específicas. Excepto en las de alta prioridad, no es esencial que el deportista (especialmente el de élite y de equipo) alcance el pico de rendimiento en cada competición. En los deportes en los que la fase competitiva es larga, y con muchos encuentros, no es factible conseguir un pico verdadero en cada competición, partido o encuentro.

El índice de pico de rendimiento se modulará mediante modificaciones en las cargas de entrenamiento (volumen e intensidad) y reflejará el nivel de fatiga del deportista, que afecta directamente a su preparación. Los altos niveles de fatiga disminuirán su preparación, mientras que los bajos la incrementarán. Sin embargo, si disminuye excesivamente su puesta en forma por seguir períodos prolongados de intensidad y volumen de trabajo bajos, también lo hará su preparación.

Al final de la fase competitiva, el deportista debe conseguir su nivel más elevado de forma (pico) para la competición principal. Por tanto, puede estar justificada la aproximación de incluir muchas competiciones sin pico de rendimiento en la fase competitiva del plan de trabajo anual, utilizando la competición como entrenamiento efectivo con estrategias de descargas mínimas antes de dichas competiciones. Si el entrenador utiliza estrategias de pico de rendimiento, que incluyan descargas en cada competición de la fase competitiva, podría conseguir reducir la capacidad fisiológica del deportista y su forma física para rendir durante la temporada. Sin embargo, esto no significa que el deportista no se centre en cada partido. Más bien, el deportista y el entrenador deben determinar la aproximación óptima para seguir o graduar la utilización de la descarga antes de la competición.

Los entrenadores de los deportes de equipo deberán utilizar mayores descargas cuando el objetivo del programa competitivo son las competiciones más importantes o los tres rivales más fuertes. La figura 8.13 indica el índice de rendimiento de nivel 1, que representa la situación en la que el nivel de preparación del deportista debe ser el más alto. Para obtener este nivel, el deportista tendrá que utilizar estrategias de pico de rendimiento específicas (ver capítulo 9). El nivel del índice de rendimiento número 2 representa un nivel de preparación que corresponde aproximadamente al 90 % del que se espera del nivel 1. Este índice podría utilizarse cuando se juega contra los dos tercios de los mejores equipos de la liga, excluyendo a los tres o cuatro primeros. Para conseguir este nivel de preparación, el deportista deberá reducir menos el volumen de entrenamiento y la intensidad, comparados con el nivel 1. Cuando juega con equipos que no son una amenaza en la liga, o durante los partidos precompetitivos, los deportistas deben mantenerse en el nivel 3 del índice de rendimiento (70 al 80 % de la preparación máxima). Durante la fase precompetitiva, el plan de entrenamiento debe enfatizar sobre objetivos técnicos y tácticos en lugar de ganar partidos. Puede ser necesario obtener este nivel de forma en la subfase de preparación especial de los planes biciclo o triciclo. El índice de pico de rendimiento de nivel 4 indica que este es del 60 % de la forma máxima, y representa el nivel que normalmente se ve en la fase preparatoria, cuando el deportista está asumiendo cargas elevadas de entrenamiento y no está preparado para competir. El índice de pico de rendimiento del nivel 5 representa el 50 %, o menos, de la preparación máxima, y es el típico de la fase de transición y del final del plan anual, cuando las cargas de trabajo están en sus niveles más bajos, como lo están los niveles de puesta en forma y fatiga.

La figura 8.13 representa el índice de pico de rendimiento apropiado para cada macrociclo, sirviendo como guía el trazado de la curva. Esta podrá fluctuar o ser ondulante, en paralelo con los niveles de estrés o de fatiga generados por el entrenamiento y, consecuentemente, se incrementará en los microciclos de descarga. A medida que el entrenamiento se hace más específico e intenso, desde la preparación general a la preparación específica, y durante la fase competitiva, mejorará el índice de pico de rendimiento.

TABLA 8.4 Descripción del índice de pico de rendimiento

Índice de pico de rendimiento	Nivel de forma (%)
1	100
2	90
3	70-80
4	60
5	≤50

El índice de pico de rendimiento puede adoptarse para reflejar el nivel de preparación específico del deporte. La tabla 8.5 muestra cómo dicho índice refleja este nivel en eventos individuales, utilizando como referencia el mejor rendimiento del deportista.

TABLA 8.5 Adaptación del índice de pico de rendimiento para un deporte individual

Índice de pico de rendimiento	Nivel de forma (%)	Velocista (100 m MP: 10 s)		Levantamiento de peso (peso muerto MP: 250 kg)
		Nivel de forma (%)		
1	100	10,00-10,05 s	100	250-247,5 kg
2	99-99,5	10,06-10,10 s	97-98	242,5-245 kg
3	98-98,5	10,11-10,20 s	95-96	237,5-240 kg
4	97-97,5	10,21-10,30 s	93-95	232,5-235 kg
5	≤97	≥10,31 s	≤94	≤230 kg

MP = mejor marca personal.

El índice de pico de rendimiento se modulará modificando las cargas de entrenamiento (volumen e intensidad), y reflejará el nivel de fatiga del deportista, la cual afecta directamente a la forma física. Los niveles altos de fatiga disminuirán las capacidades del deportista, mientras que los niveles bajos incrementarán su puesta en forma. Sin embargo, si el grado de preparación disminuye excesivamente, como respuesta a períodos prolongados de bajo volumen e intensidad, disminuirá visiblemente la capacidad de rendimiento del deportista.

Cuadro de un plan de entrenamiento multipico de rendimiento anual

Crear un cuadro de un plan de entrenamiento multipico anual es un desafío, incluso para entrenadores experimentados. El ejemplo que ilustra la figura 8.14 es una clara demostración de esta realidad en una planificación en tenis profesional, en el que hay oportunidades de jugar durante todo el año en varios torneos. Muchas veces, el anuncio de los organizadores de recompensas económicas puede suponer una tentación fantástica para muchos jugadores. Este es el motivo por el que muchos caen en el error de registrarse en muchos torneos sin estar aún preparados para el estrés asociado con los viajes, los partidos, ser eliminado en la primera ronda y, a continuación, viajar de nuevo a otro torneo. Generalmente, estas ilusiones pueden concluir en lesiones desagradables y frustrantes. Por tanto, es recomendable que el entrenador establezca un plan anual multipicos para el tenista en el que ambos decidan cuándo seleccionar el número de torneos.

La línea superior de la figura 8.14 se utiliza para especificar los meses del plan. Recuerde que, en este ejemplo, después del último torneo del Open U.S., el jugador puede tomarse unas merecidas vacaciones de siete semanas para recuperarse y regenerarse (etiquetado como T, o transición, en la figura). La segunda línea se usa para especificar las fechas semanales (domingos) en cada cuadrado. Este dato del fin de semana siempre se especifica en el cuadro del plan anual. Los torneos seleccionados no se anotan en la línea de competiciones locales, la x significa que son los torneos de importancia secundaria. Las líneas cuarta y quinta pueden utilizarse para concretar los torneos principales, que culminan con el Open U.S.

El segmento del cuadro dedicado a la periodización se utiliza para especificar las fases de entrenamiento, la preparatoria a partir de noviembre hasta primeros de enero, la competitiva desde principios de enero a la primera semana de septiembre y la de transición del resto

Cuadro del plan anual

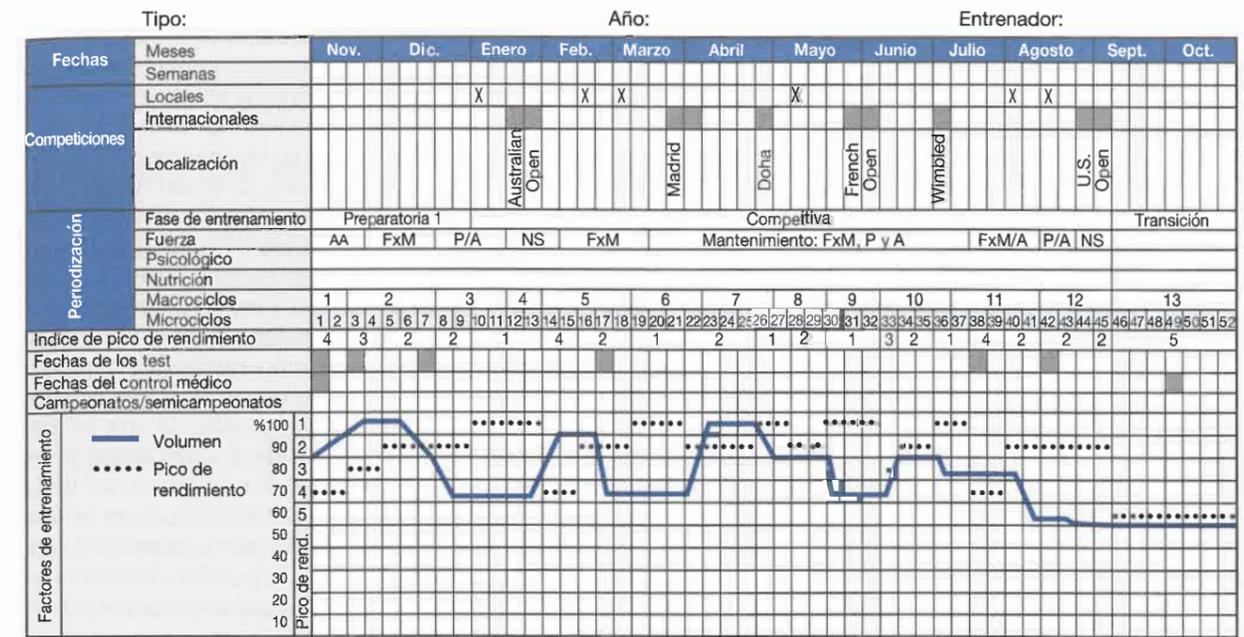


FIGURA 8.14 Plan anual multipico de rendimiento para el tenis.

X = torneo de importancia secundaria; AA = adaptaciones anatómicas; FxM = fuerza máxima; P/A = potencia/agilidad; mant = mantenimiento de la fuerza máxima, la potencia y la agilidad; NS = no fuerza durante los Open U.S. y Australia. La misma proposición se sugiere para la duración de otros torneos importantes.

Nota: en el caso del tenis, realmente la velocidad es agilidad y la resistencia entrenamiento específico, que los entrenadores deben expresar en duración; por tanto, este cuadro no incluye las curvas de velocidad y resistencia.

de septiembre hasta final de octubre. Nótese que la fase competitiva sigue la selección de los torneos: Open de Australia, Madrid, Doha, Francia, Wimbledon y Open U.S. Una línea esencial se dedica a la periodización de la fuerza, en sus dos tipos: de adaptación anatómica y de fuerza máxima, esenciales en tenis. Si no tiene tiempo para dedicarlo a la fuerza máxima, el jugador tendrá difícil mejorar su potencia y agilidad, ambas directamente dependientes de la mejora de la fuerza máxima. Nótese que, desde Madrid hasta después de Wimbledon, hay una larga fase de mantenimiento con tiempo suficiente para mantener la fuerza máxima y la potencia. Téngase en cuenta que si el tenista no entrena, se desentrenará; si la fuerza máxima se deteriora, la potencia y la agilidad pueden afectarse, y la velocidad y la potencia sobre la pista también pueden deteriorarse. La periodización también incluye dos planos esenciales: el psicológico y la nutrición. Los entrenadores deben contar con especialistas en las áreas de psicología del deporte y de la nutrición para determinar las necesidades específicas del tenis.

La línea para la periodización y los macrociclos debe especificar la duración de cada fase, según dicte la periodización de la fuerza y las fechas de los torneos. Se tiene que usar la línea de los microciclos solo como fecha de referencia del nivel del estado de entrenamiento y del nivel de pico de rendimiento del deportista. Para comprender mejor el índice de rendimiento, por favor, recurra a las explicaciones previas en este mismo capítulo. La fecha de los test y de los controles médicos se reseña en su línea específica. Finalmente, las curvas de volumen e intensidad se especifican en la parte inferior del cuadro. La elevación de cada curva refleja el nivel necesario para estresar el volumen de entrenamiento, la intensidad y el pico de rendimiento, y deberían seguir la dinámica de carga de los macrociclos. Intentar llevar a cabo este tipo de planificación y aprender cómo mejorar la planificación para el siguiente año.

Criterio para recopilar un plan anual

Recopilar un plan de entrenamiento anual es una parte esencial del proceso de entrenamiento, dado que dicho plan proporciona las normas que lo dirigen. El momento ideal para establecer el plan de trabajo anual es al final de la fase de transición, antes de iniciar el siguiente año de entrenamiento. Una vez que el deportista ha completado la competición principal del año, pueden analizarse y evaluarse sus mejoras y respuestas fisiológicas y psicológicas al plan. En ese momento es cuando se estudia su porcentaje de mejora o progreso, de rendimiento competitivo y los test. La información generada por estos análisis influirá en los objetivos que se establezcan para el siguiente año de entrenamiento, así como también en el modo en que se estructura el plan de trabajo. El entrenador utilizará estas indicaciones, junto con los programas competitivos próximos, para establecer el siguiente plan de entrenamiento anual.

Cada programa competitivo anual, incluidos los eventos nacionales e internacionales, lo establece la correspondiente federación nacional o internacional. Cada organización regional basa su calendario de competición en estos programas. Tales datos deben estar disponibles para la fase de transición del plan de entrenamiento anual del año previo; de otra forma, no podrá establecerse el del siguiente año. En muchos casos, las federaciones de deportes individuales no presentan calendarios competitivos hasta pasados uno o dos meses de la fase preparatoria. En este caso, el entrenador diseñará el plan anual basándose en la fase competitiva del año previo. Y lo ajustará más tarde, cuando el calendario competitivo esté disponible. Una vez establecido el plan de entrenamiento anual, ya pueden desarrollarse planes individuales o para pequeños grupos. El plan de trabajo anual establecido por el entrenador debe ser claro y conciso, y presentar la información técnica adecuada.

La calidad del plan estará reflejada directamente en el conocimiento metodológico del entrenador, su experiencia y en las últimas innovaciones en la teoría del entrenamiento. Debe estar al corriente de tales factores a través de la literatura científica, asistiendo a conferencias e interactuando con otros técnicos, y observando estrechamente los procesos de entrenamiento de sus deportistas. Por tanto, el técnico modificará y adaptará el plan de entrenamiento anual paralelamente al aumento de sus conocimientos y experiencia. Cuanto más organizado sea, más fácil le resultará este proceso.

En algunos casos, la asociación nacional del deporte de que se trate, o la organización que lo financia, podrá pedirle que presente un modelo del siguiente plan de entrenamiento

Elementos de un plan de entrenamiento anual

1. Análisis del modelo de rendimiento (ergogénesis, fuerza y biomecánica, velocidad y características de resistencia, según el nivel competitivo del deportista).
2. Análisis retrospectivo.
3. Predicción de rendimientos.
4. Objetivos de las áreas de rendimiento, preparación física, preparación técnica y táctica, nutrición, teoría y preparación psicológica.
5. Calendario de competición.
6. Test y estándares.
7. Modelo de periodización (incluyendo el cuadro del plan anual y la estructura de los macrociclos).
8. Modelo de preparación.
9. Organización del deportista o del equipo con el modelo administrativo (incluyendo las necesidades presupuestarias y de equipamiento).

anual. Tal modelo ha de estar bien organizado y razonado, y coincidir con los parámetros principales del entrenamiento. Las secciones siguientes reseñan un modelo de plan anual que contiene todos los elementos necesarios. Un esquema de los componentes que ha de contener la presentación del programa de entrenamiento puede encontrarse en el apartado «Elementos de un plan de entrenamiento anual».

Análisis del modelo de rendimiento

En el análisis del modelo de rendimiento, el primer elemento que debe presentarse es un necesario análisis de los aspectos científicos y metodológicos del deporte, propio del contexto de las necesidades de entrenamiento. Para ello, el entrenador debe tener en cuenta las características biomecánicas y fisiológicas del deporte y analizar la contribución de cada habilidad biomotora al rendimiento (figura 8.15)

Fuerza

1. Seleccionar el tipo de fuerza. Determinar cuáles son las cualidades siguientes de fuerza específicas del evento: potencia, resistencia a la potencia, resistencia muscular corta, media o larga. El incremento de la cualidad o cualidades elegidas será el fin último de la periodización completa de la fuerza. Recuérdese que, para los tipos de resistencia de la fuerza (de una naturaleza más metabólica), las adaptaciones morfofuncionales del entrenamiento requieren una mayor exposición al estímulo que en el caso de las adaptaciones neurales. Este factor afecta directamente a la duración de la fase de conversión y, por tanto, al tiempo que se permanece en otras fases, cuando el diseño del programa de trabajo se hace desde el final hacia atrás.
2. Determinar la duración adecuada para el período de adaptaciones anatómicas según las características del deportista (incluidas su fase de desarrollo físico y su experiencia de entrenamiento de fuerza) y del tiempo disponible para la fase introductoria.
3. Decidir si se implementa o no un período dedicado a la hipertrofia, a la luz de las características del deportista y del evento deportivo.
4. Seleccionar los ejercicios que se utilizarán en el entrenamiento. Los entrenadores de la fuerza y el acondicionamiento deben seleccionar los ejercicios de acuerdo con las especificidades del deporte, las necesidades del deportista y la fase de entrenamiento. Cada destreza física se realiza con músculos motores principales, los cuales pueden diferir de un deporte a otro, en función de las exigencias de las destrezas específicas. Por tanto, los entrenadores deben identificar primero los motores principales y, a continuación, seleccionar los ejercicios de fuerza que mejor impliquen dichos músculos. Al mismo tiempo, han de considerar las necesidades del deportista, que dependen de sus antecedentes y de sus puntos fuertes y débiles. Dado que los puntos débiles de una cadena siempre son los que se rompen primero, deben seleccionarse ejercicios de

Análisis del modelo de rendimiento			
Ergogénesis			
Sistema dominante de energía:			
% anaeróbico aláctico:			
% anaeróbico láctico:			
% aeróbico:			
Fuerza			
Fuerza específica*:			
Motores principales:			
Acciones musculares de los motores principales:			
ROM:			
Velocidad			
Lineal		No lineal	
Aceleración			
Velocidad máxima			
Resistencia de vel.			
RSA			
Descanso entre repeticiones			
Pasivo		Activo	
Completo		Incompleto	
Resistencia			
Continua			
Intermitente			
Específica			

FIGURA 8.15 Cuadro del análisis del modelo de rendimiento.

*Entre fuerza máxima (Fxm), potencia (P), resistencia a la potencia (RP), resistencia muscular corta (RMC), resistencia muscular media (RMM) y resistencia muscular larga (RML). Esta es la fuerza que debe desarrollarse antes de la temporada competitiva y mantenerse después.

ROM = rango del movimiento; RSA = capacidad para repetir esprints.

compensación (también denominados como ejercicios accesorios) para fortalecer a los músculos más débiles. Esta selección también es específica de esta fase. Normalmente, durante la fase de adaptación anatómica, la mayoría de los grupos musculares trabajan para desarrollar una base mejor y multilateral. Cuando se aproxima la fase competitiva, el entrenamiento se vuelve más específico y los ejercicios se seleccionan para implicar expresamente los motores principales. Por eso, los entrenadores tienen que analizar los movimientos del deporte con el fin de determinar los ejercicios y los parámetros de carga. Deben considerarse los factores siguientes:

- Planos en los que se realizan los movimientos (sagital, frontal, transversal).
 - La fuerza expresada en diferentes ángulos concretos, dentro del rango del movimiento específico del deporte (es decir, la zona que debe afectarse más por el desarrollo de la fuerza específica).
 - Los grupos musculares que producen los movimientos (es decir, los motores principales que también deben afectarse más por el desarrollo de la fuerza específica).
 - Acciones musculares (concéntricas, excéntricas, isométricas).
5. Elegir los métodos que se utilizarán en cada macrociclo y los métodos de entrenamiento de las progresiones. En el capítulo 10 se proporcionan los detalles sobre los métodos de entrenamiento y las progresiones.

Velocidad

1. Evaluar el número, intensidad y duración de los sprints o acciones rápidas.
2. Considerar las diferencias entre, y la contribución de, cada una de las siguientes cualidades de la velocidad: velocidad aláctica (aceleración, velocidad máxima), velocidad láctica corta (habilidad para repetir sprints, o RSA) y velocidad láctica larga (velocidad de resistencia). Nota: la velocidad láctica larga (velocidad de resistencia) es una expresión de la potencia láctica en la que la velocidad se mantiene durante más de 8 segundos. Por contra, la velocidad láctica corta (habilidad para repetir sprints o RSA) es una expresión de la capacidad aláctica en que se repiten sprints de menos de 6 segundos, con una recuperación parcial hasta que se convierten en una expresión de potencia láctica corta, en la que también participa en gran medida la potencia aeróbica durante los intervalos cortos de descanso para restablecer los fosfatos mediante la fosforilización aeróbica.
3. Evaluar el tipo (activa o pasiva) y duración de la recuperación entre los sprints o las acciones rápidas.
4. Evaluar si la velocidad que se expresa es lineal o no lineal.
5. Elegir los métodos para cada macrociclo y las progresiones de los recursos del entrenamiento.

Resistencia

1. Utilizar la literatura científica para determinar la contribución de cada sistema energético a la actividad deportiva (a nivel competitivo del equipo o deportista):
 - Anaeróbica aláctica (ATP-CP).
 - Anaeróbica láctica (LA).
 - Aeróbica (O₂).
2. Evaluar si una actividad es continua o intermitente
3. Determinar las zonas de intensidad de trabajo para la resistencia y las progresiones que se utilizan durante el programa de entrenamiento.
4. Elegir los métodos que se van a utilizar en cada macrociclo y de progresión del entrenamiento.

El entrenador puede hacer uso de las fuentes *online* (por ejemplo, www.pubmed.gov) para encontrar literatura científica relevante sobre las características metabólicas, biomecánicas y neuromusculares del deporte. Con propósito de análisis biomecánico, pueden usarse vídeos *online* del entrenamiento de deportistas de nivel competitivo.

Análisis retrospectivo

En esta sección, el entrenador presenta la información personal o del equipo (por ejemplo, deporte, género, edad, altura, peso, composición corporal). Para oficiar adecuadamente las predicciones de rendimiento y los objetivos de la próxima temporada, el entrenador debe analizar a fondo el rendimiento y la conducta de las temporadas previas. Los logros de rendimiento se refieren al competitivo, así como también al de los test y los estándares. Esta información puede presentarse en una tabla (tabla 8.6).

TABLA 8.6 Análisis hipotético de los resultados de una lanzadora de jabalina

	Rendimiento	Planificación	Conseguido
Objetivos	1. Distancia de lanzamiento	51,50 m	52,57 m
	2. Con carrera de 30 metros	4,80 s	4,7 s
	3. Lanzamiento de jabalina de pie	2,4 m	2,4 m
	4. Lanzamiento de balón medicinal con dos manos por encima de la cabeza (de 3 kg)	18 m	21,4 m

Nota: los datos que se presentan son solo ejemplos; podrían incluirse otros factores (por ejemplo, marcadores de la fuerza muscular, cambios en la composición corporal, masa corporal).

Tras analizar el rendimiento competitivo de años anteriores, los objetivos y los test y estándares, el entrenador puede determinar el estado de preparación del deportista mediante el análisis de cada factor de entrenamiento. Con respecto a la preparación física, el técnico debe comprobar si los índices de desarrollo de las habilidades generales y biomotoras específicas se corresponden con las necesidades específicas del deporte, o si son las adecuadas para soportar la preparación técnica, táctica y psicológica. Tal información puede obtenerla de las competiciones y los resultados de los test, comparando cualquier mejora o merma del rendimiento técnico o táctico, o porcentaje de progreso o retroceso del deportista, con las puntuaciones de los test. Con frecuencia, las mejoras prevalecerán durante la fase de preparación, pero se producen regresiones durante la fase competitiva como resultado de una preparación física inadecuada e inconsistente. Por tanto, el entrenador debe mantener la preparación física específica durante la fase competitiva y hacer test, para ver si la progresión del deportista es consistente en cada macrociclo y para recoger datos objetivos sobre la dinámica de la preparación física.

Cuando examina la preparación técnica, el entrenador debe evaluar la competencia técnica del deportista y en qué medida el entrenamiento técnico y la habilidad afectan al rendimiento del deportista. Debe evaluar la efectividad de los elementos técnicos anteriores para determinar si los utiliza en el futuro. El tiempo dedicado a mejorar los elementos técnicos se reflejará directamente en el nivel de competencia técnica del deportista y su fineza en la adquisición de destrezas. Dado que la fuerza muscular afecta a la competencia técnica (5), el entrenador debe determinar si el deportista tiene suficiente fuerza para asumir los elementos técnicos que requiere el deporte.

El análisis de la preparación táctica revelará si las maniobras tácticas se han elegido adecuadamente, si son las apropiadas para las características del deporte y si conducen a la solución de los problemas del equipo. Para concluir el análisis retrospectivo, el entrenador debe decidir si hay que eliminar alguna de las herramientas estratégicas del año anterior,

mantenerlas como parte de las estrategias del equipo o perfeccionarlas, de tal forma que mejoren la eficiencia del equipo para el siguiente año.

El técnico también tiene que investigar la preparación psicológica y la conducta del competidor, así como la calidad de su plan de nutrición, y cómo estos factores afectan al rendimiento final. Al evaluar la conducta del deportista, puede tener en cuenta qué le ocurre cuando no está entrenando (por ejemplo, considerar los factores sociales); muchas veces, algunos elementos extradeportivos afectan significativamente al entrenamiento y al rendimiento competitivo.

Finalmente, el entrenador necesita colaborar con otros especialistas del entrenamiento (por ejemplo, entrenadores de la fuerza y el acondicionamiento, fisiólogos del ejercicio, científicos del deporte, nutricionistas, fisioterapeutas) para establecer cómo determinadas estrategias de los años previos afectaron a la capacidad de rendimiento del deportista. Las conclusiones del análisis retrospectivo servirán para predecir los progresos y rendimientos futuros, y para establecer los objetivos de entrenamiento y competitivos del nuevo plan de entrenamiento anual.

Predicción del rendimiento

Una de las tareas más importantes del entrenador es determinar qué destrezas y habilidades necesita desarrollar, y qué nivel de prestación se necesita conseguir entre la fecha de la planificación y los eventos principales. La predicción del rendimiento es la referencia sobre la que se establecen los objetivos estándares del plan anual de trabajo. Si se cubren estos objetivos y estándares, se aumentará la posibilidad de que el deportista consiga el mayor rendimiento competitivo posible. Por ejemplo, un entrenador de gimnasia puntúa las rutinas y los elementos técnicos para ver si tienen la dificultad suficiente para garantizar la media de puntuación de 15,01 (120,1 es la puntuación total de todos los aparatos), necesaria para que la gimnasta ocupe uno de los seis primeros puestos en los campeonatos nacionales de gimnasia femenina. Tras tal análisis, ha de decidir qué elementos técnicos debe incorporar a la rutina de los años previos, y qué destrezas necesita añadir para hacer la predicción de puntuación del siguiente año de entrenamiento. Con el fin de ser realista en esta predicción, debe considerar la habilidad de la gimnasta y el nivel de sus destrezas.

La predicción del rendimiento en los deportes de equipo es más difícil que en los individuales, ya que hay más factores que pueden afectar al rendimiento. Entre los pocos aspectos sobre los que el entrenador puede predecir están los elementos técnicos, las maniobras tácticas y el nivel de habilidad que los jugadores deben adquirir para mejorar su rendimiento en el siguiente plan de entrenamiento anual.

En los deportes en los que el rendimiento se traduce en una medida objetiva y precisa (por ejemplo, atletismo, halterofilia, ciclismo en pista), la predicción de rendimiento es más fácil. En estos, el entrenador examina los mejores resultados obtenidos en los años previos de entrenamiento y utiliza el porcentaje de mejora del deportista para predecir el nivel que este debe alcanzar el año siguiente. Por ejemplo, los rendimientos de un remero en una regata principal pueden ser predictivos en este proceso (tabla 8.7). Utilizando estas predicciones, y considerando las habilidades de los deportistas y su potencial de mejora, el entrenador puede establecer los estándares de sus tripulaciones y fijar las expectativas para una regata específica (tabla 8.8). Mediante la predicción de rendimiento, el entrenador establece objetivos realistas para cada factor de entrenamiento y prepara el cuadro del plan de entrenamiento anual.

Objetivos

Tanto en el plan de entrenamiento anual como en su planificación, los objetivos deben estar ordenados siguiendo una secuencia metodológica y utilizando un lenguaje preciso y conciso. Se establecen basándose en los rendimientos pasados, los test y estándares obtenidos, el porcentaje de mejora de las destrezas y el rendimiento y las fechas de las competiciones principales. En el ajuste de los objetivos, el entrenador debe considerar los factores

TABLA 8.7 Predicción de rendimiento de remeros para tres competiciones clasificatorias para los Juegos Olímpicos (los eventos se reseñan en orden de velocidad)

Evento	Rendimiento (min) por plaza			
	I	II-III	IV-VI	VI-IX
Ocho	5:38	5:41	5:45	5:50
Cuatro sin timonel	6:05	6:09	6:13	6:17
Skull individual	6:53	6:56	6:58	7:04

TABLA 8.8 Predicción de rendimiento mínimo como expectativa de clasificación en una regata principal

Evento	Rendimiento (min)	Lugar de predicción
Ocho	5:45	VI-VIII
Skull con cuatro	5:58	VI-VIII
Cuatro sin timonel	6:12	III-V
Cuatro con timonel	6:20	VII-IX
Doble skull	6:30	III-V
Doble skull sin timonel	6:50	V-VI
Skull individual	7:10	VII-IX
Dos con timonel	7:15	VI-IX

de entrenamiento dominantes y aquellos que se han desarrollado poco y, por tanto, limitan el potencial competitivo y de entrenamiento. Así, el técnico determina el orden de las prioridades de acuerdo con los factores limitantes (por ejemplo, físicos, técnicos, plan de nutrición o de preparación psicológica).

La secuencia metodológica y presentación de cada factor de entrenamiento es como sigue:

1. Objetivos del rendimiento.
2. Preparación física (por ejemplo, fuerza, velocidad, resistencia, flexibilidad o coordinación).
3. Preparación técnica (destrezas ofensivas y defensivas).
4. Preparación táctica (tácticas individuales y de equipo, ofensivas y defensivas).
5. Preparación psicológica.
6. Plan de nutrición.
7. Preparación teórica.

Esto no significa que el entrenador deba insistir sobre cada factor en esta secuencia. Más bien, debe dar prioridad a aquellos en los que el deportista esté proporcionalmente infradesarrollado, y los que son fundamentales para todo deportista que participe en una determinada disciplina.

Mientras los ajusta, el entrenador debe considerar y establecer la probabilidad (porcentaje de posibilidad) de alcanzar los objetivos, en especial, los relativos al rendimiento. Aunque este proceso se basa en hechos objetivos, puede estar justificado considerar evaluaciones

subjetivas (las reservas del deportista, el potencial de mejora y los rasgos psicológicos). La tabla 8.9 presenta los objetivos para un hipotético jugador de voleibol.

TABLA 8.9 Objetivos para un jugador de voleibol

Factores de rendimiento		
Elemento	Objetivo	Probabilidad de conseguirlo
Rendimiento	Obtuvo el primer lugar en el campeonato nacional júnior	80 %
	Se clasificó entre los seis primeros en los campeonatos nacionales sénior	50-60 %
Factores de entrenamiento		
Elemento	Factor	Objetivo
Preparación física	Fuerza	Mejorar la fuerza de las piernas para incrementar la habilidad de salto.
	Velocidad	Mejorar la velocidad corta para fortalecer el trabajo rápido de los pies para bloqueos y defensa.
	Resistencia	Mejorar la resistencia a la potencia necesaria en los partidos y torneos largos.
	Flexibilidad	Mejorar tanto la flexibilidad de los hombros como de los tobillos.
Preparación técnica	Servicio	Mejorar la consistencia de los servicios
	Remate	Mejorar la precisión de remate
	Bloqueo	Mejorar la habilidad de bloqueo
Preparación táctica	Ofensiva	Mejorar los mates en el sistema 6-0
	Defensiva	Mejorar el ritmo y rapidez de los bloqueos
Preparación psicológica		Desarrollar la habilidad de jugar con tranquilidad y confianza tras cometer un error.
Nutrición		
Preparación teórica		Conocer todas las faltas que el árbitro puede pitar

Calendario de competición

Un aspecto importante del plan de entrenamiento anual es establecer el calendario competitivo. El entrenador ha de hacerlo de acuerdo con el programa de los eventos programados por las entidades oficiales nacionales, provinciales o internacionales. En este proceso, se seleccionan las competiciones que más se adecúan a las necesidades del deportista, su nivel de desarrollo, su capacidad de rendimiento, las destrezas y sus rasgos psicológicos. Aunque los deportistas deben contribuir a este proceso de planificación, en especial los de élite, el técnico tiene el papel decisivo en la disposición del programa competitivo.

El campeonato principal, o el objetivo competitivo prioritario del entrenamiento anual, es el factor fundamental que se debe usar para establecer el plan de trabajo periodizado y el calendario competitivo. Las demás competiciones oficiales y no oficiales deberán tener una importancia secundaria. Sin embargo, tienen un papel importante, ya que permiten al

entrenador evaluar el desarrollo de los deportistas y su nivel de preparación para las competiciones principales, que son el objetivo del plan anual. Estas competiciones se extienden durante la fase competitiva, siendo más prominentes durante la subfase precompetitiva. No deben programarse competiciones antes de la fase preparatoria, ya que el propósito de esta fase es la preparación física y el desarrollo de las destrezas más que el rendimiento. Aunque los deportes de equipo tienen muchos partidos de liga u oficiales, los individuales cuentan con pocas competiciones. Para mantener la unidad del plan de entrenamiento anual durante toda la fase competitiva, el entrenador debe considerar organizar competiciones preparatorias que pueda integrar en el plan de entrenamiento.

Cuando se organizan las competiciones del plan anual, el técnico ha de plantearse el principio del incremento progresivo de las cargas, de tal forma que las competiciones preparatorias, de importancia secundaria, desemboquen en la competición principal, que es la más exigente. Aunque este método es el ideal, no siempre es posible, sobre todo en los deportes de equipo en los que son los organismos oficiales deportivos los que fijan el calendario competitivo. El número de competiciones de este calendario puede afectar profundamente la capacidad del deportista para conseguir sus objetivos de rendimiento. Un programa de competiciones exigente y duro, como frecuentemente ocurre en los deportes de equipo, puede provocar el aumento temprano de la puesta en forma, cuya consecuencia será un menor rendimiento óptimo al final de la fase competitiva, en la que está planificado el evento principal. Al contrario, participar en muy pocas competiciones puede disminuir la preparación para competir, lo que evita que el deportista obtenga los objetivos de rendimiento planificados. Por tanto, la planificación puede llegar a ser un acto de equilibrio delicado entre el exceso o la carencia de competiciones del calendario. Pueden utilizarse dos criterios importantes para establecer el número idóneo de competiciones: la naturaleza del deporte y el nivel de rendimiento del deportista o su estatus de desarrollo. Para los deportes en los que el esfuerzo es intenso, y para los deportistas con baja capacidad de rendimiento, puede ser suficiente programar de 15 a 25 competiciones por año. A los deportistas de élite, en especial los implicados en deportes de equipo (por ejemplo, de liga nacional de fútbol), se les puede planificar más eventos (>30).

Una vez establecido, el programa de competición no debe cambiarse, ya que todo el plan de entrenamiento anual se basa en esa programación. Los entrenadores que trabajan con deportistas escolares o universitarios no deben planificar ninguna competición, especialmente las importantes, durante los períodos de examen. Igualmente, los deportistas no deben participar en ninguna competición oficial o exigente durante los últimos dos microciclos previos a la competición principal (fase de disminución progresiva). Durante estos dos microciclos, el entrenador y el deportista deben centrarse en entrenar, haciendo relativamente pocos cambios basados en los resultados de las competiciones secundarias previas. Cada evento, sea principal o secundario, tendrá un coste físico y mental en el deportista. Se debe desarrollar una estrategia de recuperación y regeneración en el plan de trabajo, en especial después de los eventos secundarios que aboquen en la competición principal, objetivo del plan anual.

Test y estándares

La evaluación con test específicos y de estándares relacionados con el deporte es una parte crucial del desarrollo del plan de periodización del entrenamiento. Estas evaluaciones necesitan organizarse, ser sistemáticas y realizarse consistentemente durante el plan de entrenamiento anual, con el fin de acumular información detallada sobre el progreso del deportista. Monitorizar el entrenamiento utilizando test y estándares proporciona al entrenador un medio objetivo con el que puede cuantificar la evolución del deportista, su potencial estancamiento o el riesgo de deterioro de su rendimiento. Al monitorizar el entrenamiento, el entrenador puede evaluar la relación dosis-respuesta y, por tanto, optimizar la carga de trabajo para ayudar al deportista a obtener el rendimiento óptimo en el momento adecuado.

El programa de monitorización del atleta puede incluir test físicos específicos, realizados periódicamente para evaluar los marcadores de progreso del deportista. Los test específicos

se utilizan para evaluar su fuerza y sus puntos fuertes y débiles. A continuación, los resultados se valoran en relación a los estándares de rendimiento establecidos. Para asegurar la efectividad de una batería de test, estos deben ser válidos (medir lo que se proponen medir), fiables (que puedan repetirse) y estar relacionados con los factores que afectan al rendimiento competitivo real. Para comprender realmente el estatus del deportista, el entrenador debe seleccionar diversos test para evaluarlo con algo más que los simples resultados competitivos (23). Por ejemplo, en natación, el rendimiento se afecta por la velocidad, la mecánica de la brazada y la habilidad para la salida y los giros. Además, también lo hacen factores fisiológicos como la potencia y capacidad anaeróbica, la potencia y flexibilidad muscular y la resistencia específica y general. Así mismo, se ha de evaluar el rendimiento real, pero el cronómetro no debería ser el único foco de atención. El entrenador debe examinar la competencia técnica de cada sesión de trabajo, que puede ofrecerle una idea sobre la progresión del nivel de destreza técnica del deportista en relación con su rendimiento competitivo (23). Por tanto, para monitorizar la preparación de un nadador, el técnico debe utilizar periódicamente test que exploren estos factores. Se han llevado a cabo muchas investigaciones que correlacionan los test específicos con el rendimiento en actividades deportivas específicas, las cuales pueden utilizarse para establecer rendimientos basados en los test.

Las baterías de test han de basarse en la especificidad metabólica (bioenergética), la especificidad del deporte (esquemas biomecánicos o motores) y el estatus de entrenamiento del deportista (11). Los atletas deben familiarizarse con la mecánica de los test, pero no tienen que entrenarlos para adquirir maestría en ellos ya que esto distorsionará su capacidad evaluativa. Obviamente, el test puede estar relacionado con alguna actividad del entrenamiento, y es frecuente encontrarla en el plan de trabajo. Por ejemplo, es común utilizar el ejercicio de sentadilla posterior para entrenar la fuerza del tren inferior, y este mismo ejercicio se puede utilizar para evaluar la fuerza de dicha parcela anatómica. Así que, en este caso, el deportista puede entrenar la sentadilla posterior para desarrollar la fuerza de las piernas y utilizarla como test de una repetición máxima para evaluar su fuerza máxima.

La batería de test debe ser concisa (4 a 8 test de rendimiento), y debe estar altamente relacionada con el deporte en cuestión. Por ejemplo, Stone y colaboradores (27) informaron

Objetivos principales de los test contenidos en un programa de monitorización del deportista

- Para monitorizar el porcentaje de mejora biomotora específica, habilidades o destrezas del deportista.
- Para determinar el estatus de destrezas y nivel de habilidad, que puede utilizarse como guía de entrenamiento.
- Para determinar el contenido del entrenamiento del deportista.
- Para determinar la fuerza del deportista, sus puntos débiles y limitaciones.
- Para testar las mejoras de las destrezas o maniobras tácticas.
- Para evaluar la mecánica corporal y las destrezas motoras (analíticamente, al principio de la preparación y, posteriormente, tras cada sesión de entrenamiento).
- Para determinar los estándares apropiados en todos los factores de entrenamiento.
- Para evaluar y desarrollar los atributos o rasgos psicológicos.
- Para evaluar la posibilidad del deportista de sobreentrenarse.
- Para evaluar el impacto del plan de nutrición sobre el rendimiento y la composición corporal.
- Para monitorizar la relación dosis-respuesta del plan de entrenamiento.

que la fuerza máxima, cuando se evaluaba mediante una arrancada y una tracción isométrica a medio muslo, se relaciona totalmente con la habilidad de lanzamiento, tanto en el lanzamiento de peso universitario como en el de sacos lastrados. Por tanto, cobra sentido evaluar la fuerza máxima durante el plan de entrenamiento anual de los lanzadores universitarios, Haff y colaboradores (9) utilizaron baterías de test bisemanales en levantadoras de élite que incluían la evaluación de la masa corporal, la grasa corporal, la masa magra corporal, las respuestas hormonales al entrenamiento y las características de la curva fuerza-tiempo (pico de fuerza, porcentaje de la fuerza desarrollada en movimientos isométricos y dinámicos). La batería de test fue fácil de realizar, y relacionó los cambios en las características de la curva fuerza-tiempo con el plan de entrenamiento. Curiosamente, se vio que había una relación entre el rendimiento de las levantadoras y la maximización del pico de fuerza y la velocidad de su desarrollo (8). Por tanto, esta simple batería de test fue capaz de diferenciar el nivel de preparación de dichas deportistas.

Los test utilizados durante el plan de entrenamiento anual, y las fechas en los que se aplican, deben decidirse cuando el entrenador elabora dicho plan. Los primeros test deben realizarse durante el primer microciclo de la fase preparatoria. Al hacerlo, el técnico puede determinar el nivel de preparación del deportista y hacer cualquier modificación en el plan. Cada microciclo tiene una serie de objetivos específicos diferentes, y los test pueden determinar si se cumplen. Por tanto, debe realizarse algún tipo de test en el último o penúltimo día de cada fase preparatoria y subfase precompetitiva del macrociclo. Estos test sirven para evaluar el estatus de preparación del deportista durante dichas fases. Si los resultados que revelan son de mejora consistente, debe mantenerse la estructura de entrenamiento original. Por el contrario, si el resultado indica estancamiento, o disminución en los parámetros específicos del test, el entrenador puede que necesite modificar el siguiente ciclo de entrenamiento. El técnico debe ser cuidadoso cuando evalúa los datos de los test, ya que la fase de entrenamiento puede causar previsible disminuciones en algunas características específicas del rendimiento. Por ejemplo, durante la fase de preparación general, en la que el volumen de entrenamiento, las cargas de trabajo y la fatiga son más elevadas, cabe esperar descensos en los marcadores de la capacidad para generar potencia máxima. Por otro lado, durante la fase competitiva, es posible apreciar aumentos en la capacidad para generar potencia. Durante la fase competitiva, las sesiones de los test deben planificarse solo si el tiempo que media entre dos competiciones es de 4 a 5 semanas. Durante esta fase, la competición en sí misma ya proporciona una oportunidad ideal de evaluación del estatus de entrenamiento del deportista. Independientemente de la fase en que se realicen los test, el entrenador debe mantener un registro detallado de los resultados obtenidos. Cuanto más organizados estén estos datos, más fácil será hacer un análisis longitudinal del porcentaje de mejora del deportista, y de sus adaptaciones al plan de entrenamiento.

En el plan escrito, el entrenador debe diferenciar el test de cada factor utilizando diferentes colores o símbolos. También ha de establecer los estándares de cada uno, en especial, los de los factores físicos y técnicos, al recopilar la información para los planes anuales. Los estándares de entrenamiento del año anterior pueden servir como punto de referencia para conseguir cada estándar. La progresión reflejará el porcentaje de mejora del deportista y su nivel de adaptación al programa. En el caso de los deportistas principiantes, que se inician con un plan de entrenamiento estructurado, los resultados de las primeras evaluaciones de los test pueden utilizarse como punto de referencia para futuras planificaciones.

El entrenador tiene que ser cuidadoso al establecer estándares, ya que suponen un incentivo para la preparación y el progreso. Los estándares deben ser un reto, pero también lo suficientemente realistas como para que el deportista pueda conseguirlos. Los de aquellos que pretenden conseguir altos niveles de rendimiento han de parecerse a los de otros deportistas de élite. Hay dos tipos de estándares: los evolutivos y los de mantenimiento. Los primeros superan ligeramente el potencial del deportista y estimulan el incremento del rendimiento, manteniendo el propósito de preservar un nivel óptimo de preparación. La franja de tiempo de entrenamiento en la que el deportista progresa hacia tales estándares debe incluir un máximo de dos macrociclos entre cada período de evaluación. Si el deportista

no ha conseguido el estándar en dos macrociclos, el entrenador debe determinar por qué. Para hacerlo más simple, los resultados de los test y de los estándares pueden representarse en una tabla (tabla 8.10).

TABLA 8.10 Test y estándares de una fase preparatoria de entrenamiento en lanzadores universitarios

Test	Medidas		23 de agosto	20 de septiembre	18 de octubre
Biométricos	Masa corporal (kg)		101,0	101,5	103,0
	Masa magra corporal (kg)		78,3	78,8	80,2
	Composición corporal (%)		21,9	21,5	21,5
Tracción isométrica a mitad del muslo	Pico de fuerza (N)		2.881	2.894	3.002
	Desarrollo de la fuerza o porcentaje del pico (N/s)		15.047	18.873	18.000
Entrenamiento de fuerza	Arrancada (kg)		61,8	65,5	67,7
Lanzamiento	Lanzamiento de peso (m)		11,99	12,25	12,63
	Lanzamiento de sacos lastrados (m)		11,55	12,43	12,97

Adaptado de Stone et al., 2003 (26).

N/s= Newtons por segundo; N= Newtons

Modelo de periodización

La periodización del plan anual proporciona el modelo para seguir el entrenamiento. El programa de competición puede utilizarse como fundamento con el que construir el plan anual más adecuado (monociclo, biciclo, triciclo o de estructura múltiplo de rendimiento). Tras seleccionar la estructura del plan anual de acuerdo con el calendario competitivo, el entrenador determinará la duración de cada una de sus fases y subfases (figura 8.16). Una vez ubicada cada fase, ha de secuenciar los macrociclos de acuerdo con la periodización de las habilidades biomotoras. Cada macrociclo establece la dirección del proceso de entrenamiento. El técnico puede especificar aún más el proceso de entrenamiento, incluyendo la progresión de desarrollo de la habilidad biomotora, o especificando la periodización de ciertos métodos de trabajo.

Modelo de preparación

El modelo de preparación es una sinopsis del plan de entrenamiento anual completo. Este delinea las cualidades principales y los parámetros cuantitativos que utiliza el entrenamiento, así como el porcentaje de incremento por parámetro entre los planes anuales previo y actual. El entrenador debe unir el modelo de preparación con la estructura total del plan anual y sus objetivos. Si es experimentado, puede predecir la duración y el número de sesiones de trabajo requeridas para desarrollar las destrezas necesarias y las habilidades para satisfacer los objetivos. Puede estructurarse un modelo preparatorio como se muestra en la tabla 8.11.

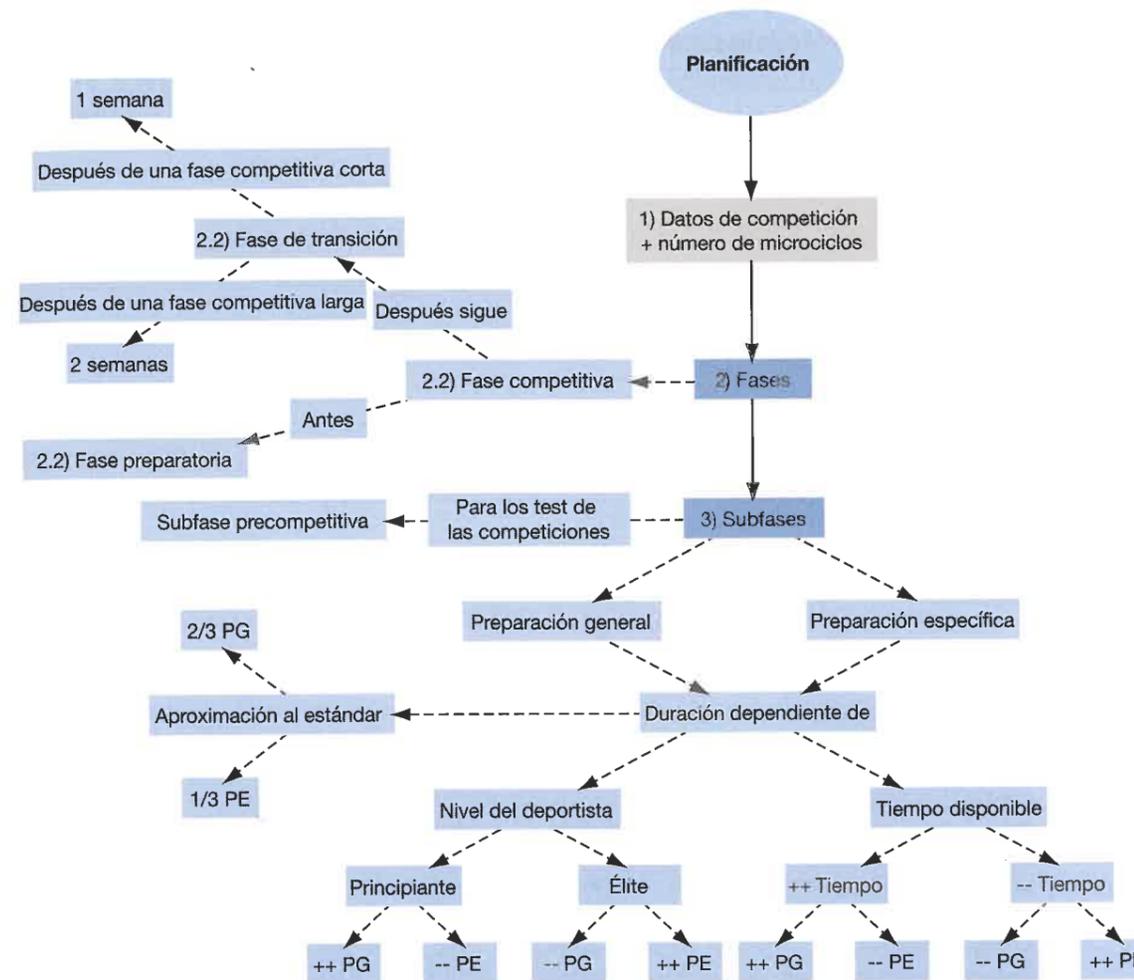


FIGURA 8.16 Cuadro de flujos en la recopilación de un plan anual.

PG = preparación general; PE = preparación específica.

Cortesía de Dott. Giovanni Altomari, ISCI-SSC.

El modelo presentado en la tabla 8.11 asume que para alcanzar el nivel de rendimiento máximo, el deportista debe incrementar su resistencia aeróbica y muscular. Esto se logra aumentando el volumen de entrenamiento, prolongando la fase preparatoria e incrementando el número de sesiones de trabajo para coincidir con el mayor número total de horas que se consumen entrenando. Si también se modifica la proporción entre los diferentes métodos y tipos de entrenamiento, se mejorará la resistencia muscular y la resistencia aeróbica.

Para mejorar tanto la resistencia aeróbica como la muscular mediante el entrenamiento de fuerza y con ejercicios especiales en agua, puede modificarse el contenido del entrenamiento siguiendo las guías que se presentan en la tabla 8.12. El desglose por fase de entrenamiento puede realizarse como se indica en la tabla 8.13. Además de incluir estas secciones del plan anual, el entrenador debe tener en cuenta la estructura administrativa y de organización del club, o del equipo, incluidas las necesidades financieras o presupuestarias y el equipamiento.

TABLA 8.11 Modelo preparatorio para un nadador de 400 m

Factor de entrenamiento	Símbolo/ unidades	Volumen (%)	Cambio del año anterior (%)
Tipo de plan de entrenamiento anual	Monociclo		
Periodización			
Duración del plan anual (días)	322	100	>8
Fase preparatoria (días)	182	56,5	<5
Fase competitiva (días)	119	37	<3
Fase de transición (días)	21	6,5	
Macroциclos (n)	9		
Microциclos (n)	46		
En el club	41		
En el territorio nacional	3		
En el extranjero	2		
Competiciones (n)	7		
Internacional	2		
Nacional	4		
Regional	1		
Prácticas de entrenamiento (n)	554		>6
Horas de entrenamiento	1.122		<8,4
Test (n)	16		
Controles médicos (n)	3		
Entrenamiento específico (días)	266	82,6	>3
Natación (km)	2.436		>6
Entrenamiento no específico (días)	14		>2
Carrera (km)	640	4,4	>2
Entrenamiento de fuerza (kg)	460.000		>14
Partidos (h)	28		>1
Descanso (días)	42	13	<8

TABLA 8.12 Modelo del contenido de entrenamiento de un plan anual y las modificaciones de cada elemento comparadas con el año anterior

Contenido	Contenido del plan anual (%)	Cambio desde el año anterior (%)
Resistencia anaeróbica y velocidad	2	<6
Resistencia muscular	16	>2
Resistencia de ritmo de competición	32	0
Resistencia aeróbica de media distancia	24	>2
Resistencia aeróbica de larga distancia	20	>2

TABLA 8.13 Modificaciones del contenido de entrenamiento y su porcentaje por fase de entrenamiento entre los planes anuales actual y previo

Contenido	Fase preparatoria (%)	Cambio (%)	Fase competitiva (%)	Cambio (%)
Resistencia anaeróbica y velocidad	5	<4	8	<2
Resistencia muscular	10	>2	16	>3
Resistencia a ritmo de competición	20	<2	36	<2
Resistencia aeróbica de media distancia	30	>3	20	>2
Resistencia aeróbica de larga distancia	35	>5	20	>4

Resumen de los conceptos principales

El plan de entrenamiento anual es la piedra angular de un programa de entrenamiento bien estructurado. Independientemente de los conocimientos del entrenador sobre las ciencias del deporte, si las destrezas están mal planificadas y organizadas, la efectividad del entrenamiento será baja. El concepto fundamental para una buena planificación anual es la periodización, en especial de la estructura de las fases de desarrollo de las habilidades biomotoras. La periodización de la fuerza, la velocidad y la resistencia supone manejar las diferentes fases de entrenamiento, con sus metas específicas y organizadas en secuencias determinadas, con el propósito final de crear altos niveles de adaptaciones específicas del deporte. Cuando esto ocurre, el deportista estará fisiológicamente equipado para rendir a su mejor nivel.

Con una buena comprensión de la periodización, y utilizando el cuadro para dirigir los procesos de entrenamiento, el entrenador podrá crear planes de trabajo anual mejores. El programa competitivo debe guiar la estructura de las fases de entrenamiento. También se ha de integrar dentro del plan de entrenamiento anual la periodización de la nutrición y del entrenamiento psicológico. El entrenador debe elaborar individualmente el cuadro del plan anual para satisfacer las necesidades propias de cada deportista.

Pico de rendimiento para la competición

9

Deportistas, entrenadores y científicos del deporte trabajan continuamente para facilitar el desarrollo de las adaptaciones fisiológicas que subyacen en los rendimientos óptimos. Los deportistas se someten a rigurosos planes de entrenamiento que les exigen trabajar con cargas elevadas, intercaladas con fases de descarga, para optimizar su rendimiento en las principales competiciones. Por lo general, el pico de rendimiento de un competidor se alcanza reduciendo la carga de entrenamiento en un período predeterminado previo a las competiciones principales. Este período de reducción del entrenamiento se denomina como de **disminución progresiva de la intensidad de las cargas (*tapering*)**. Para optimizar las prestaciones en el momento adecuado, y conseguir el estado de pico de rendimiento, tanto los entrenadores como los deportistas deben comprender cómo integrar, dentro del plan de entrenamiento anual, las fases de *tapering* y las competiciones.

Condiciones de entrenamiento para el pico de rendimiento

Conseguir elevados rendimientos deportivos es resultado directo de las adaptaciones morfofuncionales del deportista ante los diferentes tipos de estímulos presentes en el proceso de entrenamiento. Este proceso se organiza y planifica en diversas fases, durante las cuales el deportista alcanza determinados estados de entrenamiento. Es complejo conseguir un pico de rendimiento para una competición y el deportista puede no darse cuenta a corto plazo; esto es así porque se alcanza de modo secuencial, de forma acumulativa, haciendo progresos con otros estados de entrenamiento antes de lograrlo.

La figura 9.1 muestra la evolución del pico de rendimiento durante un plan anual monociclo. La explicación detallada de cada término hará que se entienda mejor el concepto de estado de entrenamiento. El **grado de entrenamiento** representa los fundamentos sobre los que el entrenador puede basar otros estados de entrenamiento. El desarrollo de las habilidades biomotoras del deportista alcanza un gran nivel como resultado de un trabajo organizado y sistemático, al igual que el de sus destrezas y maniobras tácticas. Estas mejoras se reflejan tanto en los resultados superiores al promedio, como también en los elevados estándares de todos los test realizados al final de la fase preparatoria. Por tanto, un deportista con un alto grado de entrenamiento es el que ha conseguido un elevado nivel en las adaptaciones físicas y psicológicas del programa del entrenamiento, y ha perfeccionado todas las habilidades biomotoras pertinentes requeridas por el deporte o evento. Cuando el nivel de adaptación es bajo, se afectan adversamente otros estados de entrenamiento (por ejemplo,



FIGURA 9.1 Acumulación e incremento de los estados de entrenamiento durante las fases de trabajo de un monociclo.

psicológicos y de puesta en forma para competir); esto disminuye la magnitud de la forma física e, implícitamente, el nivel de pico de rendimiento que puede conseguir.

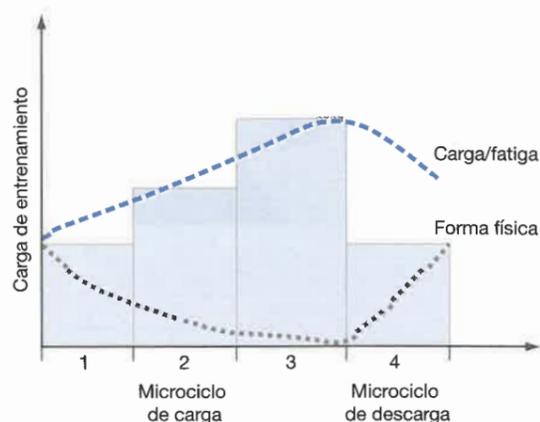


FIGURA 9.2 Los cambios de la curva de la forma física se oponen a la de la carga de entrenamiento: cuando la carga se incrementa durante el macrociclo, el nivel de forma disminuye; cuando la carga disminuye durante los microciclos de descarga, aumenta el nivel de forma. Los niveles máximos de rendimiento se consiguen cuando ambas curvas se encuentran.

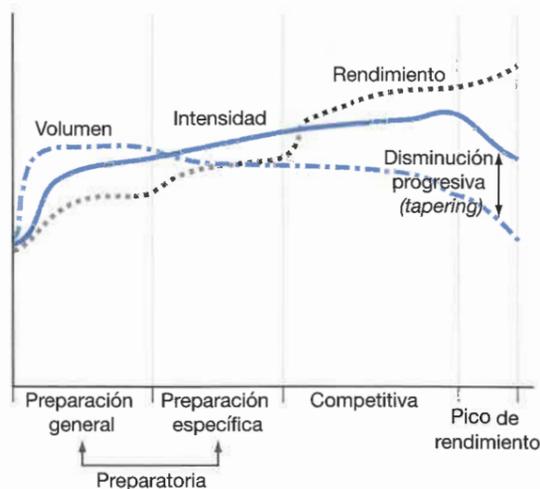


FIGURA 9.3 Dinámicas del volumen, la intensidad y el nivel de rendimiento durante un plan anual.

preparatoria y competitiva del entrenamiento, cuando desarrolla sus bases de trabajo físico, táctico y técnico (64, 65). Durante los últimos tramos de la fase competitiva, se inicia el proceso de pico de rendimiento del deportista para una competición específica (figura 9.3).

¹ «El estado de "puesta en forma para rendir" se consigue sobre la base de un alto nivel de preparación y (...) su formación es muy rápida (...). Independientemente del estado de preparación, la puesta en forma se ve afectada por considerables fluctuaciones», según Papoti y colaboradores (53b).

² «La forma física está constituida por componentes estables e inestables. Los inestables son los que afectan al grado de forma física para el rendimiento del deportista. La interacción entre los componentes estables e inestables determina la forma del deportista y la dinámica de su rendimiento competitivo», según Matveyev (32b).

La preparación puede ser general o específica. La primera significa una gran adaptación a las diferentes formas de entrenamiento, y la segunda, que el deportista se ha adaptado a las exigencias de entrenamiento específico de su deporte. Sobre tales bases sólidas, o grado de entrenamiento, este alcanzará el estado de forma física durante la fase competitiva. Papoti y colaboradores escribieron: «Un elevado nivel de preparación está determinado por bastantes factores estables, cuyos efectos sobre el entrenamiento requieren un largo período de tiempo y, por tanto, no están sujetos a cambios súbitos: el desarrollo de las destrezas biomotoras, la capacidad de los sistemas funcionales, el nivel de destrezas técnicas y tácticas, etc.» (53b).

Con frecuencia, durante la fase competitiva, los deportistas oyen decir que se está en buena o mala forma. El estado de **forma física** (o puesta en forma¹) es una extensión del grado de entrenamiento, durante el cual los deportistas pueden realizar y alcanzar resultados cercanos a su capacidad máxima, dependiendo del grado de disminución de la fatiga residual, mientras mantiene su nivel de preparación². Este estado de entrenamiento supremo que se logra mediante programas de entrenamiento especializado (incluyendo los ciclos de descarga del entrenamiento para reducir la fatiga), precede y se incorpora al proceso de alcanzar picos de rendimiento para las competiciones principales del año. El estado de forma física es la base sobre la que el deportista inicia su pico de rendimiento, o el momento en el que coinciden un alto grado de preparación y su máximo nivel de puesta en forma (figura 9.2).

El pico de rendimiento es el punto culminante de la forma física en el que se producirá el mejor rendimiento anual del deportista. Es un estado de entrenamiento temporal en el que las exigencias de eficacia física y psicológica son máximas y los niveles de preparación técnica y táctica óptimos (elevada preparación), mientras que la ausencia de fatiga residual (forma física) permite al deportista producir los mejores rendimientos posibles.

Pico de rendimiento

La meta final del plan de trabajo de todo deportista es optimizar su rendimiento en las competiciones específicas, con el entrenamiento anual. Esta meta se consigue mediante una cuidadosa secuenciación de dicho plan. Los fundamentos del pico de rendimiento del deportista se establecen durante la fase

Dicho pico de rendimiento, o como se le ha denominado en ocasiones, de disminución progresiva de la intensidad de la carga (*tapering*) (64, 65), es un proceso complejo que puede verse afectado por muchos factores, incluidos el volumen de trabajo, la frecuencia y la intensidad (19). Si la disminución progresiva se implementa correctamente, se produce un pico de rendimiento en respuesta a las adaptaciones fisiológicas y psicológicas inducidas por el plan de entrenamiento (19, 41). El *tapering* es una de las fases más críticas de la puesta en forma del deportista para competir (19), y es utilizado muchas veces por deportistas de diversas disciplinas para ganar un margen de rendimiento sobre sus competidores (10, 21, 24, 26, 34, 35, 38, 50, 63).

Definición de la disminución progresiva de la intensidad (*Tapering*)

Se han usado muchas definiciones para describir cómo se modifica el plan de entrenamiento del deportista en los últimos días previos a la competición (4, 39, 41, 44, 59, 62). Cuando el entrenador intenta que el deportista alcance un pico de rendimiento para competir, reduce su carga de trabajo antes de la competición (41). Un *tapering* es la reducción de la intensidad de las cargas de trabajo (4, 41, 61). Tradicionalmente, se define, simplemente, como la reducción de las cargas de trabajo de entrenamiento antes de una competición (58). Mujika y Padilla (40) lo expresan del siguiente modo: «una reducción progresiva y no lineal de las cargas de entrenamiento, durante un período variable de tiempo, con la pretensión de reducir el estrés fisiológico y psicológico del entrenamiento diario y optimizar el rendimiento deportivo» (p. 80). Esta definición amplía la tradicional al incluir algunas implicaciones en su diseño (41).

Propósito principal del *tapering*

La meta del *tapering* es optimizar el rendimiento del deportista en un momento específico (4, 19, 41, 59). Normalmente, esto se logra mediante la reducción sistemática de la carga de trabajo para disminuir la acumulación de fatiga (tanto fisiológica como psicológica), generada como respuesta al entrenamiento, mientras se mantiene la forma física específica para el deporte (41). Tal disminución progresiva permite al deportista reducir las cargas internas (fatiga residual) y, por tanto, aumentar su rendimiento (41, 61). Esta afirmación se soporta en la literatura científica, en la que se demuestra que la acumulación de fatiga se reduce durante el período de *tapering*, mientras se incrementa ligeramente la puesta en forma (35) y, por tanto, mejora el rendimiento. Cuando se elimina la fatiga en respuesta a la disminución progresiva, el deportista puede entender las modificaciones psicológicas positivas significativas, como la reducción de la percepción del esfuerzo, la mejora del estado de ánimo, la reducción de la sensación de fatiga y el incremento de la sensación de vigor (20, 41, 56). Al inicio del *tapering*, estos hallazgos indican que las adaptaciones fisiológicas del programa de entrenamiento realmente se han producido (41), probablemente enmascaradas por la fatiga acumulada (60), mientras que las adaptaciones psicológicas se producen en respuesta a la disminución progresiva de las cargas. Por tanto, este es un mecanismo para disminuir tanto la fatiga fisiológica como la psicológica, lo que permite incrementar el rendimiento.

Premisa del *tapering*

La relación **puesta en forma-fatiga** es el concepto principal que subyace en la implementación apropiada del *tapering* (5, 60). La forma física del deportista es variable, ya que está afectada directamente por cambios en los niveles de puesta en forma y de fatiga generados en respuesta al entrenamiento (6, 64, 65). Esta se optimiza utilizando planes de entrenamiento que maximicen la respuesta de la puesta en forma física y minimicen el desarrollo de la fatiga (54). Cuando la carga de entrenamiento es elevada, la forma física baja como consecuencia del alto nivel de acumulación de fatiga.

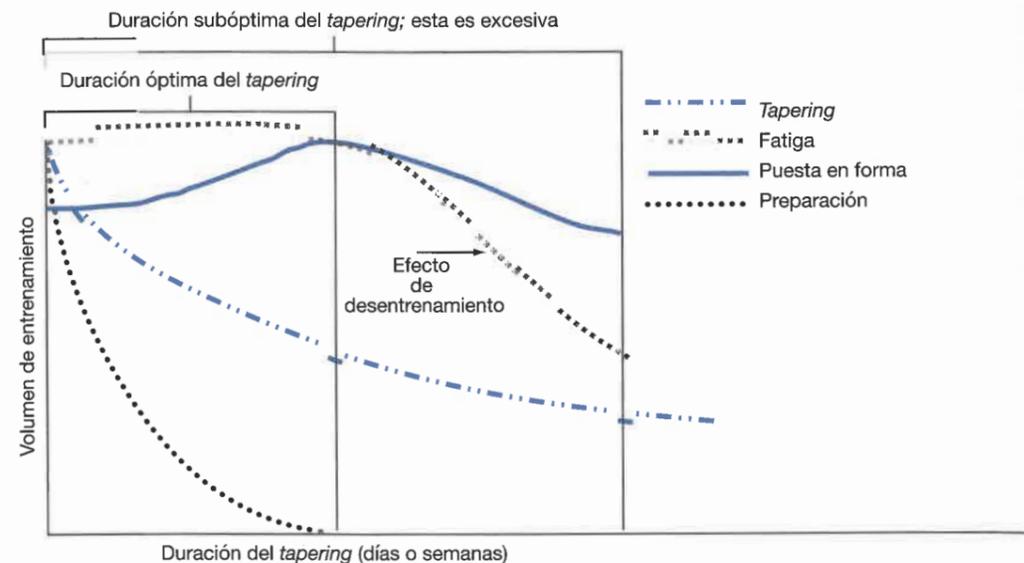


FIGURA 9.4 Interrelación entre la fatiga, la preparación, la puesta en forma y la duración del tapering. Durante la disminución progresiva, la fatiga disminuye rápidamente, mientras la preparación se mantiene durante algo más de tiempo, en función de la composición del tapering y de la carga de trabajo previa. Sin embargo, si el tapering se extiende demasiado, la preparación puede disminuir hasta provocar el desentrenamiento.

Bajo esta premisa, el tapering se emplea para eliminar la fatiga acumulada (consiguiendo un mayor nivel de forma), a la vez que mantiene la puesta en forma (la preparación). Debido a que el nivel de esta es relativamente estable durante muchos minutos, horas y días, se considera que es un componente de cambio lento de la preparación del deportista. Por el contrario, la fatiga es un componente de cambio rápido, ya que es altamente variable y se afecta por los estresores psicológicos y fisiológicos (64, 65). Por tanto, cuando la carga de entrenamiento disminuye durante el tapering, la fatiga acumulada se elimina rápidamente, mientras que el potencial físico se mantiene durante un tiempo determinado, según el tipo de disminución progresiva utilizada y la carga de trabajo total previa a esta fase (4, 5).

Aunque la premisa en la que se basa la disminución progresiva de las cargas es algo simple, su implementación es compleja. Si la duración del tapering es excesiva, el nivel de forma conseguido por el programa de entrenamiento puede disminuir, provocando un estado de desentrenamiento (40) y la reducción del nivel de rendimiento (figura 9.4). Esta reducción de las cargas de entrenamiento puede considerarse como el compromiso entre el grado de disminución del trabajo y la duración de dicha reducción (61), que se combinan para determinar el nivel de puesta en forma para rendir. Por ejemplo, si las cargas de trabajo previas al tapering son muy elevadas, puede ser necesaria una mayor reducción en la intensidad, o la duración, del tapering para maximizar la disminución de la fatiga que exige una gran puesta en forma (30, 61). Por tanto, la disminución progresiva de las cargas es algo más que su simple reducción en el entrenamiento; implica integrar muchos factores para elevar la forma del deportista y optimizar su rendimiento.

Factores que afectan al tapering

Hay muchas estrategias para incluir el tapering en el plan de entrenamiento anual (4). El componente clave de cada una de ellas es modificar el plan de trabajo para reducir la carga de entrenamiento (es decir, el volumen de trabajo, su intensidad e, incluso, su frecuencia). La efectividad de esta reducción dependerá de la duración del tapering (59) y de su relación con la carga de trabajo previa (61). Si dura demasiado, tanto la fatiga como el potencial

físico (la preparación) disminuirán, lo cual puede provocar el desentrenamiento (40). En esta situación, el tapering no aumenta el rendimiento y resulta ineficaz. Por tanto, el entrenador debe comprender las interacciones entre la intensidad, el volumen y la frecuencia del entrenamiento con la duración de la disminución progresiva de las cargas.

Intensidad del entrenamiento

La literatura científica indica que, cuando se reduce el volumen y la frecuencia durante el tapering, puede estar justificado mantener ligeramente elevada la intensidad de trabajo (4, 24, 30, 34, 41, 50, 59). Parece que esta está estrechamente relacionada con la capacidad de mantener las adaptaciones de rendimiento inducidas por el entrenamiento durante los períodos de reducción de las cargas de trabajo (17, 58). También, se ha sugerido que la intensidad es un factor clave para mantener las adaptaciones fisiológicas inducidas por el entrenamiento durante la disminución progresiva de las cargas (4, 44). En los estudios sobre entrenamiento de resistencia, los investigadores han detectado que las intensidades de trabajo más bajas ($\leq 70\%$ $\dot{V}O_2$ máx) durante los períodos de tapering tienden a disminuir o mantener el rendimiento de resistencia (25, 33). Por el contrario, cuando se incluyen en él cargas de gran intensidad ($\geq 90\%$ $\dot{V}O_2$ máx), el rendimiento tiende a incrementarse (58). De igual modo, con respecto al entrenamiento de fuerza y potencia, los investigadores han determinado que mantener la intensidad durante el tapering, mientras disminuye el volumen de entrenamiento, mejora el rendimiento de la fuerza (11, 27) y la potencia (6b, 31b). Por tanto, parece justificado durante el tapering mantener la intensidad del entrenamiento y ajustar las cargas de trabajo, manipulando el volumen, la frecuencia o la duración del tapering (41, 59) (ver «Estrategias recomendadas de tapering»).

Volumen de entrenamiento

Probablemente, la reducción del volumen de entrenamiento para disminuir la carga de trabajo es el método más discutido en la literatura científica (4, 19, 34, 41, 59, 61). Puede hacerse acortando la duración de cada sesión de trabajo, reduciendo la frecuencia de entrenamiento o haciendo ambas cosas (4, 41). Es preferible la primera opción, dado que parece que es la que ejerce un mayor efecto sobre la efectividad de la disminución progresiva (4).

Estrategias recomendadas de tapering

- Utilizar estrategias de tapering para disminuir la fatiga, mantener las capacidades físicas, aumentar la puesta en forma y mejorar el rendimiento.
- Crear estrategias individualizadas de disminución progresiva que duren entre una y dos semanas.
- Durante el tapering, mantener la intensidad de entrenamiento entre moderada y alta para evitar el desentrenamiento.
- Disminuir el volumen de entrenamiento entre el 41 y el 60 % del volumen pre-tapering. Si le precede un entrenamiento extenso, puede estar justificado disminuir el volumen de entrenamiento entre el 60 al 90 % del volumen pre-tapering.
- Mantener la frecuencia de entrenamiento en un 80 %, o más, de las frecuencias pre-tapering.
- Utilizar modelos de disminución progresiva no lineales y progresivos.
- Esperar mejoras del rendimiento aproximadas de un 3 % en respuesta a la disminución progresiva de trabajo.

Adaptado de Mujika y Padilla, 2003 (41), Mujika, 1998 (34), y Bosquet, et al. 2002 (4).

El volumen de entrenamiento previo al *tapering* dictará cuánto debe disminuir el volumen de trabajo durante este período para maximizar el rendimiento. En la literatura científica se han descrito *tapering* con rangos de disminución del volumen entre el 50 y el 90 % en natación (28, 36, 37, 42, 62), la carrera (22, 23, 25, 33, 38, 39, 58), el ciclismo (32, 47, 48, 57), el triatlón (2, 49, 63) y el entrenamiento de fuerza (11, 27). Se ha descrito que una reducción estándar del 50 al 70 % del volumen de entrenamiento, en deportistas de fondo bien entrenados (ciclistas y corredores), mantiene o incrementa sus adaptaciones inducidas por el entrenamiento (22, 23, 25, 32, 33, 57). Los *tapering* progresivos, con una reducción del 75 % del volumen de entrenamiento, parece que optimizan los resultados inducidos por la reducción progresiva, comparados con la reducción del 50 % del volumen de entrenamiento (38). Parece que los *tapering* de bajo volumen producen mejores rendimientos fisiológicos que los de volumen moderado (58).

La literatura científica indica que los mejores rendimientos se consiguen con reducciones progresivas de las cargas del 41 al 60 % del volumen (4). Sin embargo, estos porcentajes están relacionados con las cargas de entrenamiento pre-*tapering* y la duración planificada del *tapering*. En el caso de que las cargas previas a la disminución progresiva sean elevadas, para eliminar la fatiga, pueden estar justificadas mayores reducciones del volumen, del orden del 60 al 90 % de las cargas pre-*tapering* (41, 61) (ver «Estrategias recomendadas de *tapering*»). Si el volumen del entrenamiento es sustancialmente menor, es mejor acortar la duración del *tapering* para evitar que disminuyan las adaptaciones inducidas por el entrenamiento, lo que podría causar la merma del potencial físico de rendimiento (30). En la tabla 9.1 se ofrece un resumen de los factores que influyen en el volumen de entrenamiento durante el *tapering*.

TABLA 9.1 Factores que afectan al volumen de trabajo en el *tapering*

	Características	Efecto sobre el volumen del <i>tapering</i>
Cargas previas al <i>tapering</i> Macro ciclo	Alto	Mayor reducción
	Bajo	Menor reducción
Duración del <i>tapering</i>	Corto	Mayor reducción
	Largo	Menor reducción
Tipo de reducción de cargas	Lineal	Mayor volumen medio; menor volumen final
	Escalonada	Menor volumen medio; mayor volumen final

Frecuencia de entrenamiento

Otro método popular para reducir las cargas de entrenamiento durante un *tapering* es disminuir la frecuencia de entrenamiento (14, 18, 41, 59). Muchos estudios indican que la disminución del 50 % del entrenamiento pre-*tapering* puede incrementar el rendimiento (18, 28). Una menor frecuencia de sesiones de trabajo, mantenida durante dos semanas, ha demostrado en grupos de deportistas que mantiene sus características fisiológicas inducidas por el entrenamiento y su capacidad de rendimiento (22, 23, 25, 32, 33, 41, 44, 50, 57). La literatura indica que la modulación de la frecuencia de entrenamiento puede ser un método exitoso para modificar el volumen de trabajo.

Aunque los deportistas moderadamente entrenados puedan mantener sus adaptaciones fisiológicas con un 30 al 50 % de la frecuencia de entrenamiento pre-*tapering*, se ha sugerido que es posible que los deportistas altamente entrenados, para mantener su competencia técnica, necesiten una frecuencia mayor durante el *tapering* (41). Estos hallazgos indican que esta frecuencia debe mantenerse en el 80 %, o más, de sus valores pre-*tapering* para optimizar el rendimiento y mantener la competencia técnica (4, 41) (ver «Estrategias recomendadas de

tapering»). En los deportes de potencia aláctica (carreras de 60 m, saltos y lanzamientos en atletismo, salto de trampolín), una menor frecuencia de entrenamiento durante el *tapering*, con más días de descanso en el microciclo, puede favorecer la doble unión de las cadenas pesadas de miosina al fenotipo rápido IIX y, por tanto, mejorar el rendimiento. Es una práctica común en los deportes de equipo de alto nivel planificar de 2 a 3 días de descanso, tanto durante la primera semana del *tapering* como entre la primera y la segunda semana.

Esta aproximación se adopta debido a que, por lo general, los deportistas de disciplinas de equipo entran en el período de *tapering*, antes de los torneos o las finales de copa, en un estado de extralimitación causado por la larga temporada competitiva. Por esta razón, es altamente recomendable que los especialistas en medicina del deporte revisen en los deportistas de los equipos profesionales y nacionales la relación cortisol-testosterona libre (lo idóneo es chequearlos durante la temporada para comparar los resultados). Ello proporciona a los entrenadores de la fuerza y el acondicionamiento una mayor información para usarla para establecer las cargas de entrenamiento para cada jugador durante el *tapering*.

Duración del *tapering*

Probablemente, la duración de un *tapering* es una de las cosas más difíciles de determinar (41), ya que lo influyen muchos factores. Por ejemplo, las cargas de trabajo pre-*tapering* pueden afectar significativamente la duración del *tapering* necesario para eliminar la fatiga inducida por el entrenamiento y elevar la forma física (61). La cantidad de volumen que se reduce en las pautas de disminución durante el *tapering* afecta a la duración necesaria para elevar la forma física, a la vez que se mantiene un alto nivel de adaptación (preparación). Si se emplea una mayor duración del volumen de entrenamiento, puede estar justificado acortarlo (30, 61). Otros factores (por ejemplo, el peso corporal, el género, las horas de entrenamiento semanal y la estrategia de reducción de las cargas) influyen en el modo en que se planifica el *tapering* (tabla 9.2).

La literatura científica establece mejoras fisiológicas, psicológicas y de rendimiento con disminuciones progresivas de entre una y cuatro semanas (4), y recomienda entre una y dos semanas de *tapering* para deportistas bien entrenados. Muchos autores sugieren que son necesarios de 8 a 14 días para eliminar la fatiga y evitar los efectos negativos del desentrenamiento que pueden producirse con un *tapering* prolongado (4, 30). Sin embargo, parece que su

TABLA 9.2 Factores que afectan a la duración del *tapering*

Características	Efectos sobre la duración del <i>tapering</i>	
Peso corporal	Alto	Mayor duración
	Bajo	Menor duración
Género	Varón	Más duración con menos tiempo dedicado al mantenimiento de la fuerza
	Mujer	Menos duración con más tiempo dedicado al mantenimiento de la fuerza
Carga del microciclo pre- <i>tapering</i>	Elevada	Más duración
	Baja	Menos duración
Estrategia de reducción de la carga durante el <i>tapering</i>	Lineal	Más duración
	Escalonada	Menos duración
Horas de entrenamiento semanal	Muchas	Más duración (>15 horas)
	Pocas	Menos duración (<10 horas)

duración es altamente individualizada (4, 41) como consecuencia de las diferencias que surgen en las adaptaciones fisiológicas y psicológicas al reducir la carga de entrenamiento (4, 35, 43). Por tanto, es recomendable que la duración del *tapering* sea individualizada para cada deportista (ver «Estrategias recomendadas de *tapering*»).

Tipos de *tapering*

En la literatura, se han propuesto varios formatos de *tapering* (4, 41). En una primera aproximación, pueden definirse como **progresivos** y **no progresivos**. Los primeros se caracterizan por la reducción sistemática y progresiva en la carga del entrenamiento, mientras que los segundos emplean reducciones estandarizadas de las cargas (41). Dentro de cada categoría, puede haber diferentes características de carga.

En el *tapering* progresivo, la carga se reduce tanto de modo lineal como exponencial. Puede clasificarse en tres tipos: *tapering* lineal, *tapering* exponencial lento y *tapering* exponencial rápido (figura 9.5) (41). Normalmente, el primero contiene un promedio mayor de carga de trabajo que los otros dos. El *tapering* exponencial lento suele tener una reducción más lenta de las cargas de trabajo pero de una intensidad mayor que las que se emplean en el *tapering* exponencial rápido (41). Este último parece que genera mayores ganancias de rendimiento que los lineales y los exponenciales lentos (2, 41, 63). Por ejemplo, la comparación entre los *tapering* exponenciales rápidos y lentos revela que los primeros consiguen un incremento mayor, de un 3,9 a un 4,1 %, en los marcadores de rendimiento (41).

El *tapering* no progresivo, también denominado *tapering* escalonado (2, 34, 41, 63), se realiza con reducciones estandarizadas en el entrenamiento. Muchas veces está marcado por disminuciones súbitas en las cargas de trabajo (61), lo cual puede aumentar la posibilidad de que se pierda potencial físico durante el *tapering* (2). Muchos estudios han demostrado que los *tapering* escalonados mejoran tanto las adaptaciones fisiológicas como las de rendimiento para entrenar (13, 17, 22, 23, 25, 32, 41, 51). Sin embargo, la literatura indica que son menos eficaces que los progresivos rápidos o lentos (2, 4, 63). Por ejemplo, Mujika y Padilla (41) señalaron que los ***tapering* escalonados** incrementan los marcadores de rendimiento entre un 1,2 y un 1,5 %, mientras que los exponenciales lo hacen entre un 4 y un 5 %. Por lo general, los autores recomiendan que el *tapering* exponencial se utilice

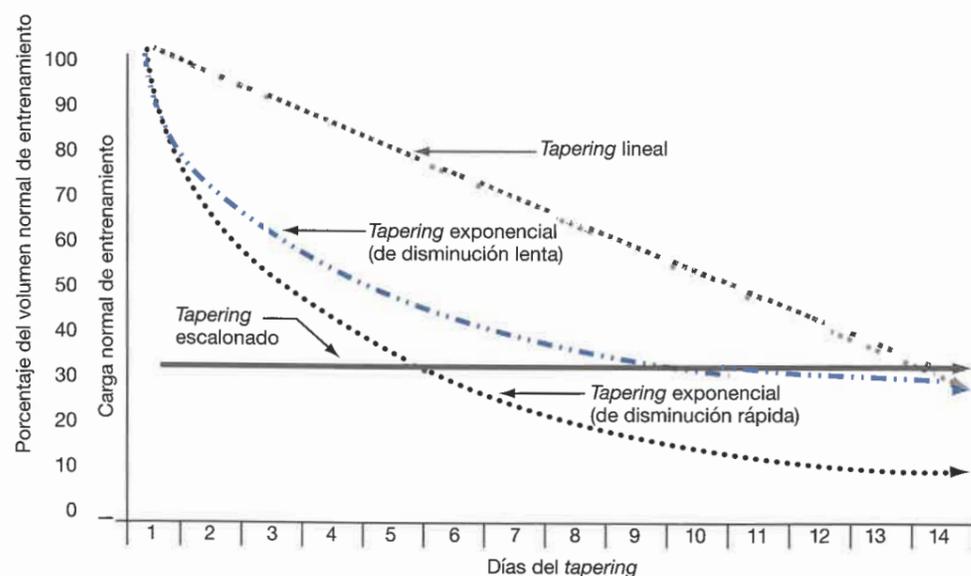


FIGURA 9.5 Cuatro tipos habituales de *tapering*.

Adaptado de Mujika y Padilla, 2003 (41).

cuando se intente conseguir en las prestaciones del deportista un pico de rendimiento para una competición (4, 41, 61).

La selección del tipo de *tapering* progresivo dependerá de muchos factores, incluidas las cargas de entrenamiento pre-*tapering* (61) y su duración (19). Sin embargo, parece que en la mayoría de los casos deben seleccionarse los *tapering* exponenciales rápidos (41) (ver «Estrategias recomendadas de *tapering*»).

Expectativa de las mejoras del rendimiento

La meta primordial de cualquier *tapering* es aumentar el rendimiento en el momento oportuno (4, 34, 41). Pequeñas mejoras del resultado pueden tener consecuencias significativas de clasificación en unos Juegos Olímpicos. Por ejemplo, Mujika y colaboradores (43) informaron que, en la Olimpiada de Sídney, la diferencia entre la medalla de oro y el cuarto finalista en natación fue de solo 1,62 %, y entre el tercero y el octavo solo de 2,02 %. En la Olimpiada de Atenas de 2004, la diferencia entre el primer y el tercer puesto en halterofilia fue de 1,96 % (mujeres = 2,21 %, hombres = 1,73 %). Estos datos muestran que un mínimo aumento en el rendimiento puede tener un gran impacto sobre el resultado de la prestación, significando la diferencia entre ganar y perder.

El examen de la literatura científica muestra que la implementación adecuada del *tapering* puede provocar mejoras significativas en el rendimiento (0,5 al 11 %) y en la fuerza muscular y la potencia (8 al 25 %) en corredores, triatletas, ciclistas, y nadadores (16, 24, 32, 38, 41, 48, 53, 58, 63). Cuando se examinan las medidas específicas de la competición, parece que puede esperarse un aumento del 0,5 al 6 % (~ 3 %) en el rendimiento en respuesta a un *tapering* pre-evento (41). Mujika y colaboradores (43) señalaron que en el *tapering* de tres semanas, previo a la Olimpiada de Sídney de 2004, el rendimiento en natación se elevó en un 2,2 %. Curiosamente, la magnitud de este incremento inducido por el *tapering* en el rendimiento en natación fue similar a las diferencias entre la primera y cuarta plaza (1,62 %) y entre el tercer y octavo puesto (2,02 %) (4, 43).

Respecto a la fuerza muscular, parece que el *tapering* puede provocar un aumento de entre el 2 y el 8 % en el rendimiento. Izquierdo y colaboradores (27) demostraron que un protocolo de *tapering* provocó un 2,0 % de aumento en el rendimiento de la sentadilla posterior y el *press* de banca. Mayor incremento en el rendimiento de la fuerza señalaron Coutts y colaboradores (7) en respuesta a un protocolo de *tapering*; en tres repeticiones máximas de sentadilla posterior apreciaron un incremento de la fuerza del 7,2 %, y de un 5,2 % en tres repeticiones máximas de *press* de banca. Gibala y colaboradores (11) informaron de incrementos de entre un 3 y un 8 % en la capacidad de generar fuerza isométrica y dinámica.

La implementación adecuada del *tapering* puede provocar incrementos significativos del rendimiento. Su magnitud se relaciona con muchos factores, en especial con el tipo de *tapering* seleccionado (41). Un *tapering* apropiado puede provocar aumentos en el rendimiento (de un 3 %) que pueden suponer la diferencia entre la primera y la tercera plaza en unos Juegos Olímpicos ya que, en muchas modalidades deportivas, la magnitud de las ganancias inducidas por el *tapering* es similar a las diferencias entre el primer y tercer puesto.

Fase de competición del plan anual

La fase competitiva del plan de trabajo anual es una entidad compleja del entrenamiento, cuyo objetivo es alcanzar un determinado estado de puesta en forma en las principales competiciones del año. Esto se facilita utilizando los métodos de *tapering* y de pico de rendimiento, así como también con la efectiva planificación de las competiciones. Aunque, por lo general, el período competitivo contenga muchas competiciones, el verdadero pico de rendimiento solo puede mantenerse alrededor de 7 a 14 días (52b); esto sugiere que esta fase debe planificarse cuidadosamente para optimizar el rendimiento de los deportistas.

Clasificación de las competiciones

Las competiciones pueden clasificarse en dos amplias categorías: (1) competiciones principales u oficiales y (2) competiciones de preparación o amistosas.

Las competiciones principales son las más importantes para el deportista (por ejemplo, los campeonatos nacionales, los campeonatos del mundo, los Juegos Olímpicos). Estos eventos requieren que el deportista esté en su pico de rendimiento y, con frecuencia, condicionan la organización de su plan de entrenamiento anual, en especial, en los deportes individuales. Por lo general, la preparación para una competición principal incluye un *tapering* para eliminar la fatiga acumulada y mejorar la forma del deportista.

Las competiciones de preparación, o amistosas, se utilizan como test para el deportista ya que proporcionan información sobre aspectos específicos del entrenamiento. Estas competiciones están integradas dentro de la preparación del deportista y son una parte importante del plan de entrenamiento. Con frecuencia, los deportistas sitúan este tipo de competiciones al final del microciclo de descarga, sin usar ninguna estrategia específica de *tapering*. Muchos entrenadores las utilizan para evaluar algunos aspectos del desarrollo del deportista, como la técnica, la táctica o alguna determinada habilidad biomotora. En este tipo de eventos, ganar no siempre es la meta; más bien se llevan a cabo como sesiones de entrenamiento de muy alta intensidad. Sin embargo, la victoria en estas competiciones puede ofrecer una información valiosa sobre el nivel de forma del deportista, y determinar ciertas modificaciones del plan de entrenamiento.

Planificación para una competición

El paso más importante del desarrollo del plan de entrenamiento anual es establecer el programa competitivo del deportista o del equipo, y determinar qué competiciones son las que requieren un pico de rendimiento. El programa competitivo lo establece la federación o el estamento que gobierna el deporte, y culmina con los campeonatos nacionales, continentales o del mundo. Una vez establecido el programa de competiciones, el entrenador debe seleccionar aquellas que específicamente considera como de preparación o amistosas, y que programará para estimular determinados objetivos de entrenamiento. Estos eventos se utilizan como días de entrenamiento duro, cuyo objetivo son una serie de destrezas específicas, de tal forma que le sirva como herramienta importante de preparación del deportista para las competiciones principales.

Muchos entrenadores cometen dos errores importantes al planificar el programa competitivo de sus deportistas. El primero, hacer que los deportistas participen en todas las competiciones disponibles; esto interrumpe el entrenamiento del competidor y su habilidad para desarrollar las destrezas fisiológicas, técnicas y tácticas que necesitará para las competiciones principales. El segundo error es intentar que el deportista tenga un pico de rendimiento en cada competición. Si este pretende tener un pico de rendimiento con excesiva frecuencia, probablemente necesitará un gran número de sesiones de trabajo de recuperación y, por tanto, no dispondrá de suficiente entrenamiento para mejorar sus características fisiológicas, tácticas o técnicas. Es recomendable que intente conseguir un pico de rendimiento para solo unas pocas competiciones (dos o tres), utilizando estrategias específicas de *tapering*, y que el resto de las competiciones del programa, de énfasis secundario, las preceda de un corto período de descarga, de 2 a 3 días (figura 9.6). Ambos errores comunes pueden evitarse, si el técnico planifica adecuadamente la fase competitiva del entrenamiento.

Hay varios modos de planificar la fase competitiva (52). Si el deportista se está preparando para una competición específica, el entrenador debe utilizar un período de entrenamiento competitivo simple; si se está preparando para dos o más competiciones, debe utilizar un período de entrenamiento de competición complejo (52). El número de macrociclos del período competitivo lo dicta la complejidad de la fase competitiva del entrenamiento (simple *versus* complejo) y las necesidades del deportista (52).

Tradicionalmente, se utilizan dos métodos para planificar la fase competitiva del plan de entrenamiento anual: la aproximación agrupada y la cíclica. La primera consiste en planificar

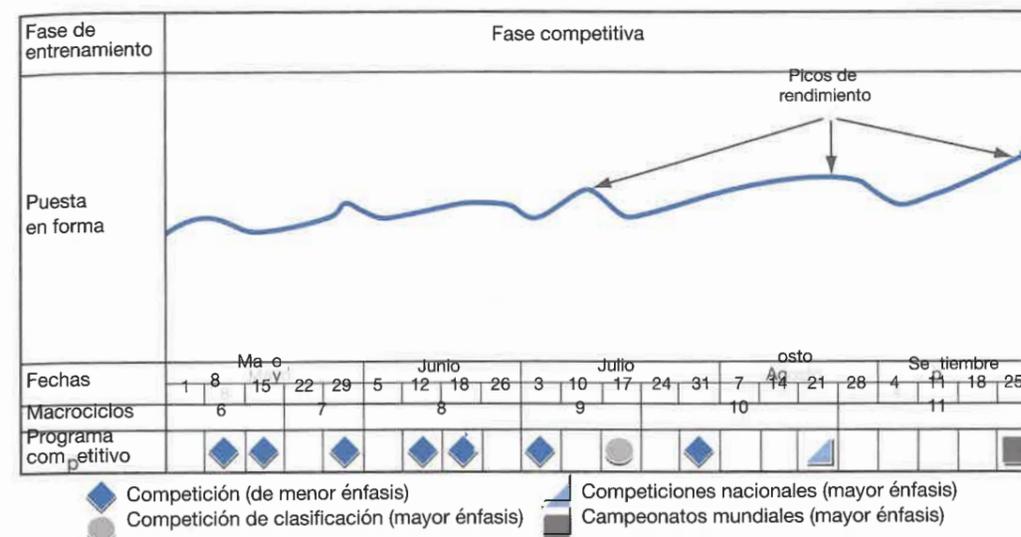


FIGURA 9.6 Calendario competitivo que muestra el énfasis sobre la puesta en forma y el pico de rendimiento.

de 2 a 3 semanas seguidas, en las que el deportista toma parte en torneos y competiciones, o participa en muchos eventos o partidos durante los fines de semana. Como se ilustra en la figura 9.8, por lo general, esta aproximación consta de muchos microciclos (3 o 4 semanas) previos dedicados a entrenar y a permitir que el deportista se prepare para las dos o tres semanas de competiciones agrupadas.

En el ejemplo que ilustra la figura 9.7, durante la primera parte del programa competitivo, el deportista o el equipo participa en un grupo de competiciones distribuidas en un período de dos semanas. En estas dos semanas, las pruebas o partidos pueden celebrarse durante los fines de semana. Tras estas competiciones, el primer microciclo es de baja intensidad, y los primeros 2 o 3 días del ciclo tienen como objetivo diseñar un entrenamiento con cargas bajas para estimular la regeneración. Una vez completados, se incrementa la carga de trabajo, alcanzando el pico de carga, por lo general, al final del microciclo. Los siguientes dos microciclos y medio se dedican a un trabajo exigente, seguido de un período corto de descarga, de 2 a 3 días, que aboca a las siguientes 3 semanas de competición. La siguiente competición principal es el 21 de agosto, programada como competición clasificatoria para los campeonatos que se celebren el 25 de septiembre. Dado que el evento del 21 de agosto es una competición principal para poder clasificarse para los campeonatos, se emplea un *tapering* exponencial, de 8 a 14 días, para aumentar el rendimiento. Una vez que el deportista termina la competición clasificatoria, pasa a un microciclo de regeneración al que siguen dos o dos semanas y media de entrenamiento duro, antes de iniciar otro *tapering*. Si el programa se estructura correctamente, el rendimiento será óptimo en los campeonatos.



FIGURA 9.7 Programa competitivo basado en el método agrupado.

Por lo general, el método agrupado es más adecuado para los deportes individuales, en los que solo hay una competición principal durante el plan de entrenamiento anual. En los deportes de equipo, este método únicamente puede emplearse cuando el equipo se aproxima a los campeonatos nacionales, las competiciones internacionales o los torneos internacionales oficiales. En la mayoría de estos deportes, en las ligas se utiliza una aproximación cíclica, determinada por el programa competitivo.

En la aproximación cíclica, las competiciones se espacian en intervalos repetidos y regulares (figura 9.9). En la figura 9.9, la mayoría de las competiciones se celebran los fines de semana durante los macrociclos 8 y 9. Este esquema de competición se ve, con frecuencia, en el fútbol americano, en el que los encuentros, por lo general, se programan para cada fin de semana durante todo el otoño. Los últimos dos macrociclos (10 y 11) contienen las dos competiciones principales de la fase competitiva. En el fútbol americano universitario, la

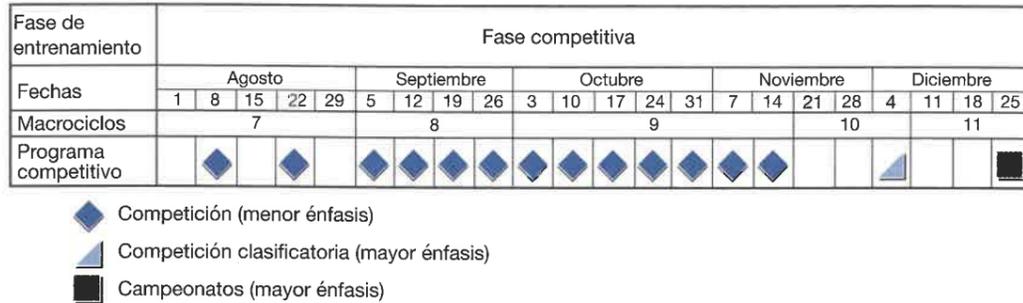


FIGURA 9.9 Programa competitivo para un deporte de equipo basado en una aproximación cíclica.

La competición no sustituye al entrenamiento

Muchos entrenadores mantienen que la participación en las competiciones eleva el nivel de preparación del deportista. Aunque, en cierta medida, esto es así, el técnico no debe esperar conseguir un elevado nivel de potencial físico, ni picos de rendimiento adecuados, tan solo con competiciones, como muchas veces pretenden los entrenadores de algunos deportes profesionales. La participación competitiva, en especial durante la fase precompetitiva en la que se planifican eventos amistosos, ayuda a los deportistas a alcanzar un nivel elevado de puesta en forma para la competición principal del año. Durante tales eventos, tienen la oportunidad de probar, de forma más específica, todos los factores de entrenamiento. Sin embargo, considerarlos como único método de mejora deteriora la calidad del entrenamiento al frenar el ciclo principal de la actividad, que es el de entrenamiento, descarga, competición y regeneración (figura 9.8). Además, algunos entrenadores omiten tanto la descarga previa a la competición, como la regeneración posterior a ella, con lo que incrementan el potencial de lesión de sus deportistas y que nunca consigan competir en un buen estado de forma física.



FIGURA 9.8 Esquema cíclico de las actividades que provocan un buen rendimiento competitivo y, a la vez, evitan lesiones.

competición en el macrociclo 10 es la de los campeonatos de la conferencia, mientras que el del macrociclo 11 coincide con los campeonatos nacionales de la super bowl. Dado que cada microciclo de los macrociclos 8 y 9 termina con un partido, puede estar justificado estructurar el microciclo para obtener un pico de rendimiento. Este pico de rendimiento, o incremento de las cargas de trabajo, puede plantearse para el martes o el miércoles. Debe usarse un período de descarga (1 o 2 días antes de cada partido) para eliminar la fatiga y preparar al deportista para competir. Los entrenadores que trabajan con deportistas de disciplinas individuales deben considerar la aproximación cíclica en el desarrollo de las competiciones principales (figura 9.10). En esta aproximación, el técnico puede hacer que el deportista compita cada 2 semanas con el fin de ganar información sobre él en situaciones competitivas. Esto le permitirá modificar el plan de entrenamiento basándose en la información obtenida de las competiciones periódicas.

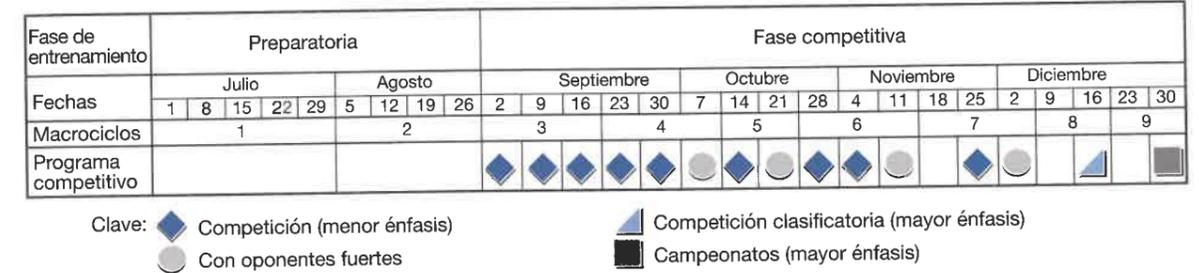


FIGURA 9.10 Aproximación cíclica para un esquiador de esquí nórdico.

En la aproximación cíclica, la primera mitad de la semana tras competir podría contener una carga de entrenamiento más baja para mejorar la recuperación, mientras que en la segunda mitad sería más elevada (figura 9.11). El microciclo que precede a la siguiente competición debe estructurarse de tal forma que las cargas de entrenamiento elevadas se concentren, sobre todo, en la primera parte de la semana (es decir, el martes o el miércoles), y reservar la descarga para la segunda mitad de la semana para facilitar la recuperación de la competición del fin de semana. Sin embargo, esto solo es un ejemplo de cómo puede conformarse un microciclo; se dispone de muchas variaciones diferentes basadas en el tipo de *tapering* y en la temporada competitiva. Aunque estas dos principales aproximaciones son las que se utilizan habitualmente para diseñar la fase competitiva del entrenamiento, es probable que ambas puedan combinarse cuando se planifican las competiciones.

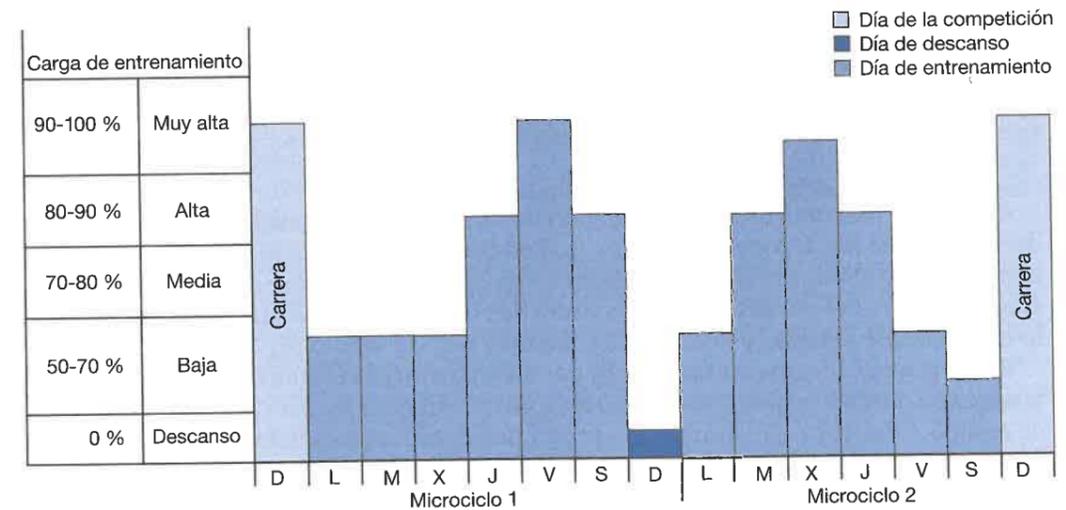


FIGURA 9.11 Estructura de microciclo para entrenar entre competiciones, durante una aproximación cíclica.

Frecuencia de la competición

Determinar la frecuencia de las competiciones es una empresa compleja. Factores tales como las características del deportista, la edad de entrenamiento y el deporte, condicionan la frecuencia y el número de competiciones que se asumen cada año. El entrenador también debe considerar la duración de la fase competitiva, ya que si es más larga podría permitir participar en un mayor número de competiciones.

Determinantes fundamentales del número de competiciones que debe asumir el deportista son su edad y experiencia de entrenamiento (9). Cuanta menor experiencia tenga el niño o el deportista joven, deberá competir con menor frecuencia (9). Si su entrenamiento se centra en el desarrollo multilateral, el deportista joven incrementará sus comienzos competitivos progresivamente, a medida que el desarrollo de sus destrezas y su plan de entrenamiento incrementen el énfasis en su especialización (45, 55). Kauhanen (29) sugiere que cuando el deportista joven está más entrenado, el número de competiciones principales debería incrementarse anualmente (tabla 9.3). Durante estos años, las competiciones secundarias o menores se programan para ayudarle a desarrollar sus destrezas en la competición. Con atletas jóvenes, el énfasis principal es el desarrollo de las destrezas que utilizarán en la competición cuando estén más entrenados.

TABLA 9.3 Sugerencias sobre el tipo y número de competiciones para jóvenes deportistas

Edad (años)	Tipo de competiciones	Competiciones organizadas /años
4-7	Competiciones informales; solo por diversión	—
8-11	Competiciones informales para estresar las destrezas en lugar de para ganar; participar en otros deportes tan solo para divertirse.	Deportes de equipo: 5-10
12-13	Competiciones organizadas en las que la meta es conseguir ciertas metas físicas, técnicas y tácticas en lugar de ganar.	Deportes de equipo: 10-15 Deportes individuales: 5-8
14-16	Participación en competiciones sin pretender alcanzar el mejor rendimiento posible.	Deportes de equipo: 15-20 Deportes individuales: 8-10
17-19	Participación en competiciones júnior clasificatorias para los campeonatos regionales y nacionales; estar preparado para alcanzar un pico de rendimiento en competiciones sénior.	Deportes de equipo: 20-35 Deportes individuales: de corta duración, 20-30; de larga duración, 6-8

Reproducido con permiso de T. O. Bompa y M. Carrera, 2015, *Conditioning young athletes* (Champaign, IL: Human Kinetics), 220.

Otro factor determinante de la frecuencia de las competiciones es el de las características del deporte. En los deportes de equipo, la duración de la temporada puede tener un gran impacto sobre el número de competiciones. Por ejemplo, en la liga principal de fútbol, un equipo de alto nivel puede competir alrededor de 60 partidos en aproximadamente 270 días, lo cual equivale a competir cada 3 días y medio o 4 días y medio (8).

Por lo general, los deportistas de deportes individuales tienen una mayor flexibilidad en la selección de sus competiciones ya que compiten con menor frecuencia que los de deportes de equipo. Dick (8) sugirió que el desarrollo de los períodos competitivos principales en atletismo es de alrededor de 7 a 10 competiciones. Cualquier competición añadida puede utilizarse como entrenamiento a un nivel más bajo (8). La tabla 9.4 sugiere algunas normas relativas al número de competiciones para deportistas principiantes y avanzados. Independientemente del deportista y del deporte de que se trate, el entrenador debe considerar la interrelación entre el entrenamiento, la recuperación y el pico de rendimiento.

TABLA 9.4 Número sugerido de competiciones anuales en atletismo

Evento	Deportistas principiantes		Deportistas de élite	
	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Velocistas, vallistas, saltadores y lanzadores				
Evento especializado	3-4	12-16	3-5	16-20
Otros eventos y deportes	2-3	4-6	1-3	3-5
Media distancia				
800-1500 m	—	4-8	2-3	10-16
Distancias cortas	2-3	8-10	2-4	8-10
Carreras de larga distancia y marcha				
Maratón	—	1	—	2-3
50 km marcha	—	6-8	—	8-10
Eventos combinados				
Decatlón	—	1-2	—	2-3
Heptatlón	—	1-2	—	2-4
Eventos individuales	2-4	10-12	3-5	12-16

Cuando se desarrolla un plan de entrenamiento para la fase competitiva, el técnico ha de tener en cuenta la secuencia y la frecuencia de las competiciones y su relación con el tiempo disponible para recuperarse después de competir (46). Cuanto mayor sea la frecuencia con la que compite al deportista, menos tiempo tendrá para entrenar para la siguiente competición (8, 15). Por tanto, competir frecuentemente puede impedir el desarrollo del deportista, ya que cada competición en la que se participa puede provocar fatiga, lo cual impone la reducción de las cargas de trabajo.

El entrenador debe planificar las dos o cuatro competiciones principales durante la fase competitiva del año. Entre estas, es probable que se incluyan los encuentros clasificatorios para la competición principal. El plan también debe incluir competiciones secundarias para utilizarlas como sesiones duras de trabajo y como test de la habilidad del deportista. El técnico y el deportista deben pensar el programa competitivo centrándose en la competición principal (tabla 9.5). Sin embargo, el plan debe dejar un margen de tiempo entre las competiciones de preparación (amistosas) y las principales. Durante esta fase, la secuencia óptima entre el entrenamiento, la competición y la recuperación dependerá del intervalo de tiempo entre cada competición.

Independientemente del intervalo de tiempo entre las competiciones, Bompa (3) y Harre (15) recomiendan lo siguiente:

- Asumir las competiciones solo cuando el deportista sea capaz de cubrir una serie de objetivos en cada factor de entrenamiento: físico, técnico, táctico y psicológico.
- Seleccionar cuidadosamente los programas de competición, de tal forma que su dificultad sea progresivamente creciente.
- Seleccionar competiciones que supongan un reto, ya que las que no lo ofrecen no motivan al deportista.
- Retar al deportista enfrentándolo a oponentes con mayores capacidades.
- Evitar participar demasiado pronto en competiciones. Hacerlo en demasiadas, en especial si requieren muchos viajes, provocará una dosificación inadecuada del

TABLA 9.5 Objetivos de la subfase competitiva

Subfase competitiva	Objetivos	Medios de implementación
Precompetitiva	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mejora del rendimiento. 2. Ganar experiencia. 3. Determinar los puntos fuertes y débiles. 4. Test de la técnica y la táctica. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar competiciones de menor dificultad. 2. Incrementar la frecuencia de las competiciones (deportes de equipo). 3. Utilizar descargas cortas (3 a 7 días).
Competitiva (liga o competiciones oficiales)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Puesta en forma elevada. 2. Preparación para las competiciones clasificatorias. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ajustar la estructura del microciclo al nivel de los oponentes (deportes de equipo). 2. Utilizar diferentes estrategias de descarga de acuerdo con la importancia de la competición (deportes individuales). 3. Participar en competiciones cada vez más exigentes (deportes individuales).
Tapering (competiciones principales)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Máxima puesta en forma. 2. Competir al nivel más elevado en las competiciones principales. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar métodos de preparación especializada, como el <i>tapering</i> para preparar la competición principal.

programa competitivo y de entrenamiento, lo cual reducirá el potencial físico y psicológico del deportista.

- Secuenciar el programa competitivo de forma progresiva, procurando que la puesta en forma sea máxima en las competiciones principales de la temporada. Este contexto dará al deportista la posibilidad de rendir a su mayor nivel.
- Situar adecuadamente períodos de tiempo entre las competiciones que permitan al deportista entrenar y corregir cualquier defecto técnico detectado en las competiciones secundarias o amistosas.
- Convencer al deportista para que rinda al máximo solo en las competiciones principales del año. Debe pensar que las demás son solo una secuencia de pasos progresivos para lograr el nivel más elevado de su capacidad fisiológica, de destreza técnica, de habilidad táctica y psicológica (y, por tanto, de rendimientos).

Como se muestra en la tabla 9.6, la disminución progresiva del volumen e intensidad de todas las actividades de entrenamiento durante la fase competitiva, así como también el aumento del uso de técnicas de recuperación, ayuda al deportista a reponer sus depósitos energéticos, conseguir supercompensaciones, relajarse mentalmente y desarrollar la motivación para lograr los mejores resultados posibles en las competiciones objetivo de su pico de rendimiento. La estrategia que se presenta en la tabla 9.6 debe aplicarse durante el período de *tapering*, para asegurar un máximo de beneficios neuromusculares antes de las competiciones principales. Durante este tiempo, el foco de atención cambiará hacia la recuperación y regeneración mediante el descanso adecuado, la nutrición, la suplementación y las terapias de tejidos blandos (por ejemplo, masaje profundo o liberación miofascial). En términos de entrenamiento, este es el momento de alcanzar los beneficios de los períodos de preparación y competitivo bien planificados.

TABLA 9.6 Estrategias de entrenamiento y recuperación y beneficios durante el *tapering*

Estrategias		Beneficios
Dinámicas de volumen	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución total de la distancia y duración de un 40 a un 60 %. • Disminución del número de repeticiones. • Incremento de los intervalos de descanso para una recuperación completa. • No incorporar nuevos ejercicios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conseguir supercompensaciones en todos los sistemas fisiológicos. • Incrementar la puesta en forma del sistema neuromuscular. • Facilitar la reposición de los depósitos de energía.
Dinámicas de intensidad	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la intensidad de un 5 a un 10 % en los deportes de potencia y de un 20 a un 30 % en los de resistencia, en especial la primera semana. • Elevar la intensidad pocos días antes de la competición. 	
Estimulación neuromuscular	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de métodos de potenciación del sistema neuromuscular. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inducir el estado neuromuscular pre-pico de rendimiento. • Incrementar el reclutamiento de las fibras musculares de contracción rápida (FR). • Incrementar el porcentaje de descarga de las fibras FR. • Maximizar la activación del sistema neuromuscular. • Incrementar la reactividad del sistema neuromuscular.
Métodos de recuperación	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar técnicas de manejo de los tejidos blandos (por ejemplo, masaje profundo, liberación miofascial). • Control de la variabilidad de los valores del latido cardíaco (VLC) para asegurar la dinámica adecuada de recuperación. • Control de la calidad del sueño (por ejemplo, utilizar la App de sueño de Android). • Utilizar la relajación psicológica y las técnicas de motivación y visualización (por ejemplo, hipnosis que puede inducir un estado profundo de relajación y una recuperación más rápida del sistema nervioso). • Asegurar la nutrición adecuada y la suplementación dietética específica del deporte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la puesta en forma del tejido blando y la movilidad articular. • Incrementar la puesta en forma del sistema neuromuscular. • Relajarse mentalmente. • Incrementar la confianza. • Incrementar la activación. • Reponer los depósitos energéticos. • Mantener la máxima producción de potencia durante la competición.

Identificación de los picos de rendimiento

Uno de los criterios más objetivos para identificar el pico de rendimiento, en concreto en un deporte individual, parece ser la dinámica del rendimiento del deportista (32c). Unos investigadores seleccionaron deportistas de carreras de velocidad y de media distancia (N = 2.300) para hacer un estudio longitudinal para establecer zonas de cálculo sobre su pico de rendimiento. Considerando su mejor rendimiento personal del año anterior como punto de referencia (100 %), zona 1 o zona de alto resultado, se incluyeron rendimientos que no fueran inferiores del 2 % de dicho punto de referencia. Los resultados medios, o zona 2, fueron los obtenidos entre el 2 y el 3,5 % por debajo de dicho punto. Los resultados

bajos, o zona 3, fueron inferiores, entre el 3,5 y el 5 %. Y, finalmente, la zona 4 englobó a los registrados como malos resultados, los que fueron inferiores al 5 % del mejor del año previo. Los autores concluyeron que, cuando un deportista puede conseguir rendimientos dentro del 2 % (zona 1) o mejores, es que posee una forma física elevada, cerca de su pico de rendimiento. A partir de ahí, los deportistas pueden mejorar fácilmente su pico del rendimiento y conseguir rendimientos excepcionales. Por supuesto, estos porcentajes pueden adaptarse para reflejar el significado del evento (tabla 9.7 y 9.8).

TABLA 9.7

Zonas de pico de rendimiento para un maratoniano de nivel internacional*

Maratoniano MMP 2:10:00 (h/min/s)	Zona de pico de rendimiento
2:10:00-2:12:36	1 (hasta 2 %)
2:12:37-2:14:33	2 (2-3,5 %)
2:14:34-2:16:30	3 (3,5-5 %)
>2:16:30	4 (>5 %)

*Según la clasificación de Matveyev, Kalinin y Ozolin (32c).

MMP = mejor marca personal.

TABLA 9.8

Zonas de pico de rendimiento adaptadas para un velocista de nivel internacional

Velocista de 100 m MMP 10:00 (s)	Zona de pico de rendimiento
10.00-10.10	1 (hasta 1 %)
10.11-10.20	2 (1-2 %)
10.21-10.30	3 (2-3 %)
>10.30	4 (>3 %)

MMP = mejor marca personal.

Mantenimiento del pico de rendimiento

El tiempo requerido para alcanzar la zona 1 es un factor importante del pico de rendimiento. Aunque pudiera diferir según la habilidad de cada deportista, el tiempo medio que un deportista necesita para elevar su capacidad a un nivel precompetitivo de aptitud de zona 1, es de entre 4 y 6 microciclos. Durante los primeros tres microciclos, puede que no aprecie mejoras espectaculares, ya que trabajar duro exige incrementar la intensidad, la cual le provocará un nivel elevado de fatiga que limitará el logro de buenos rendimientos. Sin embargo, tras uno o dos microciclos, y una vez que se ha adaptado a la carga de trabajo y disminuye ligeramente el estrés del entrenamiento permitiendo que se produzca la supercompensación, es factible que detecte sus mayores rendimientos. Aunque la duración de estas fases transitorias, desde los rendimientos más bajos hasta la zona 1, varía según muchos factores, también se ve afectada por la especificidad de cada deporte y el tipo de entrenamiento adoptado por el entrenador.

La duración del pico de rendimiento, así como también de la zona 1, puede verse afectado por un número de salidas, o competiciones, que el deportista experimenta. Cuanto más larga sea la fase de competiciones semanales, menor será la probabilidad de pueda repetir buenos resultados. Muchas competiciones no conducen necesariamente a rendimientos buenos ni progresivamente mejores. A menudo, el efecto es el contrario, y los resultados disminuyen hacia el final de la fase competitiva, que es cuando están programadas las competiciones de los campeonatos. Muchas veces, la fase crítica comienza después del octavo microciclo con competiciones. Esto no significa necesariamente que se comprometa el rendimiento hacia el final de la fase competitiva. Al contrario, la atención del entrenador debería dirigirse a la necesidad de mejorar la alternancia de ejercicios estresantes con actividades de regeneración. Además, el técnico debe estar atento a los métodos y modos de selección y planificación de las competiciones durante las fases precompetitiva y competitiva. Esto debe ser especialmente cierto para algunos entrenadores universitarios, en especial de deportes de equipo, en los que los programas competitivos se cargan con muchos partidos, incluso durante la fase preparatoria. Tanto el programa de entrenamiento individual que sigue cada

deportista, como la duración del tipo de trabajo que realiza durante la fase preparatoria, tienen una influencia sustancial en el mantenimiento de su pico de rendimiento. Cuanto mayor y más sólida sea la fase preparatoria, más probable será que pueda prolongar su forma física y el pico de rendimiento.

Asumiendo que el entrenador conduce y organiza un programa de entrenamiento adecuado, la duración de la zona 1 puede ser entre 1 y 2 meses. Durante este tiempo, el deportista puede conseguir dos o tres picos de rendimiento que sean elevados, e incluso de récord. Los investigadores sugieren que la duración del pico de rendimiento puede superar los 7 a 10 días, ya que las células nerviosas pueden mantener su capacidad funcional óptima durante este período (52b). Como se estableció previamente, es altamente deseable que, tras cada pico de rendimiento para una competición de alto nivel, se mantenga una fase corta de regeneración seguida por el entrenamiento. Probablemente, en caso de no hacerlo, se reducirá la duración de la zona 1. Esta aproximación sirve como recordatorio de que es necesario alternar el estrés con la regeneración, interacción de importancia drástica en el entrenamiento.

Resumen de los conceptos principales

Durante las fases de entrenamiento, el deportista alcanza altos niveles de desarrollo de sus habilidades biomotoras y destrezas técnicas y tácticas, las cuales forman un estado denominado grado de entrenamiento o preparación. Este estado de entrenamiento es un componente estable de la forma deportiva, la cual se ve afectada también por la exposición al entrenamiento específico de alta intensidad y a competiciones, así como por la presencia de fatiga residual. Esta influye ampliamente en la puesta en forma del deportista para rendir, o su capacidad de manifestar su preparación con una prestación elevada y, al final, su habilidad para alcanzar un pico de rendimiento.

Es esencial que el deportista utilice apropiadamente las estrategias de *tapering* para conseguir el pico de rendimiento. No podrá conseguir uno real para cada competición en la que participa. Por tanto, el entrenador debe establecer cuidadosamente el programa de competición, incluyendo dos o tres eventos principales por fase competitiva. Las demás competiciones deben considerarse preparatorias, en las que el deportista utiliza el entorno competitivo como herramienta de entrenamiento para alcanzar su mejor forma física. Sin embargo, cuando un deportista de disciplinas de equipo participa en competiciones que se celebran de forma cíclica, el técnico debe considerar estrategias de entrenamiento que permitan al deportista recuperarse, entrenar y eliminar la fatiga antes de cada evento. Como en los deportes individuales, la culminación del calendario competitivo en los deportes de equipo debe ser la competición principal, como los campeonatos nacionales o regionales, en la que el deportista alcanza un pico de rendimiento y fisiológico.

La meta de la estrategia del *tapering* es reducir la fatiga inducida por el entrenamiento y aumentar la puesta en forma. Cuando se aplica apropiadamente, puede mejorar el rendimiento en aproximadamente un 3 %, lo cual puede ser una gran diferencia en el resultado competitivo. Para implementar el *tapering*, el entrenador debe disminuir la carga de entrenamiento de forma exponencial y, en la mayor parte de los casos, también el volumen de entrenamiento en alrededor del 60 %. Sin embargo, si la carga de entrenamiento pre-*tapering* es muy elevada, puede estar justificada una mayor reducción del volumen de entrenamiento (60 al 90 %). Cuando este se reduce, la frecuencia de entrenamiento debe mantenerse en un 80 % o más de los valores pre-*tapering*. La disminución progresiva de las cargas debe durar, aproximadamente, entre 8 y 14 días. Si la carga de trabajo pre-*tapering* es excesiva, puede estar justificado un *tapering* más largo; sin embargo, otra estrategia es utilizar un *tapering* exponencial rápido, que implica mayor disminución del volumen. Durante el *tapering*, la intensidad del entrenamiento debe mantenerse, o incrementarse ligeramente, para permitir que el deportista mantenga las adaptaciones fisiológicas conseguidas durante el entrenamiento pre-*tapering*.



PARTE III

**Métodos de
entrenamiento**

Desarrollo de la fuerza y la potencia

10

La capacidad para generar fuerza y potencia es un factor crítico determinante del éxito en una amplia variedad de deportes, en especial, en todos los de equipo y en los que predomina la velocidad. Datos científicos actuales revelan que la fuerza y la potencia también son importantes para los deportes con un gran componente de resistencia, como las carreras de larga distancia o el esquí de fondo. Dada la importancia de la fuerza y la potencia musculares en tantos deportes, el entrenador y el deportista deben comprender cómo el desarrollo de las dos puede afectar al rendimiento. Ambos necesitan comprender los principios asociados con el entrenamiento con cargas para utilizarlos con efectividad de cara a mejorar las prestaciones.

La relación entre las principales habilidades biomotoras

El rendimiento físico está dominado por la combinación de la fuerza, la velocidad y la resistencia. La mayor parte de las actividades deportivas pueden clasificarse según su habilidad biomotora dominante. La figura 10.1 ilustra la estructura teórica en la que la fuerza o la tensión, la velocidad o la resistencia son la habilidad biomotora predominante. Por ejemplo, por lo general, la resistencia se ha considerado que es la habilidad biomotora dominante necesaria para el éxito en carreras de larga distancia. Toda actividad deportiva posee una que predomina (figura 10.2); sin embargo, las investigaciones actuales sugieren que las actividades deportivas están influidas por muchas de ellas (137, 140). Esto se ve claramente en el hecho de que la fuerza parece influir tanto en la velocidad de carrera (13, 24, 36) como en la resistencia (114). Por ejemplo, la fuerza y la potencia de las piernas parecen estar relacionadas significativamente con la velocidad del esprint; cuanto más fuertes y potentes sean los

Bases fisiológicas de la velocidad y la agilidad

Nadie puede ser rápido y ágil sin antes estar fuerte. La salida en el esprint, y los cambios de dirección en los deportes de raqueta y de equipo, son acciones típicas de fuerza. Los velocistas más rápidos aplican gran parte de su fuerza contra los tacos de salida en el instante en que comienza la carrera. Por otro lado, los cambios de dirección dependen de una gran fuerza excéntrica para desacelerar e, igualmente, una gran fuerza concéntrica para acelerar. ¿Quieres ser un deportista ágil y rápido? Incrementa tu fuerza.

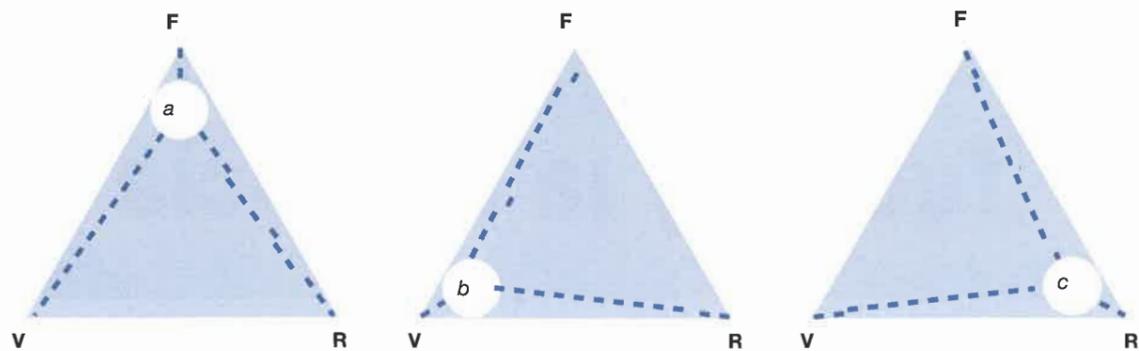


FIGURA 10.1 Relaciones entre las habilidades biomotoras principales en las que predomina (a) la fuerza, (b) la velocidad y (c) la resistencia.

F = fuerza o tensión; V = velocidad; R = resistencia
De Florescu, Dumitrescu y Predescu 1969 (50).

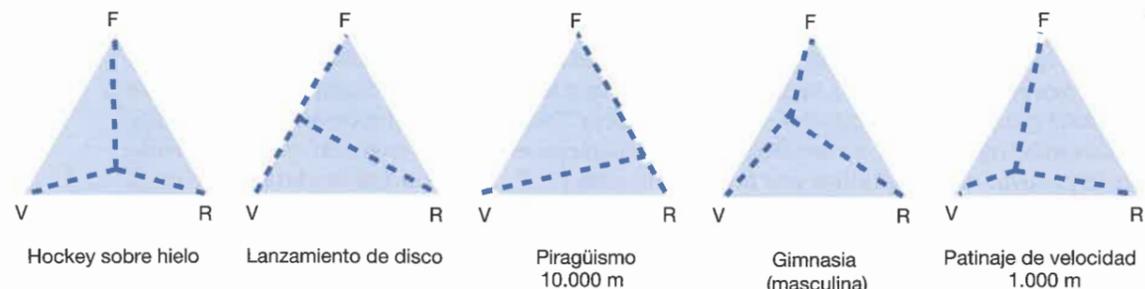
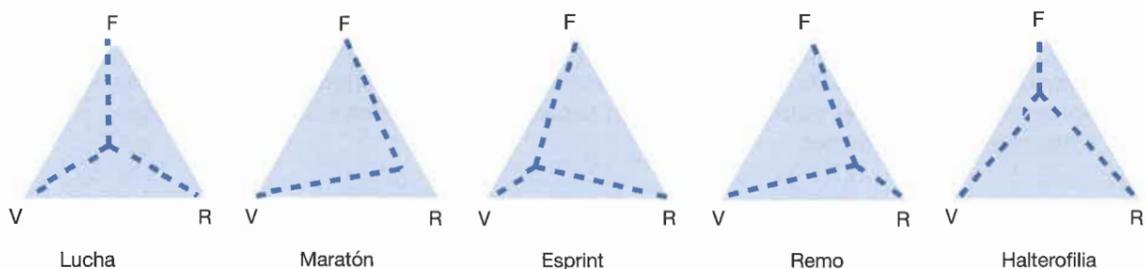


FIGURA 10.2 Composición de predominio de las habilidades biomotoras en varios deportes.

F = fuerza o tensión; V = velocidad; R = resistencia

deportistas, más rápido podrán correr (13, 24, 36). Afirmaciones de apoyo a la influencia de la fuerza sobre la resistencia pueden verse en la literatura. Las investigaciones demuestran que añadir entrenamiento de fuerza al programa de trabajo de corredores de larga distancia (106, 140), esquiadores nórdicos (91, 139, 141) o ciclistas (15), produce una mejora significativamente mayor en su rendimiento comparado con el de los que solo entrenan la resistencia. Evidencias recientes sugieren que los deportistas más fuertes y potentes rinden mejor de los test diseñados para evaluar la agilidad (21, 143).

Basándose en estos datos, se puede construir un modelo hipotético en el que la fuerza conecta con muchos de los factores que la literatura ha demostrado que mejoran el rendimiento en diversas actividades deportivas (figura 10.3). Debido a que la fuerza afecta a las demás habilidades biomotoras, y en casi todas las facetas del rendimiento deportivo,

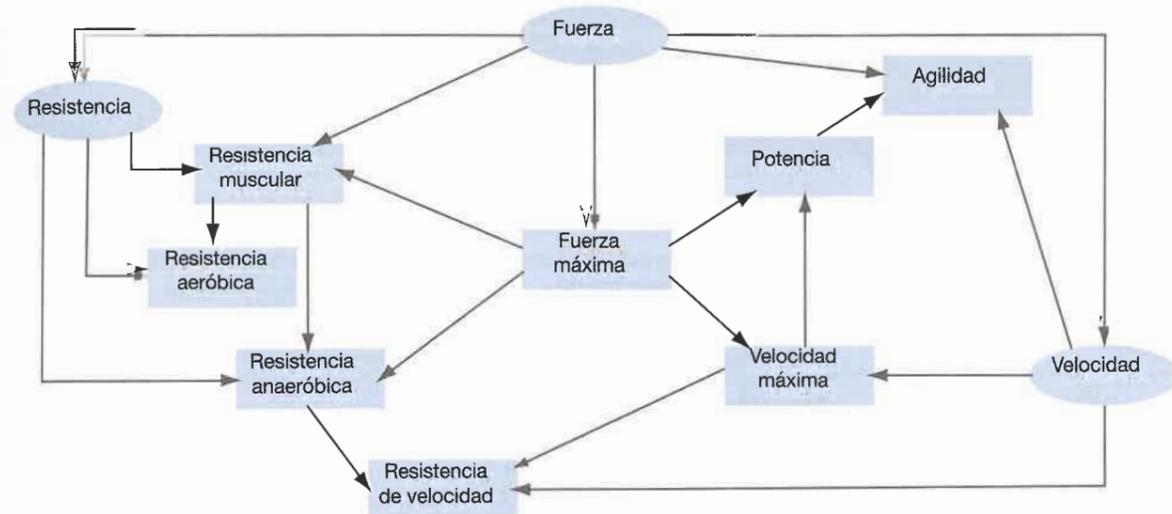


FIGURA 10.3 Interacción de las habilidades biomotoras y los diversos aspectos del rendimiento deportivo.

debe considerarse como la habilidad biomotora crucial (20). Por tanto, para maximizar el rendimiento deportivo, la fuerza siempre debería entrenarse conjuntamente con las demás habilidades biomotoras.

Fuerza

La fuerza puede definirse como la tensión máxima o **par de torsión** (fuerza de torsión) que puede generar un músculo o grupo muscular. Es mejor definirla como la habilidad del sistema neuromuscular para producir tensión contra una resistencia externa. Por ejemplo, la fuerza muscular se ha relacionado con el rendimiento en el esprint (13, 24, 36), el fútbol americano (14, 55), el fútbol (32, 62, 90, 170), el voleibol (47, 130), el hockey sobre hielo (92), el rugby (58) y el ejercicio aeróbico (15, 91, 106, 140). Estos datos parece que apoyan la afirmación de que la fuerza muscular contribuye principalmente en la mayoría de las actividades deportivas. Por tanto, la aplicación apropiada del entrenamiento de fuerza puede modificar el sistema neuromuscular y mejorar la capacidad del deportista para producir tensión y aumentar sus rendimientos deportivos (69, 175, 176).

Fuerza, velocidad, porcentaje del desarrollo de la fuerza y potencia

Cuando se examinan las actividades deportivas, parece que es muy importante la habilidad para generar tensión contra una resistencia externa (127). La segunda ley de Newton (ley del movimiento) apoya la importancia de la capacidad de generar tensión (es decir, fuerza) (ver la ecuación del recuadro). Esta ley afirma que la fuerza es igual al producto de la masa por la aceleración (ecuación 1). Si se reordena esta ecuación, es fácil advertir que, para incrementar la **aceleración** de un objeto, se debe aplicar una fuerza mayor. Dado que el incremento de la aceleración provoca el aumento de la **velocidad**, también es fácil concluir que, para conseguir una gran velocidad de movimiento, es necesario un alto nivel de fuerza o una gran capacidad para generarla (180). Los apoyos a esta idea pueden encontrarse en la literatura, que demuestra la relación significativa entre la velocidad y la fuerza muscular (13, 24, 36).

Ecuaciones

Ecuación 1 $F = M \times A + P$

F = Fuerza

M = Masa de un objeto

A = Aceleración de un objeto

P = Peso o masa atribuible al efecto de la gravedad

Ecuación 2 $RFD = \Delta F / \Delta T$

RFD = Rate of Force Development = Porcentaje del desarrollo de la fuerza

 ΔF = Cambio en la fuerza ΔT = Cambio en el tiempo**Ecuación 3** $Potencia = F \times D/T$

Potencia = W/T

Potencia = F \times V

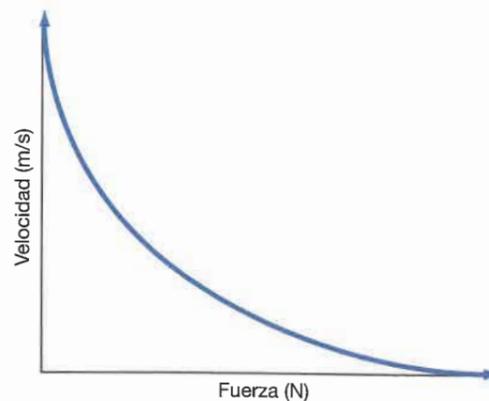
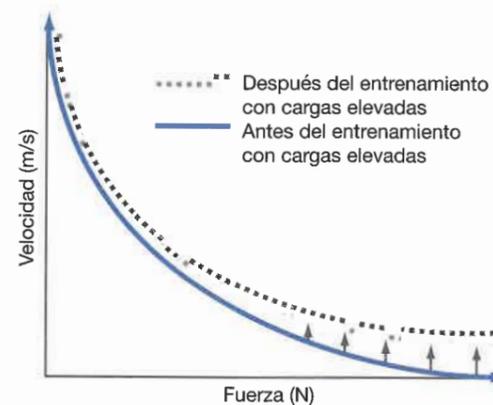
F = Fuerza

W = Trabajo

T = Tiempo

V = Velocidad

Un examen más detenido de la interacción entre la fuerza y la velocidad sugiere que existe una relación inversa, por la que, a medida que se incrementa la resistencia externa, la velocidad del movimiento disminuye (figura 10.4) (110, 208). La aplicación del programa de periodización del entrenamiento de fuerza puede modificar la **curva fuerza-velocidad** (43, 104, 109, 110, 128, 135). La literatura sugiere que el entrenamiento con cargas muy elevadas induce adaptaciones que son diferentes a las que se ven en el entrenamiento de fuerza explosiva (74, 75, 110, 202). Por ejemplo, la implementación de un programa de entrenamiento de fuerza centrado en el empleo de cargas pesadas tiene mayor potencial para modificar la

**FIGURA 10.4** Relación fuerza-velocidad.**FIGURA 10.5** Modificaciones teóricas de la curva fuerza-velocidad por el entrenamiento de fuerza con cargas elevadas.

parte de tensión elevada de la curva fuerza-velocidad (figura 10.5), mientras que la inclusión de ejercicios de fuerza explosiva modificará la parte de alta velocidad de la curva (figura 10.6) (110).

El efecto del entrenamiento explosivo de la fuerza sobre la parte de alta velocidad de la curva fuerza-velocidad, se basa en evidencias que sugieren que este tipo de trabajo tiene el potencial de modificar la fuerza explosiva del deportista o el **porcentaje del desarrollo de la fuerza (RFD)** (2, 66, 75, 76, 94). El RFD indica la rapidez con que se desarrolla la fuerza y se calcula dividiendo el cambio en la fuerza por el cambio en el tiempo (193) (ver ecuación 2). Parece que la capacidad para generar RFD elevada es muy importante para las actividades deportivas que implican movimientos explosivos (por ejemplo, esprintar, saltar, lanzar), y requiere que la fuerza se genere durante una franja de tiempo limitada (~ 70 a 200 ms). En general, este tiempo es sustancialmente menor que el necesario para alcanzar la fuerza máxima (>250 ms) (9, 67, 159). Sin embargo, la fuerza máxima y el RFD están interrelacionados (9, 133) y ambos se asocian con el rendimiento deportivo, y también con la habilidad para generar aceleración, la cual afecta a la velocidad del movimiento (180).

Tanto la fuerza como la velocidad son importantes en el movimiento humano, dado que la potencia es el producto de estas dos variables (110, 180) (ver ecuación 3 de la página 252). La capacidad de generar fuerza máxima parece ser un efector principal para generar potencia (157, 159). Schmidbleicher (157, 159) sugiere que cuando la carga (que el deportista tiene que superar) disminuye, también lo hace el efecto que la **fuerza máxima** tiene para generar potencia. Este autor sugiere que cuando esto ocurre, el RFD adquiere más importancia (157, 159, 180).

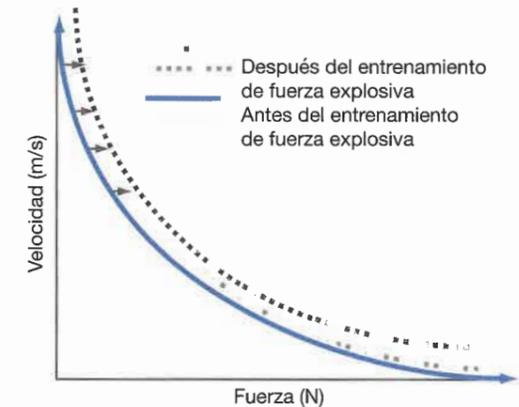
Se ha especulado con que la capacidad para generar potencia, o la velocidad para realizar trabajo, es la característica más importante del deporte (69, 110, 127, 157, 180). De hecho, la capacidad de diversos deportistas para producir potencia parece diferenciar sus niveles de rendimiento deportivo (14, 55). Dos tipos de producción de potencia son relevantes en la prestación deportiva: la producción de potencia máxima y el porcentaje de producción de potencia. La producción de potencia máxima se relaciona más con los rendimientos máximos de corta duración, como saltar, esprintar, levantar peso, cambiar de dirección y golpear (11, 12, 69, 110, 127, 180, 188). Al contrario, el porcentaje de producción de potencia se relaciona con el rendimiento de tareas repetitivas, como las carreras de fondo (136), el ciclismo (183) y el esquí nórdico (139).

factores que afectan a la fuerza

La fuerza puede definirse como la capacidad del sistema neuromuscular para producir tensión contra una resistencia externa (180). La fuerza máxima que un deportista puede mostrar depende de siete conceptos clave: (1) el número de unidades motoras implicadas (reclutamiento), (2) el porcentaje de disparo de la unidad motora (porcentaje de codificación), (3) la cantidad de **sincronización** de las unidades motoras, (4) la utilización del ciclo estiramiento-acortamiento, (5) el grado de inhibición neuromuscular, (6) el tipo de fibra muscular y (7) el grado de hipertrofia muscular (174, 180).

Reclutamiento de las unidades motoras

El reclutamiento de las unidades motoras se refiere al número de estas que participan en la acción (39, 86). Cuantas más unidades motoras se activen, mayor será la fuerza generada por el músculo (69). Por lo general, su reclutamiento se produce siguiendo un esquema ordenado, de las unidades motoras más pequeñas a las más grandes (86). Henneman y colaboradores (86), en su influyente trabajo, establecieron lo que denominaron el **principio del tamaño de Henneman**, que afirma que el volumen de la unidad motora dicta su activación. Este

**FIGURA 10.6** Modificaciones teóricas de la curva fuerza-velocidad por el entrenamiento de fuerza explosiva.

trabajo determina que las unidades motoras mayores tienen un umbral de activación más elevado, y se activan después de haberlo hecho las más pequeñas. También está ampliamente aceptado que las unidades motoras mayores se activan en respuesta a cargas externas más elevadas (48, 69). Sin embargo, el esquema de reclutamiento de la unidad motora se afecta no solo por la fuerza ejercida (69), sino también por la velocidad de contracción (69), el tipo de contracción muscular (44) y el estado metabólico del músculo (103, 134).

Porcentaje de codificación de las unidades motoras

El porcentaje de codificación es la frecuencia de disparo de la unidad motora (39). Un aspecto único del porcentaje de codificación es que la fuerza generada por el músculo puede incrementarse sin reclutar unidades motoras adicionales (69). Van Cutsem y colaboradores (192) sugirieron que este parámetro juega un papel significativo en la determinación de la velocidad de las contracciones voluntarias. La base de estas afirmaciones se encuentra en muchas investigaciones, que demuestran que el mayor porcentaje de disparo de las unidades motoras se asocia con una mayor producción de fuerza (2, 51, 192, 194). Parece que los ejercicios explosivos que producen gran potencia (por ejemplo, los pliométricos, los lanzamientos de potencia y los saltos con sentadilla), tienen la posibilidad de modificar el porcentaje de codificación de las unidades motoras dado que estos tienden a incrementar su frecuencia de disparo (39, 69).

Sincronización de las unidades motoras

La activación de las unidades motoras en respuesta a acciones musculares de baja intensidad, y con una contracción dinámica breve, producen esquemas **asíncronos** de disparo (180). El disparo asíncrono se produce como resultado de la desactivación de unas unidades motoras mientras se activan otras. Cuando la activación es simultánea en numerosas unidades motoras, se produce su sincronización (59, 116) e, históricamente, se ha sugerido que el resultado es el incremento de la producción de fuerza (135). Investigaciones recientes sugieren que es posible que la sincronización de las unidades motoras no mejore directamente su producción de tensión máxima, o fuerza máxima (160, 204). La relación entre la sincronización de la unidad motora y la capacidad de producción de fuerza está parcialmente demostrada en la literatura, en la que se describe una elevada incidencia de sincronización de las unidades motoras en los deportistas que entrenan la fuerza (162). Sin embargo, parece que dicha sincronización puede ejercer una influencia mayor en el porcentaje del desarrollo de la fuerza (160). Apoyos a esta afirmación pueden verse en investigaciones recientes, que sugieren que la sincronización de la unidad motora juega un papel en el desarrollo de la fuerza durante la contracción muscular rápida (160). Además, es posible que ejerza una mayor influencia sobre el rendimiento en actividades que requieren la activación simultánea de muchos músculos, como la carrera en la que, durante la fase de propulsión (empuje), participan conjuntamente los músculos gemelos, sóleos, glúteos, flexores de la pierna y cuádriceps (160).

Ciclo de estiramiento acortamiento

El ciclo de estiramiento acortamiento (CEA) se define por la combinación de acciones musculares excéntricas y concéntricas (114, 115). Una acción muscular pliométrica puede considerarse como tal (180) porque en ella se produce una acción muscular excéntrica (el alargamiento del músculo) antes que la acción muscular concéntrica (el acortamiento del músculo) (115). El efecto mejor conocido del ciclo estiramiento acortamiento es la mejora del rendimiento (acción muscular concéntrica) durante la fase final del ciclo (37, 114, 115). Es probable que tal mejora se deba al almacenamiento de energía elástica durante la fase excéntrica (28, 115), la activación del reflejo de estiramiento (116) y la optimización de la activación muscular (3, 19). Muchas investigaciones sugieren que, en el entrenamiento de fuerza, la mejora de la fuerza máxima se debe al aumento de la habilidad para activar los ciclos de estiramiento acortamiento (3, 37).

Inhibición neuromuscular

La inhibición neural puede producirse como resultado de la información nerviosa de retorno de diferentes receptores musculares y articulares cuyo resultado es la reducción en la producción de fuerza (59, 180). Por ejemplo, el **órgano tendinoso de Golgi**, que opera como un mecanismo de protección, previene la generación de fuerzas musculares lesivas durante los esfuerzos máximos o casi-máximos (59). Si se modifican los esquemas de activación neural de estos mecanismos de protección, puede producirse una desinhibición, aumentando la capacidad de generar fuerza (107). El apoyo a esta afirmación puede verse en el trabajo de Aagaard y colaboradores (3), en el que 14 semanas de entrenamiento de fuerza con cargas pesadas redujeron significativamente las respuestas inhibitorias neuromusculares. La disminución resultante de la inhibición puede explicar parcialmente el incremento de la capacidad de generar fuerza como resultado de este tipo de entrenamiento (3).

Tipos de fibra muscular

Estudios transversales sugieren que los deportistas de fuerza y potencia tienen un elevado porcentaje de **fibras musculares tipo II** (de contracción rápida, del 53 al 60 %) (56, 57, 77, 80, 148, 184). Esto es importante, ya que el tipo de fibra muscular del deportista y sus características juegan un papel significativo en su habilidad para producir fuerza máxima o en su capacidad de generar potencia (56, 57, 148, 149, 185). Por ejemplo, Fry y colaboradores (56) informaron de que la concentración de fibras tipo II de los levantadores de peso se correlaciona significativamente con el peso máximo levantado en la arrancada ($r = 0,94$), la cargada y el *jerk* ($r = 0,78$). La distribución del tipo de fibra también parece estar relacionada significativamente con la habilidad del salto vertical ($r = 0,79$). Por el contrario, los deportistas que participan en deportes de resistencia generalmente tienen mayor porcentaje de **fibras musculares de tipo I** (de contracción lenta) (17, 185), las cuales han mostrado corresponder a los mayores porcentajes de consumo máximo de oxígeno (17) y menor capacidad para generar fuerza máxima. Por tanto, aquellos que poseen altas concentraciones de fibras musculares de tipo II parece que tienen ventaja en las actividades deportivas que requieren altos niveles de fuerza y potencia. Por el contrario, tener un alto porcentaje de fibras musculares de tipo I es ventajoso para el rendimiento en el ejercicio de resistencia.

Hipertrofia muscular

Se cree que el incremento en el área de sección transversal del músculo contribuye a incrementar la hipertrofia en respuesta al entrenamiento de fuerza (1,51). Este incremento se debe al aumento del número de unidades contráctiles y, por tanto, acrecienta su potencial de generar fuerza (10, 51, 198). Las fibras musculares de tipo II muestran una mayor plasticidad, que se demuestra por la rapidez de la hipertrofia en respuesta al entrenamiento y la velocidad con que se atrofian con el desentrenamiento (51, 78).

Adaptaciones fisiológicas al programa de entrenamiento de fuerza

Las adaptaciones fisiológicas al programa de entrenamiento de fuerza pueden ser tanto neurológicas como morfológicas (51). En las primeras, influyen factores tales como los cambios en los esquemas de reclutamiento de las unidades motoras (69), la sincronización de estas (108, 132, 161-163), el porcentaje de disparo de las unidades motoras (39) y la activación refleja (51). Las segundas se relacionan con los cambios en todo el volumen muscular (34), la hipertrofia muscular (34, 138), las transiciones del tipo de fibra muscular (200) y las modificaciones de la arquitectura muscular (164). El grado en que estas dos categorías contribuyen a las adaptaciones depende de muchos factores, como el estatus de entrenamiento (156), el tipo de ejercicios utilizados en el programa de trabajo (29, 138), la dotación genética (23, 33, 100, 142, 189), la edad (101) y el género (101).

Se ha sugerido que, en la primera fase del entrenamiento de fuerza, los factores neurológicos tienen mayor influencia en su desarrollo, mientras que a largo plazo las adaptaciones del entrenamiento se limitan a los factores morfológicos (156, 196). Parece ser que el tiempo en el que el factor de adaptación neurológico predomina es de entre 6 y 20 semanas desde la iniciación del programa de trabajo de la fuerza, en función del tipo de ejercicio y estructura del programa empleados (29, 156, 196). Esta franja de tiempo puede modificarse en función de la complejidad de los ejercicios utilizados (29). Chilibeck y colaboradores (29) sugirieron que los ejercicios complejos, que implican más de una articulación (por ejemplo, la sentadilla, la **cargada de potencia** y los jalones), pueden necesitar más tiempo para que se manifiesten las adaptaciones neurales. Estos investigadores han descrito que las adaptaciones neurológicas en la parte superior del brazo se producen muy rápidamente, ya que se nota la hipertrofia después de 10 semanas haciendo el *curl* de bíceps. Por el contrario, en las piernas no se aprecia una hipertrofia significativa hasta después de 20 semanas de entrenar el *press* de piernas. Estos datos indican que los ejercicios utilizados en el entrenamiento de fuerza pueden disminuir el grado de predominio de los factores neurológicos o hipertróficos. La experiencia con deportistas de la fuerza avanzados o intermedios (levantadores de potencia, halterófilos) muestra que estos incrementan su fuerza y niveles de potencia año tras año a pesar de no ganar masa muscular, lo que indica que los factores neurológicos pueden tener un papel relevante, en especial, la coordinación intermuscular, en la producción de fuerza a largo plazo.

Adaptaciones neurológicas

En la iniciación de un programa de entrenamiento de fuerza, las principales adaptaciones que afectan al rendimiento se relacionan con el aprendizaje motor y la coordinación (153). Estas adaptaciones parecen ser muy específicas para los esquemas de movimiento y para la secuencia de la contracción muscular (51), lo cual sugiere que las expresiones de fuerza requieren un grado de destreza.

El entrenamiento de fuerza tiene la capacidad de modificar los esquemas de reclutamiento de las unidades motoras (69, 192), su porcentaje de codificación (2, 39, 69) y el grado de sincronización (162). El tipo de trabajo que se lleve a cabo en un programa de entrenamiento de fuerza juega un papel en la determinación de las adaptaciones neurológicas. Por ejemplo, se ha demostrado que el entrenamiento explosivo de la fuerza con cargas elevadas (por ejemplo, sentadillas con salto) disminuye el umbral de reclutamiento de las unidades motoras (69, 192) e incrementa su porcentaje de codificación (2, 39, 192). Un programa de entrenamiento de fuerza con cargas elevadas puede incrementar la sincronización de las unidades motoras (160) y reducir la inhibición neural (3). Parece que estas adaptaciones neurológicas modifican la capacidad y el porcentaje de generación de fuerza, con la posibilidad de afectar al rendimiento deportivo.

Adaptaciones morfológicas

La hipertrofia muscular, en respuesta al programa de entrenamiento de fuerza, se produce por los cambios en la arquitectura muscular (164). Estas modificaciones arquitecturales pueden incrementar el material contráctil que, a su vez, aumentará la capacidad de producción de fuerza (51). En la mayoría de los estudios sobre el entrenamiento de fuerza, los cambios morfológicos más significativos se traducen en hipertrofia muscular (3, 51, 71, 79, 87, 164, 172). La mayor parte de los estudios del entrenamiento de fuerza a corto plazo demostraron la hipertrofia significativa de la fibra muscular tipo II (1, 41, 95, 190, 198, 200), mientras que estudios a largo plazo demostraron la hipertrofia de ambos tipos de fibra, tipo I y tipo II (78, 123). La hipertrofia muscular está marcada por los incrementos significativos en el área de sección transversal de las fibras musculares esqueléticas, producto del incremento del material contráctil (51) y del incremento del ángulo de pennación del músculo (1). Estas dos adaptaciones morfológicas mejoran significativamente las adaptaciones de la fuerza muscular, en respuesta al programa del entrenamiento con cargas (1, 51).

Otra consideración acerca de las adaptaciones morfológicas del músculo son las intervenciones en el entrenamiento (53). Parece que el entrenamiento explosivo de la fuerza tiene el potencial de incrementar significativamente el volumen de la fibra de tipo II, modificando considerablemente la proporción de fibras musculares tipo I y tipo II en el área de sección transversal, lo cual favorece la capacidad de generar fuerza máxima y potencia (53, 70, 180). En apoyo de esta afirmación, Fry (53) demostró que la relación del contenido en fibras tipo I y tipo II es mayor en los halterófilos que en los levantadores de potencia y culturistas. Estos datos sugieren que el tipo de entrenamiento de fuerza utilizado puede dictar los tipos de cambios morfológicos que se expresan en el músculo esquelético.

Otra adaptación morfológica potencial positiva del programa del entrenamiento de fuerza es la modificación del tipo de fibra muscular (51, 200). La adaptación más consistente del tipo de la fibra, en respuesta a los programas de entrenamiento, es la reducción en la distribución del tipo de fibra IIx, con el incremento concomitante de la distribución de las del tipo IIa, en especial, si el entrenamiento es láctico anaeróbico (27, 79, 172, 200). Los resultados de estos estudios pudieran estar distorsionados por las técnicas analíticas utilizadas. Pero nuevas técnicas analíticas sugieren que los músculos muestran incluso una mayor plasticidad y, por tanto, pueden expresar mayores modificaciones en respuesta al entrenamiento o al desentrenamiento (60, 124, 191, 200).

Investigaciones contemporáneas han examinado el contenido de la **cadena pesada de la miosina** (MHC *myosin heavy chain*) en la composición muscular (51, 53, 124, 200). Esta cadena está estrechamente asociada con los métodos clásicos de tipificación de las fibras (53). Sin embargo, la literatura actual revela que, además de las categorías de MHC (tipo I, tipo IIa y tipo IIx), existe un grupo de fibras híbridas (tipo I/IIa, tipo I/IIa/IIx y tipo IIa/IIx). Este grupo de híbridos pueden modificarse por el entrenamiento de fuerza (200), el entrenamiento de la resistencia (191) y el reposo en cama (60). Cuando este grupo se modifica, puede cambiar el porcentaje de fibras del tipo IIx, IIa, o I, lo que explica parcialmente la diferente composición en el tipo de fibra de los deportistas de la fuerza (tabla 10.1).

TABLA 10.1 Distribuciones del tipo de fibra de varios deportistas que entrenan la fuerza

Población	Distribución del tipo de fibra (%)			
	I	IIa	IIx	Híbridos
Jóvenes activos de ocio (39, 172, 203)	41	33	6	20
Hombres que entrenan la fuerza (9, 172, 203, 205)	34	58	<1	8
Mujeres que entrenan la fuerza (205)	35	53	<1	12
Culturistas (39)	27	47	9	17
Halterófilos (58)	35	64	1	ND

ND = no disponible.

Nota: todos los porcentajes se basan en los datos de la cadena pesada de la miosina.

Tipo de fuerza

Pueden objetivarse diferentes tipos de fuerza dentro de un programa de entrenamiento de fuerza. Comprender las relaciones entre esta y las características de rendimiento del deporte permitirá al entrenador construir programas de entrenamiento que transfieran el desarrollo de la fuerza a ganancias de rendimiento. Algunos tipos de fuerza que deben considerarse son los siguientes:

- **Fuerza general:** La **fuerza general** se refiere a la de todo el sistema muscular. Es el fundamento del programa de la fuerza que debe desarrollarse para conseguir el máximo

rendimiento. Los entrenadores deben centrarse en ella en la fase preparatoria o durante los primeros años de entrenamiento de un deportista principiante. Si no se desarrolla adecuadamente, los progresos del deportista pueden verse interrumpidos.

- **Fuerza específica:** La **fuerza específica** se relaciona con los esquemas motores de los grupos musculares esenciales para la actividad deportiva, así como también con su ergogénesis. Por lo general, los deportistas trabajan la fuerza específica al final de la fase preparatoria.
- **Potencia:** La **potencia** es la capacidad para desarrollar fuerza rápidamente y a gran velocidad. Es esencial en la mayoría de los deportes, en especial en el atletismo, en los de equipo y en los de raqueta. Este tipo de fuerza se desarrolla preferentemente durante la fase de preparación específica y dentro de la fase competitiva del entrenamiento.
- **Fuerza máxima:** La **fuerza máxima** es la mayor tensión que el sistema neuromuscular puede generar durante una contracción voluntaria máxima. Esta fuerza se demuestra en la carga que un deportista puede levantar en una sola vez. La fuerza máxima se ha relacionado con factores tales como la resistencia muscular, el rendimiento en el levantamiento de peso y la velocidad.
- **Resistencia muscular:** La **resistencia muscular** es la capacidad del sistema neuromuscular para producir fuerza de forma repetitiva durante amplios períodos de tiempo. El número total de repeticiones que se puede levantar con una carga específica es un marcador de la resistencia muscular.
- **Fuerza absoluta:** La **fuerza absoluta** es la cantidad de fuerza que puede generarse independientemente del peso corporal. En algunos deportes (lanzamiento de peso, fútbol americano, o la categoría de peso super-alta en los luchadores o halterófilos), el deportista debe conseguir niveles muy elevados de fuerza muscular. Esta capacidad se puede medir con el test de la repetición máxima (una repetición máxima). Es necesario conocer la capacidad máxima del deportista para calcular las cargas de entrenamiento dentro de un sistema de periodización del entrenamiento.
- **Fuerza relativa:** La **fuerza relativa** es la proporción entre la fuerza máxima de un deportista y su peso corporal. Para evaluar esta proporción, se calcula la fuerza absoluta del deportista y se divide por su peso corporal (178).

Métodos de entrenamiento de fuerza

Entrenar la fuerza implica utilizar varias cargas y métodos para desarrollar la fuerza y la potencia musculares. En función de las metas del programa, pueden utilizarse diferentes métodos para aplicar resistencia (ver «Métodos de aplicación del entrenamiento de fuerza»). Los métodos preferibles son los que combinan el uso de pesos libres con otros métodos, como la pliometría, el trabajo con balón medicinal y el entrenamiento de la agilidad. La utilización de ejercicios multiarticulares, que impliquen grandes masas musculares (por ejemplo, cargadas, tracciones de brazos, sentadillas), proporcionará una gran transferencia a los eventos deportivos del atleta, comparados con los ejercicios monoarticulares y con pequeñas masas musculares.

Cuando se diseña un programa de entrenamiento de fuerza, el entrenador debe considerar el concepto de la sobrecarga progresiva. En ella, la estructura de la carga se modifica cuando el músculo se ha adaptado al estímulo del entrenamiento (49). La sobrecarga progresiva puede llevarse a cabo manipulando muchas variables del entrenamiento, como el cambio de las cargas utilizadas, la modificación del número de repeticiones o series del programa, la variación de la frecuencia del entrenamiento, la modificación de los intervalos de descanso entre series y repeticiones y el cambio de ejercicios en el programa.

Métodos de aplicación del entrenamiento de fuerza

- **Peso corporal:** El propio peso corporal puede utilizarse como resistencia para incrementar la fuerza debido a la acción de la fuerza de gravedad. Los ejercicios con el peso corporal incluyen una amplia variedad en la que todos utilizan el cuerpo como carga de resistencia. Algunos ejemplos son los fondos, las dominadas con agarre prono, las dominadas con agarre supino, los hundimientos y los saltos de escalón.
- **Bandas elásticas:** Cuando se estiran, las bandas elásticas pueden crear fuerzas de resistencia. Un posible problema de estos elementos de entrenamiento es que, cuando se incrementa la fuerza que se ejerce contra la banda elástica, la resistencia se hace cada vez mayor y el movimiento progresivamente más lento (83). En actividades como el salto, estos elementos exigen menos fuerza en la iniciación del salto y más cuando el deportista ha abandonado el terreno, lo cual no corresponde a la pauta del sistema de cargas que típicamente se sigue en este deporte. Igualmente, dado que la resistencia de las bandas se incrementa a medida que el deportista las estira, también se impide la aceleración, que es esencial en el deporte. Por el contrario, al utilizar chalecos lastrados, o saltar con pesos libres, la fuerza es consistente a lo largo de todo el movimiento, lo cual se traduce en mejor rendimiento deportivo, siendo una práctica de entrenamiento más efectiva (83). Las únicas aplicaciones de las bandas elásticas en el entrenamiento deportivo son en los deportes acuáticos, ya que imitan el incremento de la resistencia que encuentra el brazo del nadador o el remo del remero cuando entra profundamente en el agua, o como herramienta para acomodar la resistencia en los ejercicios de fuerza utilizados en el entrenamiento de potencia, si no se emplean métodos balísticos.
- **Implementos pesados:** Entre estos se incluyen los balones medicinales, los balones de potencia, las *kettlebells* y los sacos de arena. La fuerza de resistencia se crea fundamentalmente por la fuerza de gravedad.
- **Máquinas con columnas de peso:** La resistencia de las máquinas con columnas de peso la proporciona la acción de la gravedad. La dirección de la fuerza se controla mediante el uso de poleas, cables, levas y engranajes. Se ha sugerido que tales máquinas no se ajustan a los esquemas de la curva de fuerza humana (83).
- **Máquinas de resistencia neumática:** Estas máquinas crean una fuerza de resistencia moviendo el cuerpo o el aparato a través de un fluido, haciendo que este traspase un objeto, moviendo el fluido alrededor de un objeto o haciendo que se mueva a través de un orificio (83). El fluido utilizado puede ser tanto líquido como gas. Un problema de estos aparatos de resistencia es que no proporcionan acciones musculares excéntricas ni aceleración, lo cual limita su efectividad (20, 83).
- **Pesos libres:** Los pesos libres, como las mancuernas y las barras, se consideran el modelo de referencia estándar del entrenamiento de fuerza. Son los que más se emparejan con la curva de la fuerza humana (83, 174), utilizando la gravedad para generar las fuerzas de resistencia.
- **Isometría:** Los métodos isométricos aplican fuerzas de resistencia de tal forma que la fuerza de contracción iguala a la fuerza de resistencia. Un ejemplo de una acción muscular isométrica es empujar con fuerza máxima contra un objeto que no puede moverse.

En los últimos años, algunos fabricantes de equipamiento para entrenar han comercializado muchos aparatos que forman parte del entrenamiento deportivo efectivo: desde implementos para el entrenamiento del equilibrio (por ejemplo, las esferas BOSU) hasta aparatos y máquinas que utilizan bandas elásticas de resistencia. Bajo el reclamo del entrenamiento moderno, se han promocionado ampliamente en el mercado algunos aparatos que inducen a error a muchos entrenadores novatos. La exageración llega a tales extremos como para sugerir que incluso para calentar, o hacer algunos ejercicios de flexibilidad (por ejemplo, vallas), ¡el deportista necesita comprar un nuevo aparato! Muchos de ellos son muy ineficaces y deterioran el presupuesto de la mayoría de los clubs deportivos.

Manipulación de las variables del entrenamiento

Un programa efectivo de entrenamiento de fuerza manipulará sistemática y periódicamente muchos factores de entrenamiento. Los entrenadores pueden optimizar el plan de trabajo manejando metódicamente el volumen y la intensidad del entrenamiento. Al comienzo del plan, durante la fase preparatoria, el volumen será elevado y la intensidad más baja, minimizando el entrenamiento específico del deporte. Cuando el deportista se acerca a la fase competitiva, se disminuye el volumen del entrenamiento y se aumenta la intensidad de trabajo y el entrenamiento específico del deporte. Aunque la manipulación del volumen y la intensidad es extremadamente importante, también lo es manipular otras variables asociadas con el plan de trabajo, como la frecuencia de entrenamiento, el orden de los ejercicios, los intervalos de descanso interseries y la selección de los ejercicios.

Volumen

El volumen del entrenamiento puede cuantificarse como la cantidad de trabajo realizado y puede considerarse como las horas de entrenamiento total, el número de kilos levantados, las **toneladas métricas** o **toneladas cortas** levantadas por sesión de entrenamiento, fase de entrenamiento o año, y el número de series y repeticiones completadas. En la literatura, el volumen se representa tradicionalmente en toneladas métricas. Una tonelada métrica equivale a 1.000 kg, mientras que una tonelada corta a 1.102,3 kg. El volumen de la sesión de entrenamiento se calcula multiplicando el peso levantado por el número de series y repeticiones, y su producto equivale al volumen de la carga (tabla 10.2).

TABLA 10.2 Ejemplo del cálculo de volumen

Ejercicios	Series	Repeticiones	Carga (kg)	Volumen de carga (kg)	Toneladas métricas	Toneladas cortas
Cargada de potencia	3	× 5	125	1,875	1.875	1.701
Sentadilla	3	× 5	160	2,400	2.400	2.177
Cargada con agarre de peso muerto rumano	3	× 5	140	2,100	2.100	1.905
			Total	6,375	6.375	5.783

Para calcular el número de toneladas métricas, dividir la carga de volumen por 1.000. Para calcular el número de toneladas cortas, dividir el volumen de carga por 1.102,3.

En los levantadores de élite, la carga aproximada de trabajo total del plan de entrenamiento anual puede ser de 3.726 toneladas métricas (7), con 2.789 toneladas en la fase preparatoria y 937 en la fase competitiva. El número de toneladas métricas de una sesión de entrenamiento depende del deporte en el que se entrena el deportista, su estado de desarrollo y la fase de entrenamiento. A medida que este está más desarrollado, puede tolerar sesiones de entrenamiento más fuertes o microciclos con mayor volumen de carga. Es habitual que en un microciclo los levantadores entrenen con 10 a 60 toneladas (7, 45). El volumen del microciclo puede variar drásticamente, en función del deporte y la fase de entrenamiento (tabla 10.3).

TABLA 10.3 Volumen sugerido en toneladas métricas para un entrenamiento anual de la fuerza

Deporte o evento	Volumen por microciclo			Volumen por año	
	Preparatoria	Competitiva	De transición	Mínimo	Máximo
Baloncesto	12-24	4-6	2	450	850
Béisbol y críquet	20-30	8-10	2-4	900	1.450
Boxeo y artes marciales	8-14	3	1	380	500
Ciclismo	16-22	8-10	2-4	600	950
Esprintar	10-18	4	2	400	600
Esquí de eslalon	18-36	6-10	2-4	700	1.250
Fútbol	30-40	10-12	6	900	1.400
Gimnasia	10-16	4	4	380	600
Golf	4-6	2	1	250	300
Hockey sobre hielo	15-25	6-8	2-4	600	950
Jabalina	12-24	4	2	450	800
Lacrosse	14-22	4-8	2-4	500	900
Lanzamiento de peso	24-40	8-12	4-6	900	1.450
Lucha	20-30	10	4	800	1.200
Natación	20	8-10	2-4	700	1.200
Patinaje artístico	8-12	2-4	2	350	550
Patinaje de velocidad	14-26	4-6	2-4	500	930
Piragüismo	20-40	10-12	4	900	1.200
Remo	30-40	10-12	4	900	1.200
Rugby	10-20	4-6	4	320	600
Salto de altura	16-28	8-10	2-4	620	1.000
Saltos	20-30	8-10	2	800	1.200
Squash	8-12	4	4	350	550
Tenis	8-12	2-4	2	350	550
Triatlón	16-20	8-10	2-4	600	1.000
Voleibol	12-20	4	2	450	600

Adaptado con permiso de T. O. Bumpa y M. C. Carrera, 2005, *Periodization training for sports*, 2.ª ed. (Champaign, IL: Human Kinetics), 65.

Intensidad de entrenamiento

La **intensidad de entrenamiento**, o carga, se relaciona con la cantidad de peso o resistencia que se está utilizando. La de una sesión de trabajo puede calcularse dividiendo el volumen de la carga por el número total de repeticiones completadas.

La carga utilizada en el entrenamiento de fuerza se expresa mejor como porcentaje de una repetición máxima (1RM) (111). Algunos técnicos de la fuerza y el acondicionamiento recomiendan utilizar repeticiones hasta el fallo, con repeticiones en la zona máxima (por ejemplo, 1-3RM, 8-12RM o 13-15RM), como método para determinar la intensidad de entrenamiento (27, 49). Sin embargo, se ha cuestionado severamente utilizar el entrenamiento hasta el fallo en el desarrollo de la fuerza máxima, señalándose que no es el método óptimo de carga en el entrenamiento de fuerza (20, 102, 144, 173). Esta afirmación se basa en estudios de Izquierdo y colaboradores (102), quienes sugirieron que entrenar hasta el fallo provoca menos mejoras en la fuerza muscular que hacerlo sin llegar a él. Otro apoyo adicional a este argumento lo ofrecieron Peterson y colaboradores (144), que, en un metaanálisis, mostraron claramente que entrenar hasta el fallo no maximiza las ganancias de fuerza. Por tanto, parece que es mejor determinar la carga como el porcentaje de 1RM.

Examinar los diferentes porcentajes de 1RM puede ayudar a crear una estructura de carga (tabla 10.4). En esta estructura, las zonas de intensidad de carga (figura 10.7) pueden cuantificarse relacionándolas con el énfasis sobre la resistencia muscular, la generación de potencia y la fuerza máxima. Es más probable que se enfatice la fuerza máxima con cargas del 70 % de 1RM o mayores, en tanto que la resistencia muscular se acentúa con cargas entre el 20 y el 50 % de 1RM. La potencia muscular parece que es máxima entre el 30 y el 80 % de 1RM, en función del ejercicio en cuestión (110).

Las intensidades entre el 100 y el 125 % de 1RM se clasifican como cargas super-máximas; los deportistas pueden utilizarlas cuando emplean sobrecargas excéntricas o técnicas de repetición forzada (42). Aunque la sobrecarga excéntrica, o el entrenamiento con repeticiones forzadas, parece tener un lugar en el entrenamiento de fuerza, puede que no produzca incrementos significativos de fuerza muscular en comparación con el entrenamiento regular (42). Las cargas super-máximas deben intentarse solo en deportistas altamente entrenados en fuerza y utilizarse con poca frecuencia.

El entrenamiento con cargas de rangos entre el 90 y el 100 % de 1RM se clasifican como cargas máximas. El rango de cargas fuertes se encuentra en intensidades desde el 80 al 90 % de 1RM. Las cargas entre el 70 y el 80 % de 1RM pueden clasificarse de intensidad medio fuerte; las cargas entre el 50 y el 70 % se clasifican como de intensidad media y las cargas entre el 20 y el 50 % como de baja intensidad. La gran mayoría de las cargas deben estar entre las intensidades medias y medio fuertes (del 50 al 80 % de 1RM). Esto puede observarse en el desglose de las cargas de entrenamiento que utilizan los levantadores de peso: baja = 8 %, media = 59 %, fuerte = 26 % y máxima el 7 % (207). Las cargas de entrenamiento

TABLA 10.4 Zonas de intensidad para el entrenamiento de fuerza

Zona de intensidad	Carga	Intensidad (% de 1RM)	Acción muscular
1	Supermáxima	>100	Sobrecarga excéntrica/ isométrica
2	Máxima	90-100	Concéntrica/excéntrica
3	Fuerte	80-90	Concéntrica/excéntrica
4	Medio fuerte	70-80	Concéntrica/excéntrica
5	Media	50-70	Concéntrica/excéntrica
6	Baja	20-50	Concéntrica/excéntrica

Adaptado con permiso de T. O. Bompa y M. C. Carrera, 2005, *Periodization training for sports*, 2.ª ed. (Champaign, IL: Human Kinetics), 66.

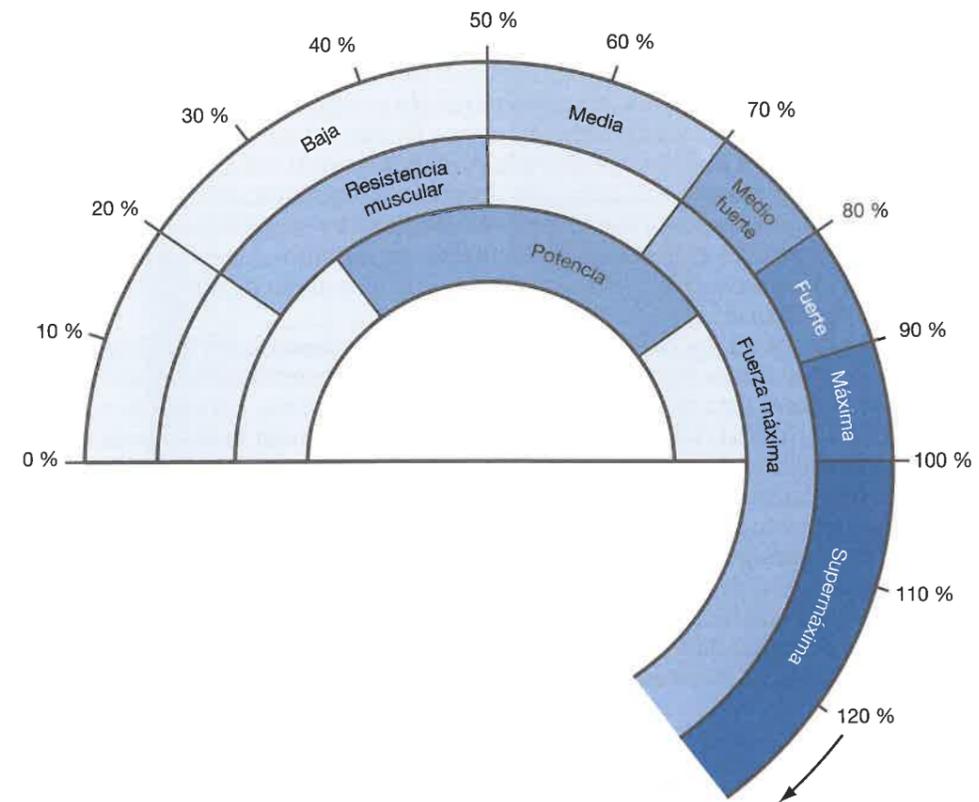


FIGURA 10.7 Magnitud de la carga y habilidades desarrolladas con cargas diferentes.

pueden variar en función de la fase de entrenamiento y la estructura de carga utilizada.

Repeticiones

Por lo general, el número de repeticiones que pueden realizarse está en función de la carga utilizada (tabla 10.5). Cuanto mayor sea esta, menor será el número de repeticiones que pueden hacerse. Sin embargo, es difícil hacer una conexión definitiva entre el porcentaje de 1RM y el número de repeticiones que pueden realizarse, ya que parece que el estatus de entrenamiento, la masa muscular implicada, el género y el tipo de ejercicio, pueden modificar el número de repeticiones que pueden realizarse con una carga dada. Por ejemplo, Shimano y colaboradores (167) informaron que, individuos no entrenados, con el 60 % de 1RM, podían realizar $35,9 \pm 13,4$ repeticiones en la sentadilla posterior, $21,6 \pm 4,2$ en el *press* de banca y $17,2 \pm 3,7$ en el *curl* de brazos. Por el contrario, los individuos entrenados realizaron $29,9 \pm 7,4$ repeticiones en la sentadilla posterior, $21,7 \pm 3,8$ en el *press* de banca y $19,0 \pm 2,9$ en el *curl* de brazos, con cargas de entrenamiento del 60 % de 1RM. Hoeger y colaboradores (88) señalaron que el tipo de ejercicio, el estatus de entrenamiento

TABLA 10.5 Relación carga-repeticiones para un deportista de potencia

Porcentaje de 1RM	Número de repeticiones
100	1
95	2
90	3
85	5
80	6
75	8-10
70	12-15
65	15-20
60	20-25
50	30-50
40	50-100
30	100+

y el género generaban diferencias en el número de repeticiones que podían realizarse con diferentes porcentajes de 1RM. Por ejemplo, con una intensidad del 40 % de 1RM, varones no entrenados realizaron $80,1 \pm 47,9$ repeticiones en el *press* de piernas y $34,9 \pm 8,8$ en la máquina de *press* de banca. Cuando el mismo protocolo se repitió con mujeres no entrenadas, estas realizaron $83,6 \pm 38,6$ repeticiones en el *press* de pierna y no se realizó ninguna en el *press* de banca, debido a que la carga no pudo configurarse en la máquina. Para determinar cuántas repeticiones pueden realizarse con diferentes porcentajes de 1RM, el entrenador debe considerar el estatus de entrenamiento del deportista y su género, la masa muscular implicada y el modo del entrenamiento de fuerza. En términos generales, cuanto mayor sea la eficiencia neuromuscular del sujeto menor será el número de repeticiones posibles en un porcentaje dado de 1RM.

El esquema de repetición utilizado es resultado de las adaptaciones fisiológicas específicas (27). Como se ilustra en la figura 10.8, los esquemas de repeticiones bajas (1-6 repeticiones) son mejores para desarrollar la fuerza muscular máxima. Un elevado número de repeticiones (más de 15) parece ser más adecuado para estimular la resistencia muscular (15, 27). La resistencia de alta intensidad (de corta duración) parece que mejora con un esquema de repetición de entre 15 y 30 (27, 49), mientras que la resistencia de baja intensidad (de larga duración) mejora con más de 50 repeticiones (27). Las adaptaciones basadas en la potencia se consiguen mejor con esquemas de bajas repeticiones (1-10 repeticiones), dependiendo de la fase de entrenamiento. Debe seleccionarse el esquema de las repeticiones basándose en las metas de la fase de entrenamiento y en el esquema de carga que se utiliza. En un plan de periodización del entrenamiento, el esquema de repeticiones se manipula para facilitar las adaptaciones específicas.

Buffer

El número de repeticiones por serie está muy unido al porcentaje de 1RM utilizado y con el *buffer* deseado. El *buffer* es la diferencia entre el porcentaje de 1RM necesarias para llegar al fallo con el número de repeticiones realizadas en una serie con el porcentaje de 1RM realmente utilizado en dicho número de repeticiones. Por ejemplo, realizar una serie de repeticiones con el 80 % de 1RM equivale a un *buffer* del 10 %, cuando tres repeticiones hasta el fallo necesitan un porcentaje del 90 % de 1RM. Un *buffer* elevado permite que el deportista haga la repetición técnicamente más correcta (dado que la carga es menos exigente) y los movimientos concéntricos más explosivos; también produce una menor fatiga residual. Por tanto, las series con un *buffer* elevado se utilizan especialmente para el trabajo de coordinación intramuscular (técnica), el desarrollo de la potencia y durante los microciclos de descarga.

Durante el macrociclo, el entrenador puede disminuir el *buffer* incrementando la intensidad y manteniendo el mismo número de repeticiones. Con ello logra que cada sesión de trabajo sea progresivamente más dura con el mismo número de series y repeticiones (método preferido para el desarrollo de la fuerza máxima, figura 10.9). También puede mantener igual el *buffer* incrementando o disminuyendo uno u otro parámetro. Por lo general, el entrenador no lo modifica durante el macrociclo. En el microciclo de descarga o de pico de rendimiento, aumenta el *buffer* reduciendo las repeticiones por serie, a la vez que mantiene, o solo reduce ligeramente, la intensidad.

Como presenta la figura 10.10, el *buffer* 0 significa que se tiende hacia el fallo concéntrico, modalidad preferida de entrenamiento para la hipertrofia (culturismo). Haciendo múltiples series de 1 a 3 repeticiones hasta el fallo, o cerca del fallo (*buffer* del 5 %), se producen ganancias en la fuerza relativa, lo cual supone el incremento de la fuerza sin acompañarlo de un aumento de peso corporal. Llegar al fallo, o estar cerca de él, durante un poco más de tiempo bajo tensión por serie de 3 a 6 repeticiones, generará ganancias de fuerza absoluta, es decir, tanto de fuerza como de volumen muscular. Realizar series de 1 a 3 repeticiones con un *buffer* del 10 al 20 %, incrementará tanto la fuerza máxima como la potencia con

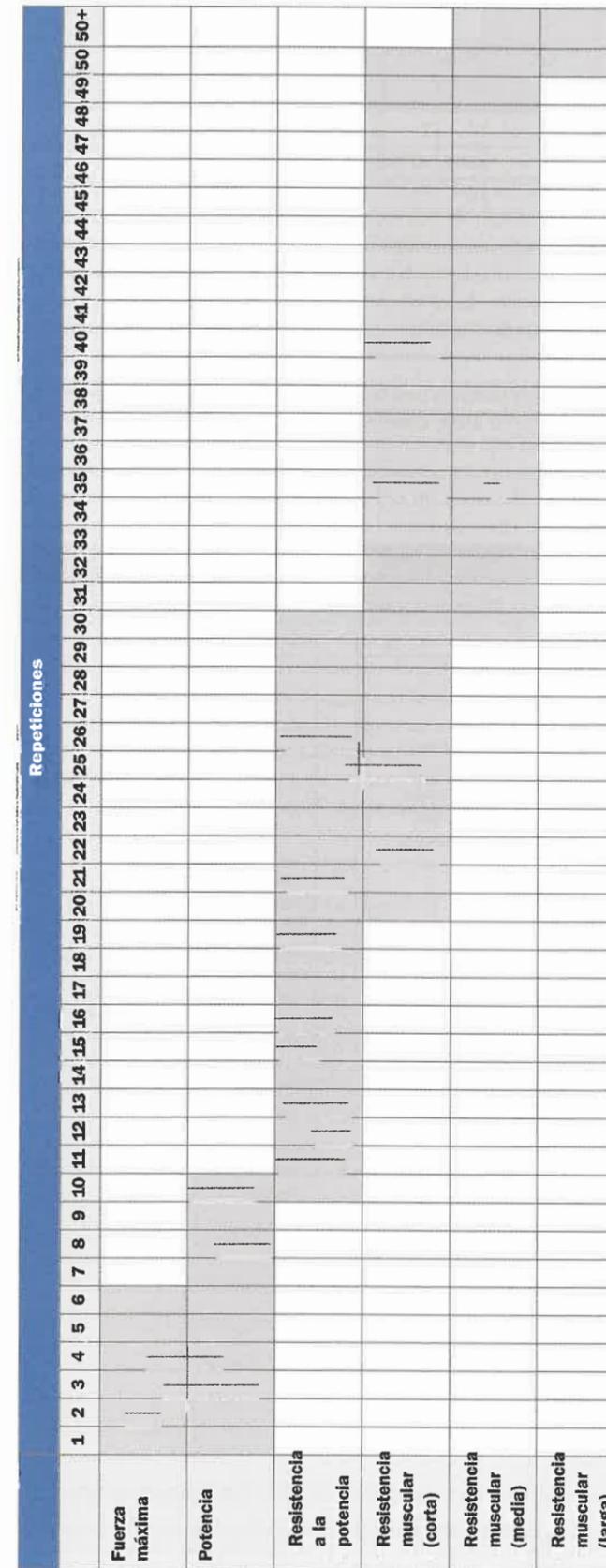


FIGURA 10.8 Número de repeticiones que se requieren para desarrollar varios tipos de fuerza.

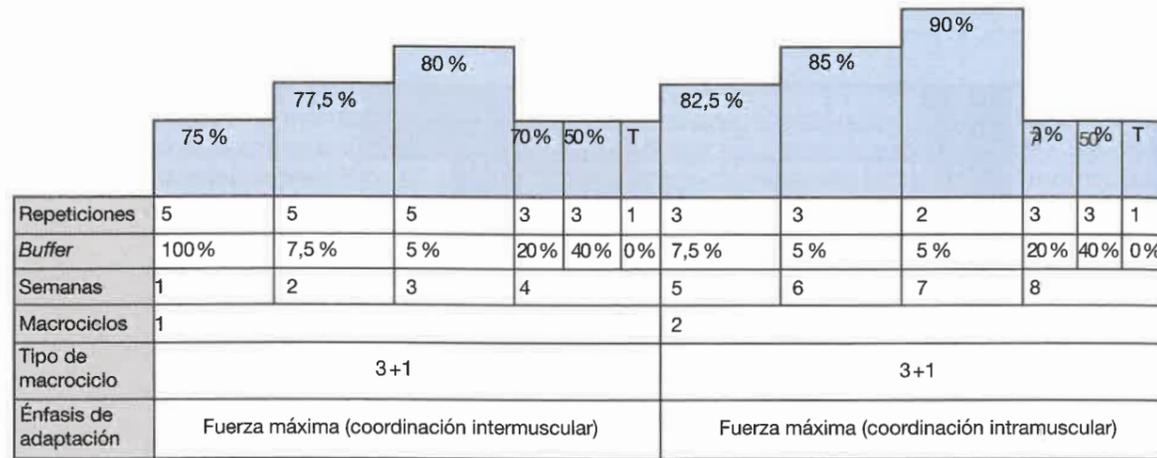


FIGURA 10.9 Progresión sugerida de cargas durante una fase de fuerza máxima de 8 semanas (la última parte de la semana de descarga se dedica a calcular la 1RM, que será la base para el siguiente ciclo).
T = fuerza máxima en los test.

	% 1RM	Buffer									
		0%	5%	10%	15%	20%	25-40%				
Coordinación intramuscular	100	1*	Fuerza relativa								
	95	2	Fuerza relativa	1*	Fuerza relativa						
	90	3	Fuerza absoluta/relativa	2		1*	Fuerza y potencia máximas (cargas elevadas)				
	85	5	Fuerza absoluta	3	Fuerza absoluta/relativa	2		1*	Fuerza y potencia máximas (cargas elevadas)		
Coordinación intermuscular	80	6		5	Fuerza absoluta	3		2			
	75	8	Hipertrofia	6	Fuerza absoluta	5	Fuerza absoluta	3	1*	Fuerza y potencia máximas (cargas elevadas)	
	70	12						5	Fuerza absoluta	3	
	65									3*	Coordinación intermuscular y potencia (cargas bajas)
	60									3-5	
	55									3-5	
	50									3-6	

*Los números de esta columna se refieren al número de repeticiones.

FIGURA 10.10 Relación entre la carga (porcentaje de 1RM), las repeticiones, el buffer y el resultado del efecto de entrenamiento. Reproducido con permiso de T. O. Bompa y C. Buzzichelli, 2015, *Periodization training for sports*, 3.ª ed. (Champaign, IL: Human Kinetics) 115.

cargas elevadas (por ejemplo, fuerza-velocidad). Hacer de 3 a 6 repeticiones con un *buffer* del 25 al 40 %, aumentará tanto la fuerza máxima, por la vía de la mejora de la coordinación intermuscular, como la potencia con cargas bajas.

La velocidad de la barra

La potencia es el ingrediente fundamental de todos los deportes que requieren un alto porcentaje de fuerza, velocidad y agilidad. Entre los deportes en los que predominan la velocidad y la potencia se incluye el esprint, el salto y los lanzamientos en atletismo, los deportes de equipo, los deportes de raqueta, la gimnasia, el salto de trampolín y las artes marciales. Si un deportista desea incrementar su nivel de rendimiento, tiene que mejorar su potencia. Por supuesto, esta es el ingrediente principal necesario para producir rapidez, velocidad y agilidad en el deportista.

Todo incremento de la potencia es resultado de la mejora tanto de la fuerza como de la velocidad, o de la combinación de ambas. Un deportista puede ser muy fuerte pero incapaz de mostrar potencia, si es incapaz de contraer sus fuertes músculos en un corto período de tiempo. Para superar esta deficiencia, debe implicarse en un entrenamiento de la potencia para mejorar su velocidad al desarrollar fuerza. De igual modo, en un deporte que requiera resistencia a la potencia o resistencia muscular, el rendimiento dependerá de la habilidad del competidor para mantener la producción de potencia más elevada durante todo el evento.

Hoy día es posible medir fácilmente la producción de potencia de cada repetición de la sesión de entrenamiento de fuerza gracias al fácil acceso a herramientas de monitorización que utilizan la tecnología del acelerómetro con giroscopio. Dichos aparatos miden el pico y la velocidad media, así como también el pico y la producción media de potencia, de cada repetición de una serie. Eso ha supuesto un gran avance para la monitorización del entrenamiento de fuerza.

La tabla 10.6 proporciona indicaciones sobre la velocidad promedio de algunos levantamientos de la fuerza (sentadilla, *press* de banca, peso muerto, dominadas), de acuerdo con el efecto de entrenamiento deseado. En la tabla 10.7, se indican las de los levantamientos olímpicos.

TABLA 10.6 Indicaciones sobre la velocidad promedio de los levantamientos de fuerza

Velocidad promedio (m/s)	Utilización indicada
0,1-0,2	Velocidad máxima de una repetición
0,3-0,4	Desarrollo de la fuerza máxima (coordinación intramuscular) Mantenimiento de la fuerza máxima durante la fase competitiva (día de carga fuerte), al menos 2 semanas a partir de la competición
0,4-0,5	Desarrollo de la fuerza máxima (coordinación intramuscular) Entrenamiento de potenciación postactivación, 6-24 h antes de la competición
0,5-0,6	Desarrollo de la fuerza máxima (coordinación intermuscular) Mantenimiento de la fuerza máxima (día de carga fuerte)
0,6-0,7	Desarrollo de la fuerza máxima (coordinación intermuscular) Mantenimiento de la potencia (cargas elevadas) durante la fase competitiva Mantenimiento de la fuerza máxima (día de carga media)
0,8-0,9	Desarrollo de la potencia
0,9+	Desarrollo de la potencia Mantenimiento de la fuerza, 48-72 h antes de una competición importante (<i>tapering</i>)

TABLA 10.7 Picos de velocidad indicados para los levantamientos olímpicos

Levantamiento olímpico	Pico de velocidad (m/s)
Cargada	1,8-2,0
Arrancada	2,4-2,8

El acelerómetro puede utilizarse como una herramienta para monitorizar el entrenamiento de la potencia, permitiendo al deportista reducir las repeticiones dentro de la serie, y la serie de un ejercicio dentro de una sesión, siempre que se haga evidente una caída marcada en la producción de potencia. También puede utilizarse como test, tanto de la potencia absoluta (pico de velocidad para ejercicios balísticos y levantamientos olímpicos, velocidad promedio en los levantamientos de fuerza), como de la estabilidad en la producción de potencia, de la resistencia a la potencia y de los objetivos marcados de resistencia muscular. El acelerómetro también puede utilizarse como carga interna, o como aparato de monitorización de la fatiga residual del sistema nervioso central; por ejemplo, puede utilizarse en el test del salto antes de la sesión de entrenamiento, o monitorizar la producción de potencia durante las series de calentamiento del entrenamiento de fuerza y, a continuación, comparar los datos con los mejores resultados de la temporada.

Series

Tradicionalmente, una serie consiste en varias repeticiones realizadas sin interrupción, seguidas de un intervalo de descanso. Un programa de entrenamiento con una sola serie es insuficiente para proporcionar cualquier mejora visible de la fuerza. Por ello, tanto en deportistas como en no deportistas, para mejorar significativamente sus adaptaciones y, consecuentemente, mejorar su fuerza, es necesario un protocolo de series múltiples (144, 151). Peterson y colaboradores (144) aportaron varios datos dosis-respuesta, que sugerían que los protocolos con una sola serie ofrecían estímulos mínimos para ganar fuerza, y afirmaron que eran necesarias entre 4 y 8 series para optimizar las ganancias de fuerza inducidas por el entrenamiento. Rhea y colaboradores (151) también señalaron que era preciso un mínimo de tres series para maximizar las ganancias de fuerza, tanto en individuos entrenados como en no entrenados. La literatura indica que los no entrenados obtienen un mayor beneficio con 3 o 4 series, mientras que los entrenados ganan sus mayores adaptaciones entre 4 y 8 series (144, 151). Por tanto, cuando los técnicos elaboran un programa de entrenamiento, deben tener en cuenta el estatus de entrenamiento del individuo; los deportistas altamente entrenados son capaces de resistir, y beneficiarse de, un mayor número de series. Cuantas más series pueda tolerar, mayor será el estímulo para sus adaptaciones y mayores serán sus ganancias de fuerza.

Independientemente de cómo se configura la serie, la fase de entrenamiento dictará su composición. Por ejemplo, durante la fase preparatoria, cuando se realizan más ejercicios y un mayor número de repeticiones, deben hacerse menos series. Cuando se aproxima la fase competitiva, disminuirá el número de ejercicios mientras que, por lo general, el de las series aumenta. Durante la fase competitiva disminuirán tanto el número de repeticiones como el de series, dado que el deportista tiene que recuperarse y poder centrarse en el entrenamiento táctico y técnico.

Una cuestión especial la presentan los deportes multiplanos (es decir, que se ejercen con movimientos en múltiples planos), como los deportes de equipo, los deportes de contacto y las artes marciales. En estos deportes se ha de emplear un mayor número de ejercicios con un menor número de series por ejercicio para afrontar, por ejemplo, las grandes exigencias de fuerza tanto en el plano sagital como en los planos frontal y transversal.

Intervalos de descanso interseries

Los intervalos de descanso entre las series se programan en función de la carga que se utiliza, la meta del plan de trabajo, el tipo de fuerza que se está desarrollando y el grado de explosividad de los ejercicios (20). El intervalo de descanso debe ser lo suficientemente largo como para permitir la recuperación del adenosín trifosfato (ATP) y la fosfocreatina (PCr), la eliminación de los sustratos inducidos por la fatiga y la recuperación de la capacidad para generar fuerza (199).

El tiempo prescrito para los intervalos de descanso interseries juega un papel distinto en la reposición de los sustratos utilizados durante la serie. Después de 30 segundos de descanso, se ha restablecido el 70 % de ATP, aunque su resíntesis completa no se produce hasta pasados de 3 a 5 minutos de descanso (97). Se necesitan dos minutos de descanso para recuperar aproximadamente el 84 % de la PCr, 4 minutos para reponer el 89 % de sus depósitos y 8 minutos para completar su recuperación (85, 97, 98). Por tanto, durante el entrenamiento de elevado volumen, los intervalos de descanso de menos de un minuto puede que no sean suficientemente largos para permitir la recuperación de los sustratos, dando como resultado una recuperación inadecuada (199). Se ha demostrado que la capacidad para generar fuerza y potencia se restablece, casi por completo, tras 2 a 5 minutos de recuperación entre series (4, 18, 155). Por el contrario, cuando la recuperación entre series es de menos de un minuto, puede disminuir la capacidad de generar fuerza y potencia entre un 12 y un 44 % (4, 145, 181). Estos datos indican que, cuando el deportista pretende maximizar su capacidad para generar fuerza y potencia, deben evitarse los períodos de recuperación cortos (<1 min) estableciendo períodos de recuperación más largos (2 a 5 min).

Claramente, los intervalos cortos de descanso no permiten la recuperación suficiente para mantener intensidades de trabajo durante muchas series, y no son una ventaja para el deportista que intenta maximizar su fuerza muscular y potencia (199). Sin embargo, cuando el programa de entrenamiento de fuerza se diseña para enfatizar la resistencia muscular, los intervalos de descanso cortos pueden ser ventajosos. Es posible que cuando estos intervalos de descanso cortos se unan a volúmenes de entrenamiento elevados, las adaptaciones fisiológicas que se producen faciliten el rendimiento de la resistencia. Estas adaptaciones pueden incluir los incrementos en la densidad capilar, la densidad mitocondrial y la capacidad tampón (199).

También se ha sugerido que los programas con intervalos de descanso cortos provocan una respuesta hormonal significativa que proporciona un mayor estímulo para mejorar la composición corporal (64, 129, 199). En particular, parece que, cuando se incluyen intervalos de descanso cortos en un programa de entrenamiento de fuerza con muchas repeticiones (aproximadamente, 10 repeticiones) y cargas moderadas, se libera mayor cantidad de **hormona del crecimiento** (64, 118, 129). Los intervalos de descanso cortos no permiten una recuperación completa, por lo que disminuyen la carga de trabajo total que el deportista puede desarrollar. Frobese y colaboradores (52) sugirieron que el trabajo realizado (es decir, el tonelaje o el volumen de carga) es el estímulo principal para la hipertrofia muscular. Por tanto, dependiendo de la habilidad del deportista para recuperarse, pueden utilizarse intervalos de descanso de diferente duración cuando el objetivo del deportista sea la hipertrofia muscular.

Orden de los ejercicios

En un programa de entrenamiento de fuerza, el orden de los ejercicios puede influir significativamente en la efectividad de la sesión de trabajo. Los ejercicios multiarticulares, y que emplean grandes masas musculares, deben situarse al comienzo de la sesión (8, 169), ya que son fundamentales para el desarrollo de la fuerza y han de entrenarse cuando el deportista mantiene una mínima cantidad de fatiga. Tras completar los ejercicios multiarticulares y de grandes masas musculares, debe pasar a ejercicios monoarticulares y que impliquen grupos de músculos más pequeños (8). Por otro lado, se ha sugerido que, para facilitar la recuperación, se tienen que alternar los ejercicios del tren superior con los del tren inferior (197).

Cuando un deportista intenta maximizar su fuerza y la producción de potencia, puede ser ventajoso realizar o bien un ejercicio explosivo (128, 195), o bien uno multiarticular, con gran masa muscular y carga elevada (128), antes de realizar un ejercicio explosivo como un salto o un esprint. Este orden aplica el mecanismo denominado complejo de potenciación postactivación. Los complejos postactivación han demostrado que aumentan significativamente la producción de fuerza por unidad de tiempo (RFD), la altura del salto (206), la prestación en el esprint (128) y el rendimiento del ciclo de esprintar (171). Sin embargo, si el ejercicio inicial provoca una gran cantidad de fatiga, lo más probable es que el rendimiento empeore durante el segundo ejercicio de la serie (30). El complejo postactivación parece que solo es efectivo cuando lo utilizan individuos altamente entrenados (31). En la literatura científica, hay numerosos ejemplos de complejos de postactivación, y pueden verse algunos de ellos con efectos significativos en el rendimiento en la tabla 10.8. Los complejos de potenciación necesitan tener una actividad con cargas elevadas ($\geq 80\%$ de 1RM), como las sentadillas posteriores con muy pocas repeticiones (entre 1 y 3) realizadas entre 4 y 5 minutos antes de una actividad explosiva, como un salto o un esprint.

TABLA 10.8 Complejos postactivación

Estudio	Complejo postactivación potenciación			Resultados
Chiu <i>et al.</i> (31)	Sentadillas posteriores 5×1 al 90 % de 1RM	18 min de descanso	Sentadillas con salto	Producción de potencia ↑ con saltos al 30 % de 1RM
McBride <i>et al.</i> (128)	Sentadilla posterior 1×3 al 90 % de 1RM	4 min de descanso	40 m esprint	0,87 % ↓ del tiempo de esprint
Smith <i>et al.</i> (171)	Sentadilla posterior 10×1 al 90 % de 1RM	5 min de descanso	10 s test de ciclo del esprint	4,8 % ↑ del porcentaje de producción de potencia
Yetter y Moir (205)	Sentadilla posterior 3× al 70 % de 1RM	4 min de descanso	40 m esprint	2,3 % ↓ del tiempo de esprint
Young <i>et al.</i> (206)	Sentadilla posterior 1× 5RM	4 min de descanso	Salto lastrado con contramovimiento	2,8 % ↑ en la altura del salto

↓ = reducción; ↑ = incremento.

Frecuencia de entrenamiento

Generalmente, la frecuencia de entrenamiento se mide por el número de veces que se entrena un determinado grupo muscular por semana, o con qué frecuencia se entrena todo el cuerpo. Cuanto mayor sea la frecuencia de entrenamiento, mayores serán las ganancias de fuerza. Para un levantador de peso principiante o intermedio, parece que lo idóneo es entrenar todo el cuerpo en cada sesión de entrenamiento 2 o 3 días por semana. Cuando el deportista ya se ha desarrollado, puede ser necesario incrementar la frecuencia de entrenamiento.

La literatura científica sostiene que los deportistas avanzados han de entrenar con mayor frecuencia. Por ejemplo, una serie de jugadores de fútbol americano universitario que entrenaron entre 4 y 5 sesiones por semana, consiguieron aumentos más significativos de fuerza muscular que los que participaron en menos sesiones de trabajo (93). Parece que son necesarias mayores frecuencias de entrenamiento para las adaptaciones de la fuerza muscular máxima (8). Se piensa que se incrementará la calidad del entrenamiento dividiendo su volumen en sesiones cortas, siguiéndolas de períodos de recuperación en los que se suministren suplementos y nutrientes dietéticos. Esto lo apoya el trabajo de Häkkinen y Kallinen (72), quienes demostraron que incrementar la frecuencia del entrenamiento en dos sesiones diarias, incluso manteniendo el volumen, provoca un incremento significativamente

mayor en la hipertrofia muscular y en las adaptaciones neuromusculares, comparado con el conseguido con la frecuencia de una sesión de trabajo al día.

La frecuencia óptima de entrenamiento está determinada por muchos factores: el estatus de entrenamiento, el tipo de fuerza que se necesita, la fase de periodización del plan de entrenamiento y las metas del deportista que influyen en la frecuencia del entrenamiento de fuerza. Por ejemplo, la mayoría de los deportistas entrenan la fuerza para mejorar su rendimiento en otras actividades. Por tanto, pueden realizar entre 2 y 4 sesiones por semana, junto con sus otras actividades de entrenamiento. Cuando se selecciona la frecuencia de entrenamiento hay que considerar la fase en la que se encuentra. Por ejemplo, durante la fase preparatoria, la frecuencia puede ser sustancialmente más elevada que en la última parte de la fase competitiva. En esta, con frecuencia se reduce el número de sesiones con el fin de disminuir progresivamente la intensidad y eliminar la fatiga.

Esquemas de carga

Los esquemas de carga utilizados en los programas de entrenamiento son particularmente importantes ya que estimularán las adaptaciones fisiológicas. Los más efectivos para estimular las ganancias de fuerza máxima son los del tipo piramidal truncado o plano (20). En el piramidal truncado, el deportista comienza con muchas series de calentamiento, y alcanza una carga prescrita con la que realiza todas las series (tabla 10.9). Generalmente, la parte plana de la pirámide alcanza una intensidad entre el 70 y el 90 % de 1RM, en la que el deportista se centra específicamente en su fuerza máxima. Parece que el rendimiento se maximiza cuando la mayor parte del trabajo se realiza con intensidades entre el 70 y el 85 % de 1RM (63, 207). Esto se comprueba en los datos presentados en Zatsiorsky (207), quien mostró que, durante un año de entrenamiento, los levantadores soviéticos trabajaron el 35 % del volumen entre el 70 y el 80 % de 1RM, el 26 % entre el 80 y el 90 % de 1RM y solo el 7 % entre el 90 y el 100 % de 1RM. Por el contrario, Häkkinen y colaboradores (73) expusieron que cuando se incrementa el volumen de entrenamiento del 80 al 90 % de 1RM, y del 90 al 100 % de 1RM, la fuerza máxima se incrementa significativamente. Cuando un volumen de entrenamiento excesivo está entre el rango del 90 al 100 %, puede que el rendimiento no sea óptimo, pudiendo provocar un sobreentrenamiento (56).

Un segundo esquema de carga es el esquema de carga piramidal (20, 169), o piramidal ascendente. En este esquema de carga, en cada serie se incrementa el porcentaje de 1RM y se disminuye el número de repeticiones (tabla 10.10). Se ha recomendado que el rango de la carga de la pirámide ascendente sea de un 10 a un 15 % (20). No se recomiendan rangos mayores del 15 % debido a que se acumula fatiga, lo cual puede deteriorar el desarrollo de la fuerza (20).

Una modificación del esquema de carga piramidal ascendente es lo que algunos han denominado de doble pirámide (20, 65). El esquema de carga tradicional para la doble pirámide es el incremento de la resistencia hasta el máximo intento, seguido de una disminución progresiva (207, 208). Una mejor aproximación, que puede utilizarse para conseguir un pico de fuerza, es mantener el volumen constante, típicamente de una sola

TABLA 10.9 Esquema de carga de pirámide truncada utilizando la sentadilla posterior

	Calentamiento					Series objetivo				
	60	100	140	155	170	170	170	170	170	170
Carga (kg)	60	100	140	155	170	170	170	170	170	170
Repeticiones	5	5	3	3	2	2	2	2	2	2
Porcentaje de 1RM	30	50	70	77,5	85	85	85	85	85	85
Buffer (%)	55	35	20	12,5	10	10	10	10	10	10

Nota: Las cargas se basan sobre un máximo en la sentadilla posterior de 200 kg.

TABLA 10.10 Esquema de carga de pirámide ascendente utilizando una sentadilla posterior

	Calentamiento				Pirámide			
Carga (kg)	60	100	140	155	160	165	175	185
Repeticiones	5	5	5	5	4	3	2	1
Porcentaje de 1RM	30	50	70	77,5	80	82,5	87,5	92,5
Buffer (%)	55	35	15	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5

Nota: Las cargas se basan sobre un máximo de la sentadilla posterior de 200 kg.

TABLA 10.11 Esquema de carga de doble pirámide utilizando la sentadilla posterior

	Doble pirámide				
Carga (kg)	160	170	180	170	160
Repeticiones	1	1	1	1	1
Porcentaje de 1RM	80	85	90	85	80
Buffer (%)	20	15	10	15	20

Nota: Las cargas se basan sobre un máximo en la sentadilla posterior de 200 kg. Se precisa un calentamiento apropiado para preparar al deportista a la carga de trabajo.

Otra modificación al esquema de carga piramidal es la pirámide sesgada (20). En este esquema de carga, la intensidad se incrementa en un número de series y, en la última, se realiza una serie de bajada (tabla 10.12). Descender la carga en esta última serie (por ejemplo, la serie final o de descenso) y llevarla hasta el fallo ha probado que retiene la hipertrofia muscular, en tanto que la mayoría de las series de intensidad elevada y bajas repeticiones solo estimulan la fuerza relativa (64). Este método puede utilizarse durante la fase del mantenimiento de la fuerza del plan anual. Si la última, la serie más ligera, no se lleva hasta el fallo, puede aprovechar un efecto de potenciación postactivación para estimular el desarrollo de la potencia (186). Este concepto lo apoya un trabajo de Stone y colaboradores (179) quienes demostraron que se conseguía mayor velocidad de la barra durante la serie final.

Otro esquema de carga es el modelo en ondas (182), denominado en ocasiones como trabajo en segmentos (105). En este modelo de entrenamiento, la carga se incrementa de modo

TABLA 10.12 Esquema de carga de pirámide sesgada utilizando las sentadillas

	Pirámide sesgada							
Carga (kg)	100	120	140	160	170	180	160	
Repeticiones	6	5	4	3	2	1	8 hasta el fallo	
Porcentaje de 1RM	50	60	70	80	85	90	80	
Buffer (%)	30	25	17,5	10	10	10	0	

Nota: Las cargas se basan sobre un máximo en la sentadilla máxima de 200 kg. Se precisa un calentamiento apropiado para preparar al deportista al esfuerzo del entrenamiento.

repetición y, a continuación, utilizar un esquema de intensidad ascendente seguido por uno descendente (tabla 10.11). Este esquema provoca un efecto de potenciación sobre la parte de intensidad descendente de la pirámide. Sin embargo, el número de series debe limitarse (cinco a seis) y la intensidad máxima no debe sobrepasar el 90 % de 1RM; de lo contrario, la cantidad de fatiga que genera este tipo de estructura de carga puede provocar la pérdida de la potenciación (30).

ondulante o en forma de ondas (tabla 10.13). Este método puede ser útil dado que permite un efecto de potenciación, en el que se utiliza una carga ligera después de una carga fuerte.

TABLA 10.13 Modelo de cargas en ondas utilizando el peso muerto

	Calentamiento			Segmento en ondas					
Carga (kg)	60	100	140	160	165	170	160	165	170
Repeticiones	5	3	2	3	2	1	3	2	1
Porcentaje de 1RM	30	50	70	80	82,5	85	80	82,5	85
Buffer (%)	55	40	20	10	12,5	15	10	12,5	15

Nota: Los datos se calculan por 1RM del peso muerto de 200 kg.

El formato tradicional de una serie puede modificarse cambiando el estímulo de entrenamiento mediante la incorporación de intervalos de descanso cortos entre repeticiones, creando series clúster (68, 121, 122). Durante la configuración de las series tradicionales, con cada repetición hay una disminución en la velocidad de repetición, de potencia y de calidad. Añadir entre 10 y 30 segundos de intervalos de descanso entre las repeticiones puede permitir una recuperación parcial entre cada una y, por tanto, permitir mayor calidad en la repetición (61, 68, 81, 82, 122).

Las series clúster pueden estructurarse de muchas formas diferentes, dependiendo de las metas del entrenamiento (tabla 10.14). Se pueden hacer otras variaciones en las series clúster cambiando la estructura de las cargas (68). Pueden crearse cuatro esquemas de repeticiones diferentes: series de agrupaciones uniformes que utilizan la misma intensidad en todas las repeticiones, agrupaciones ascendentes en las que la intensidad de cada repetición se incrementa, agrupaciones ondulantes en las que las cargas se implementan de modo piramidal y agrupaciones en ondas en las que las series ascendentes se repiten dos veces (tabla 10.15). La literatura contemporánea sugiere que la utilización más efectiva de las series clúster es con los ejercicios balísticos o explosivos (122), y que las tradicionales pueden ser mejores para desarrollar la hipertrofia muscular o la fuerza muscular máxima (152).

TABLA 10.14 Configuración de series clúster utilizando diferentes configuraciones de la tracción de cargada

	Tipo de entrenamiento	Series x repeticiones	Intervalos de descanso (s)	Carga de las repeticiones (kg)										
Agrupación 1	Entrenamiento de potencia con levantamientos olímpicos	2x(10x1)	30/180	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Agrupación 2	Entrenamiento de potencia con levantamientos de fuerza	3x(5x1)	1-3/180	110	110	110	110	10						

2x(10x1) = dos series de 10 repeticiones realizadas con 30 s de descanso, entre cada repetición y 3 min entre series; 3x(5x1) = 3 series de 5 repeticiones con 1 a 3 s de descanso y 3 min entre series.

Nota: Las cargas se basan en una repetición máxima de cargada de 150 kg y una sentadilla posterior en 1RM de 200 kg.

TABLA 10.15 Variaciones de intensidad para configuraciones de series clúster utilizando la tracción de cargada

	Serie x repeticiones	Intervalos de descanso entre repeticiones (s)	Carga por repetición (kg)					
Agrupaciones uniformes	3 × 6/1	30	120	120	120	120	120	120
Agrupaciones ondulantes	3 × 5/1	30	120	130	140	130	120	
Agrupaciones ascendentes	3 × 5/1	30	120	130	140	150	160	
Agrupaciones en onda	3 × 6/1	30	120	130	140	120	130	140

3 × 5/1 = tres series de cinco repeticiones realizadas con 30 s entre cada repetición de la serie.

Nota: Las cargas se basan en la cargada de 1RM de 150 kg.

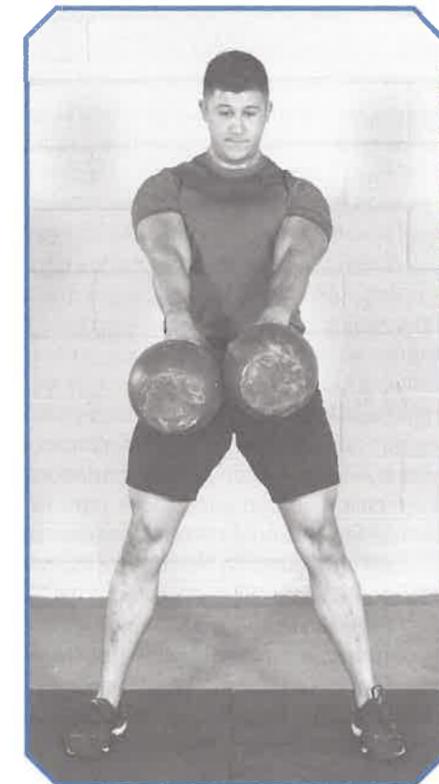
Implementación de un programa de entrenamiento de fuerza

La monitorización continua del proceso de entrenamiento es una parte esencial que muchas veces se pasa por alto en la implementación del plan de entrenamiento de fuerza periodizado. La monitorización de los progresos del deportista permite al entrenador determinar si las metas del plan se han conseguido. Los pasos siguientes permitirán al técnico conceptualizar, diseñar e implementar un programa de entrenamiento de fuerza periodizado.

1. **Determinar las fases de entrenamiento:** Igual que cualquier otro plan de periodización del entrenamiento, el programa de entrenamiento de fuerza consta de las fases preparatoria, competitiva y de transición. Cada una es esencial para maximizar los resultados del entrenamiento. Este concepto puede considerarse como fase de potenciación, que sugiere que las actividades de preparación general de esa fase facilitan el desarrollo del deportista, tanto para la fase específica preparatoria como para la competitiva. Por tanto, el entrenador debe estructurar las fases del entrenamiento de tal forma que el deportista pueda desarrollar las habilidades biomotoras apropiadas.
2. **Determinar las metas de entrenamiento:** El elemento más importante para crear un programa de entrenamiento de fuerza periodizado es establecer los objetivos de trabajo por separado, así como también los de cada una de sus fases. Esto se refiere no solo a los objetivos de rendimiento, sino también a las metas de cada habilidad física dominante. Se debe recordar que los objetivos de rendimiento pueden malograrse si no se consiguen las metas de las habilidades predominantes.
3. **Determinar las necesidades del deportista:** En la última fase del programa de entrenamiento anual (fase de transición), el entrenador debe analizar si se consiguieron los objetivos del año y, sobre este análisis, establecer objetivos realistas para el siguiente plan anual. Esto es importante, tanto para el rendimiento como también para los objetivos de cada habilidad. El técnico también debe analizar las exigencias fisiológicas necesarias para obtener un rendimiento superior, y qué es lo que necesitan los deportistas para conseguirlo. Debe recordarse que los puntos débiles de una cadena son los que se rompen primero.
4. **Considerar las características de todos los componentes del plan de entrenamiento:** Las metas del entrenamiento de fuerza deben integrarse con los demás componentes importan-

tes del deporte concreto, incluidos los componentes técnicos, tácticos y físicos (22). Por tanto, el entrenador debe considerar cómo puede afectar el programa de entrenamiento de fuerza a otros atributos, como el acondicionamiento de la agilidad y las actividades de entrenamiento técnico y táctico (es decir, todos los componentes que contribuyen al rendimiento).

5. **Seleccionar los ejercicios:** La selección de los ejercicios debe estar relacionada con las exigencias del deporte. El entrenador puede determinar los músculos que actúan como primeros motores y armonizar los ejercicios con estas actividades cuando examina las necesidades de un deporte. Por ejemplo, el análisis de la técnica de un velocista de 100 m puede mostrar que la fuerza del tren interior le impide conseguir resultados de rendimiento óptimos. Por tanto, el técnico debe seleccionar ejercicios como las sentadillas posteriores y los *kettlebell swings*, para centrarse en los motores principales que emplea durante la fase de propulsión en el esprint. Como apoyo a esta idea, muchos estudios sugieren que la capacidad de fuerza máxima en la sentadilla y en la cargada de potencia se relaciona significativamente con el rendimiento de la carrera (13, 24, 36).



Los *kettlebell swings* trabajan el ciclo de estiramiento-acortamiento de un modo más específico.

Una consideración añadida cuando se seleccionan ejercicios, es la fase de entrenamiento. Es mejor utilizar ciertos ejercicios en momentos específicos del plan periodizado (22, 84, 146). Por ejemplo, al comienzo de la fase de preparación general está justificado utilizar ejercicios de fuerza general. Cuando el deportista pasa a la preparación específica y a la fase competitiva del entrenamiento, puede utilizar ejercicios más específicos.

6. **Test de rendimiento:** Después de seleccionar los ejercicios necesarios para desarrollar los atributos de rendimiento necesarios para el deportista, el entrenador debe hacerle un test de fuerza máxima. Saber la capacidad del deportista de su 1RM de, al menos, los ejercicios dominantes principales, permitirá al técnico establecer las metas de entrenamiento. La 1RM cambiará continuamente a medida que el deportista se adapta a los estresores fisiológicos del programa de trabajo. Por tanto, se le deberá evaluar al final de cada macrociclo para individualizar sus parámetros de carga.

Muchos entrenadores creen erróneamente que realizar tests de 1RM es peligroso porque incrementan el riesgo de lesión del deportista (20, 26, 119, 125, 150). Los test de 1 RM son muy seguros para la mayor parte de las poblaciones (154, 166) y están considerados como la regla de oro en la evaluación de la fuerza muscular (99). Algunos autores sugieren que evaluar la fuerza con un test de múltiples repeticiones es un método mejor para establecer la intensidad de entrenamiento (25, 26, 46, 125), pero está demostrado que muchas de estas ecuaciones de predicción tergiversan el 1RM (125). Este es un problema principal, ya que hacer una estimación excesiva de la capacidad 1RM puede incrementar el riesgo de lesión durante el entrenamiento, o provocar sobreentrenamiento por emplear continuamente un entrenamiento de muy alta intensidad (54). Por el contrario, entrenar con intensidades que sean impredecibles puede provocar desarrollos inadecuados de la fuerza, en el caso de que se utilicen cargas subóptimas.

La especificidad del entrenamiento de los ejercicios de fuerza

En condiciones normales, un ejercicio tiene que seleccionarse basándose en las necesidades de los **motores principales** (los músculos que, al contraerse, realizan la destreza técnica). Además, la contracción muscular tiene que desarrollarse a lo largo de toda la **línea de tracción** (la dirección media del vector de contracción de los músculos principales implicados en la destreza técnica). En otras palabras, el ejercicio tiene que ser muy específico de las necesidades del deporte de que se trate.

Sin embargo, algunos entrenadores que entrenan la fuerza, con historial en levantamientos olímpicos (LO), creen que si se quiere estar tan fuerte como esos deportistas, han de utilizar sus mismos ejercicios. Esto no es correcto: los deportistas LO son fuertes, pero no debido a los ejercicios que hacen, sino a las fuertes cargas que utilizan (especialmente, en la sentadilla posterior). En el entrenamiento deportivo, los ejercicios LO tienen muchas menos aplicaciones de lo que popularmente se piensa, debido a que no son específicos del vector-fuerza, ni su objetivo es el apropiado para los motores principales que se emplean en muchos deportes. A pesar de todo, en muchos gimnasios de los Estados Unidos y del Reino Unido, el único medio de entrenamiento que se emplea aún son los levantamientos olímpicos. Por ejemplo, todavía pueden verse entrenadores de la fuerza que trabajan con algunos nadadores y remeros practicando arrancadas y *press* militar.

Estos ejercicios no son específicos para la natación, ya que los motores principales son los depresores de las escápulas y los extensores del hombro y del codo. El *press* militar y las arrancadas tienen como objetivo los flexores de los hombros, exactamente los músculos contrarios a los que se emplean en natación y otros deportes. Además, debido a que la mayoría de las actividades deportivas requieren la aplicación rápida de la fuerza, en menos de 300 ms, una vez que el deportista ha alcanzado la triple extensión (tobillo, rodilla, cadera), no importa qué es lo que hace con sus brazos, si adopta una posición de arrancada o de cargada. Por esta razón, es preferible que los entrenadores que trabajan en deportes que requieren la aplicación de fuerza vertical rápida empleen tracciones bajas o altas. Finalmente, ejercicios como los pliométricos y los *kettlebell swings* trabajan con el ciclo de estiramiento-acortamiento de forma más específica y con mayor amplitud que los LO, haciéndolos preferibles para el deportista que hace velocidad (en atletismo y en los deportes de equipo).

En otras palabras, no se debe permitir que los deportistas sean robots y, justamente por eso, que hagan movimientos LO; pueden ser perjudiciales para ellos.

7. *Desarrollar el programa de entrenamiento de fuerza:* Una vez establecidas las capacidades de rendimiento físicas del deportista, el entrenador ya puede seleccionar el número de ejercicios, series, repeticiones y cargas (porcentaje de 1RM) que puede utilizar durante los microciclos del macrociclo. Durante el plan de entrenamiento, el técnico necesitará modificar el volumen, la intensidad y la selección de ejercicios para permitir las adaptaciones fisiológicas continuadas que conducirán a la maximización de la fuerza específica. A medida que se incrementa la fuerza muscular con el plan anual, necesitará volver a evaluar la 1RM para optimizar la carga de entrenamiento. Es esencial que haga un test de 1RM antes de cada nuevo macrociclo. El programa de entrenamiento detallado se escribirá solo para ese macrociclo.
8. *Registro del plan de entrenamiento:* El entrenador debe hacer un registro de los ejercicios, el número de series, el número de repeticiones y la carga de entrenamiento (tabla 10.16). Por lo general, la carga, el número de repeticiones y el de las series se anotan de la siguiente manera:

% de 1RM / número de repeticiones × series

TABLA 10.16 Ejemplo de cuadro de programa de entrenamiento de fuerza para un velocista (3+1 macrociclos)

Número de ejercicio	Ejercicio	Carga				Intervalo de descanso
1	Sentadilla posterior	$\frac{80}{3}_3$	$\frac{85}{2}_3$	$\frac{85}{2}_3$	$\frac{70}{2}_3$	3 min
2	Press de banca	$\frac{80}{3}_3$	$\frac{85}{2}_3$	$\frac{85}{2}_3$	$\frac{80}{2}_2$	3 min
3	<i>Kettlebell swings</i> (48 kg)	3 × 6	4 × 6	4 × 6	2 × 6	3 min
4	Jalón al pecho con agarre estrecho supino	$\frac{80}{3}_3$	$\frac{85}{2}_3$	$\frac{85}{2}_3$	$\frac{70}{2}_3$	3 min
5	Elevación sobre la punta de los pies/ <i>press</i> de tobillo	$\frac{75}{5}_2$	$\frac{80}{5}_2$	$\frac{85}{5}_2$	$\frac{70}{5}_2$	3 min

Carga = % 1RM / repeticiones por el número de series.

Hay que señalar que la carga, como porcentaje de 1RM, es útil cuando se trabaja con muchos deportistas, ya que permite al entrenador calcular la carga de cada atleta. Utilizando una anotación de los porcentajes, el técnico puede individualizar el programa de cada uno y los deportistas pueden utilizar su propio 1RM para establecer sus cargas de trabajo.

9. *Crear un diario de entrenamiento:* Uno de los pasos más importantes es registrar lo que se hace en las sesiones de entrenamiento. Si el entrenador y el deportista hacen registros detallados, ambos serán capaces de evaluar los progresos y el cuadro del rendimiento. Lo que hay que registrar en el diario de entrenamiento son el ejercicio, el número de repeticiones completadas, el número de series realizadas, las cargas levantadas en kilos y la duración de las sesiones (figura 10.11). Este registro permitirá al técnico calcular el volumen de carga, las toneladas y la intensidad (volumen de carga dividido por el total de repeticiones realizadas). Utilizando una hoja de cálculo de un programa de ordenador, como Microsoft Excel, puede calcular fácilmente el volumen de la carga, las toneladas, la intensidad y registrar las cifras que describan el volumen e intensidad del entrenamiento. Los entrenadores de la fuerza y el acondicionamiento que cuenten con un acelerómetro pueden registrar los picos de velocidad, el porcentaje de velocidad, el pico de potencia y el porcentaje de potencia de la mejor repetición de cada serie (figura 10.12). El porcentaje de velocidad, durante las primeras series de una sesión, puede utilizarse como indicador de la carga interna diaria, y la carga de la sesión de entrenamiento, o su dirección, puede ajustarse de acuerdo con ello. Si el diario de entrenamiento es preciso y completo, es una herramienta excelente para monitorizar el entrenamiento.

Nombre: _____
 Día: _____
 Fecha: _____
 Hora de inicio: _____
 Hora de terminación: _____

Ejercicio	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Serie 4	Serie 5	Serie 6	Serie 7	Serie 8	Serie 9	Serie 10	Volumen de carga	Intensidad del entrenamiento
Sentadilla posterior	Peso	80	110	130	130	130					6.400	106,67
	Repeticiones	10	10	10	10	10						
Sentadilla frontal 1/3	Peso	160	160								4.800	160,00
	Repeticiones	10	10								1.800	60,00
Press militar	Peso	60	60								2.100	70,00
	Repeticiones	10	10									
Press de banca inclinado	Peso	70	70									
	Repeticiones	10	10									
	Peso											
	Repeticiones											
	Peso											
	Repeticiones											
	Peso											
	Repeticiones											
Notas:											Volumen total de la carga	15.100
											Toneladas métricas	15,1
											Intensidad de entrenamiento	99,167

FIGURA 10.11 Diario de entrenamiento de una sesión única.

Nombre: _____
 Día: _____
 Fecha: _____
 Hora de inicio: _____
 Hora de terminación: _____

Ejercicio	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Serie 4	Serie 5	Serie 6	Serie 7	Serie 8	Serie 9	Serie 10	Volumen de carga	
1/4 de sentadilla	100 kg	5 reps	Intervalo 3 min descanso								2.000	
	Pico de velocidad	1,00	1,19	1,20	1,16							
	Porcentaje de velocidad	0,55	0,70	0,72	0,65							
	Pico de potencia	2.080	2.265	2.588	2.108							
Peso muerto	Porcentaje de potencia	902	1.276	1.296	1.154							
	100 kg	3 reps	Intervalo 3 min descanso								1.200	
	Pico de velocidad	1,18	1,31	1,22	1,28							
	Porcentaje de velocidad	0,66	0,83	0,75	0,77							
Sentadilla con salto	Pico de potencia	1.978	2.560	2.026	2.240							
	Porcentaje de potencia	989	1.240	1.126	1.190							
	40 kg	5 reps	Intervalo 3 min descanso								800	
	Pico de velocidad	2,20	2,40	2,55	2,38							
Sentadilla con salto	Porcentaje de velocidad	1,09	1,15	1,17	1,11							
	Pico de potencia	7850	8655	9522	8317							
Sentadilla con salto	Porcentaje de potencia	3820	4325	4766	4102							
	Notas:											Volumen total de la carga
											Toneladas métricas	4

FIGURA 10.12 Diario de entrenamiento de una sesión durante la fase de potencia.

Test de una repetición máxima (1RM)

Algunos entrenadores creen que hacer el test de 1RM es peligroso y que levantar el 100 % puede provocar una lesión. Sin embargo, para los deportistas entrenados, no es peligroso levantar un 100 % una vez cada 3 o 4 semanas. La mayor parte de las lesiones se producen durante el entrenamiento y la competición y no durante los test. En ocasiones, durante la actividad deportiva, el cuerpo del deportista está sujeto a fuerzas que superan cinco veces su peso corporal, de tal forma que testar su fuerza máxima no debería constituir un problema para su seguridad. También hay que considerar que los test se realizan al final del microciclo de descarga del macrociclo, cuando el deportista se ha recuperado de la fatiga y de los microciclos de carga previos. Sin embargo, el test de 1RM debe seguir a un calentamiento progresivo, y hacerlo tal como el que se sugiere aquí para una sentadilla (proyecto de 1RM a 150 kg):

- 1.^a serie: 20 kg × 10 reps, 30 s intervalo de descanso, 13 % 1RM
- 2.^a serie: 60 kg × 4 reps, 60 s intervalo de descanso, 40 % 1RM
- 3.^a serie: 80 kg × 2 reps, 90 s intervalo de descanso, 53 % 1RM
- 4.^a serie: 100 kg × 2 reps, 2 min intervalo de descanso, 67 % 1RM
- 5.^a serie: 120 kg × 1 rep, 2 min intervalo de descanso, 80 % 1RM
- 6.^a serie: 130 kg × 1 rep, 3 min intervalo de descanso, 87 % 1RM
- 7.^a serie: 140 kg × 1 rep, 4 min intervalo de descanso, 93 % 1RM
- 8.^a serie: 145 kg × 1 rep, 5 min intervalo de descanso, 97 % 1RM
- 9.^a serie: 150 kg × 1 rep, 6 min intervalo de descanso, 100 % 1RM

Periodización de la fuerza

La periodización de la fuerza ofrece una aproximación de siete fases que siguen el ritmo fisiológico de respuesta de los sistemas neuromusculares al entrenamiento de fuerza (tabla 10.17). Las siete fases son: de adaptación anatómica, de hipertrofia, de fuerza máxima, de conversión, de mantenimiento, de suspensión y de compensación. En función de las exigencias fisiológicas del deporte, la periodización de la fuerza implica combinar en una secuencia, al menos, cuatro de ellas: la de adaptación anatómica, la de fuerza máxima, la de conversión a fuerza específica (potencia y resistencia muscular) y la de mantenimiento. Todos los modelos de periodización de la fuerza comienzan con la fase de adaptación anatómica. Las siete fases se tratarán brevemente en las secciones siguientes.

TABLA 10.17 Periodización de la fuerza y sus fases

Preparatoria			Competitiva		Transición	
Adaptación anatómica	Hipertrofia (si es necesario)	Fuerza máxima	Conversión a fuerza específica (potencia; resistencia a la potencia; o resistencia muscular corta, media, o larga)	Mantenimiento de la fuerza máxima y la fuerza específica	Suspensión del entrenamiento de fuerza	Entrenamiento de compensación

Fase 1: Adaptación anatómica

La fase de adaptación anatómica pone los fundamentos para las demás fases del entrenamiento. Su nombre ya refleja el hecho de que el objetivo principal del entrenamiento de fuerza no es alcanzar una sobrecarga inmediata, sino desarrollar la adaptación progresiva de la anatomía del deportista. Esta fase enfatiza sobre la pre-habilitación, con la esperanza de prevenir la necesidad de rehabilitación. Los objetivos fisiológicos principales de esta fase son: (1) fortalecer los tendones, los ligamentos y las articulaciones aumentando el volumen de entrenamiento utilizado el año anterior y (2) incrementar el contenido óseo mineral y la proliferación del tejido conectivo. Además, independientemente del deporte de que se trate, esta fase mejora la puesta en forma cardiovascular, estimula adecuadamente la fuerza muscular y ayuda al deportista, con la práctica, a mejorar la coordinación neuromuscular de los esquemas motores de la fuerza. Aunque el propósito de esta fase no es el incremento del área de sección transversal del músculo, pueden apreciarse algunas ganancias en hipertrofia muscular, especialmente en los deportistas principiantes.

Los tendones se fortalecen implementando un tiempo bajo tensión por serie de 30 a 70 s (tiempo bajo tensión en el que el sistema anaeróbico aláctico es el sistema energético principal). Se ha comprobado que los iones de hidrógeno, liberados del ácido láctico, estimulan la producción de la hormona del crecimiento y, por tanto, se produce una síntesis de colágeno, estimulada también por la carga excéntrica (10, 35, 40, 112, 113, 120, 131). Por esta razón, la mayoría del tiempo que se consume bajo tensión pertenece a la fase excéntrica del ejercicio (3 a 5 s por repetición). El equilibrio muscular se consigue tanto por utilizar el mismo volumen de entrenamiento entre los músculos agonistas y antagonistas de una articulación, como por emplear más los ejercicios unilaterales que los bilaterales.

Fase 2: Hipertrofia

La **hipertrofia**, o aumento del volumen muscular, es uno de los signos más visibles de adaptación al entrenamiento de fuerza. Los dos objetivos fisiológicos principales de esta fase son: (1) incrementar el área de sección transversal del músculo aumentando su contenido de proteína muscular y (2) elevar la capacidad de los depósitos musculares de sustratos de alta energía y enzimas. Muchos de los principios utilizados en el entrenamiento para la hipertrofia son similares a los que utilizan los culturistas, pero hay algunas diferencias. Comparados con los programas de estos, los programas de hipertrofia funcional utilizan menor número de repeticiones por serie, mayor porcentaje de carga y períodos más largos de intervalos de descanso entre series.

Además, durante la fase concéntrica del levantamiento, los deportistas siempre tratan de mover el peso lo más rápidamente posible. Los culturistas entrenan hasta la fatiga utilizando cargas entre relativamente ligeras a moderadas, mientras que los deportistas de otros deportes utilizan cargas mayores y se centran en hacer movimientos rápidos con descanso entre series. Aunque se producen cambios hipertroáficos tanto en las fibras musculares de contracción rápida como en las de contracción lenta, la mayoría se produce en las fibras de contracción rápida (186, 187). Este tipo de hipertrofia es el que desean los deportistas que utilizan el entrenamiento de fuerza para mejorar su rendimiento deportivo. De esta forma, las adaptaciones musculares provocan un motor muscular más fuerte, preparado para recibir y aplicar las señales del sistema nervioso. Cuando la hipertrofia por entrenamiento produce en el deportista cambios crónicos, le proporciona una base fisiológica fuerte para entrenar el sistema nervioso.

Fundamentalmente, el entrenamiento para la hipertrofia está indicado para deportistas que desean un incremento global de su peso corporal (por ejemplo, los lanzadores en atletismo), o para deportistas grandes, específicamente los que juegan en melés en rugby y en fútbol americano, y los pertenecientes a las categorías de pesos pesados en los deportes de combate o en las artes marciales. Para la mayoría de los demás deportistas, esta fase del entrenamiento de fuerza no es necesaria, salvo que el entrenador esté entrenando a principiantes.

Fase 3: Fuerza máxima

En la mayoría de los deportes, probablemente el desarrollo de la fuerza máxima es la variable individual más importante. Depende del diámetro del área de sección transversal del músculo, de la capacidad para reclutar fibras musculares de contracción rápida, de la frecuencia de activación y de la habilidad para utilizar simultáneamente en una misma acción todos los músculos principales implicados en un movimiento dado (96). Estos factores implican tanto cambios estructurales como de flujo neural, que se producen como una función del levantamiento explosivo de pesos moderados y de grandes cargas (por encima del 90 % de 1RM o más). Estas respuestas adaptativas también pueden promocionarse por el entrenamiento excéntrico con cargas mayores del 100 % de 1RM, aunque su aplicación práctica se limita a muy pocas situaciones.

La popularidad del entrenamiento de fuerza máxima está enraizada en el incremento positivo de la fuerza relativa. Muchos deportes (por ejemplo, voleibol, gimnasia, deportes de combate) requieren una gran generación de fuerza sin el incremento concomitante del peso corporal. El hecho de que haya un aumento de la fuerza máxima sin que se asocie al aumento de peso corporal, caracteriza la fase de fuerza máxima como entrenamiento del sistema nervioso central (158).

El deportista se puede beneficiar de los tradicionales métodos de entrenamiento de fuerza máxima como levantar grandes cargas con descansos máximos (de 3 a 5 min) entre series. Sin embargo, para incrementar a largo plazo el peso levantado en un ejercicio, la clave es el entrenamiento de coordinación intermuscular (técnica de entrenamiento). Con tiempo, cuando el sistema nervioso aprende el gesto, se activan menos unidades motoras con el mismo peso y, por tanto, quedan más unidades motoras disponibles para activarlas con mayores pesos. Además, la acción concéntrica debe ser explosiva para activar las fibras musculares de contracción rápida (responsables de la generación de más fuerza y más rápida) y conseguir mayor hipertrofia específica.

El método más comúnmente empleado implica la utilización de cargas moderadamente elevadas (F_{xM-I}) y pesadas (F_{xM-II}), aplicadas con esa secuencia (ver la figura 10.13). Mejorar la coordinación intermuscular (es decir, la coordinación de los grupos musculares) depende estrictamente del aprendizaje (técnica), que requiere la repetición de muchas series del mismo ejercicio utilizando una carga moderada (40 al 80 % de 1RM), y realizarlo explosivamente cuando la técnica es perfecta (F_{xM-I}). La **coordinación intramuscular**, o capacidad para reclutar fibras de contracción rápida, depende del contenido del entrenamiento, en el que deben moverse explosivamente (F_{xM-II}) cargas elevadas (80 al 90 % de 1RM). Ambos tipos de entrenamiento de fuerza F_{xM-I} y F_{xM-II} activan las unidades motoras potentes de contracción rápida.

Los beneficios fisiológicos para el rendimiento deportivo dependen de la habilidad del deportista en aplicar las ganancias de fuerza y, posiblemente, de volumen muscular, a las exigencias de fuerza específica de su deporte concreto. Desarrollar los fundamentos prepara el escenario, incrementa ejercer más fuerza muscular y adapta el cuerpo para utilizar cargas pesadas, mejorando la capacidad de implicar voluntariamente a mayores motores (las unidades de contracción rápida). Una vez formada la conexión mente-músculo, las exigencias físicas del deporte determinan la siguiente fase.

AA	F _{xM}	F _{xM}	F _{xM}	P	P
3+1	3+1 Coordinación intermuscular cargas utilizadas (70-75 % de 1RM)	3+1 Coordinación intermuscular cargas utilizadas (75-80 % de 1RM)	2+1 Coordinación intramuscular cargas utilizadas (85-90 % de 1RM)	2+1	2+1

FIGURA 10.13 Secuencia de los métodos F_{xM-I} y F_{xM-II} en la fase de fuerza máxima.

Los dígitos (por ejemplo, 3+1) se refieren a tres microciclos de incremento progresivo de las cargas, seguidos por uno de recuperación o regeneración. AA = adaptaciones anatómicas; F_{xM} = fuerza máxima; P = potencia.

Fase 4: Conversión a fuerza específica

Dependiendo del deporte, la fase de fuerza máxima del entrenamiento puede continuar con una de estas tres opciones fundamentales: conversión a potencia, a resistencia a la potencia o a resistencia muscular. La conversión a potencia, o a resistencia a la potencia, se realiza utilizando cargas de relativamente moderadas a pesadas (del 40 al 80 % de 1RM), con la intención de mover el peso tan rápidamente como sea posible; la diferencia está en la duración de las series. Para implicar el sistema nervioso, métodos tales como el entrenamiento balístico y el entrenamiento pliométrico del tren superior e inferior, mejoran la fuerza del deportista a gran velocidad, o la habilidad para reclutar y emplear la elevada potencia de las unidades motoras de contracción rápida. Es obligado tener una base sólida de fuerza máxima para maximizar la velocidad de producción de fuerza. En efecto, incluso el entrenamiento de fuerza máxima con cargas elevadas movidas a baja velocidad, ha demostrado que transfiere ganancias en potencia, si el deportista intenta mover el peso tan rápido como le sea posible (16). En función de las exigencias del deporte, la resistencia muscular puede entrenarse para una duración corta, media o larga. El sistema energético principal en la resistencia muscular de corta duración es el anaeróbico láctico, mientras que el aeróbico predomina en las de media y larga duración. La conversión para la resistencia muscular requiere realizar más de 15 o 20 repeticiones por serie; en efecto, en ocasiones puede necesitar hasta 400 repeticiones por serie, realizadas conjuntamente con entrenamiento metabólico. Por supuesto, el entrenamiento metabólico y el de la resistencia muscular persiguen similares objetivos de trabajo fisiológico.

Recuérdese que el organismo repone su energía para la contracción muscular con el trabajo combinado de tres sistemas energéticos: el anaeróbico aláctico, el anaeróbico láctico y el aeróbico. El entrenamiento de conversión de la resistencia muscular requiere adaptaciones elevadas de los sistemas aeróbico y anaeróbico láctico. El objetivo principal del entrenamiento aeróbico persigue la mejora de los parámetros fisiológicos, como la eficacia cardíaca, de los parámetros bioquímicos, como el incremento mitocondrial y la densidad capilar, que proporcionan una mayor difusión y utilización del oxígeno, y de los parámetros metabólicos, que provocan una mayor utilización de la grasa como fuente de energía y una mayor rapidez de la eliminación y reutilización del ácido láctico. Adaptar fisiológica, bioquímica o metabólicamente los sistemas neuromuscular y vascular, proporciona un valiosísimo beneficio para los deportistas en muchos deportes de resistencia. Para maximizar el rendimiento en los deportes de resistencia muscular, el entrenamiento de fuerza máxima debe seguirse de una combinación del entrenamiento metabólico específico y de fuerza específica, y preparar el organismo para las exigencias del deporte.

Fase 5: Mantenimiento

Una vez que el sistema neuromuscular se ha adaptado al rendimiento máximo, es el momento de poner a prueba las ganancias. Lamentablemente, la mayoría de los deportistas y entrenadores trabajan duro y estratégicamente cuando se aproxima la temporada competitiva, pero cesan el entrenamiento de fuerza una vez que comienza la temporada. En realidad, mantenerse fuerte y con una base estable, lograda durante las fases precompetitivas, requiere que el competidor continúe entrenando durante la temporada competitiva. Fallar en el plan de no dedicar una sesión semanal al menos al entrenamiento de fuerza, provoca la disminución del rendimiento o la aparición precoz de fatiga durante el transcurso de la temporada.

Permanecer en buena forma es siempre más fácil que caer para intentar levantarse a continuación. La periodización de la fuerza implica la planificación de fases para optimizar las adaptaciones fisiológicas y procurar la conservación de los beneficios tanto como sea posible. Cuando la temporada se acaba, los deportistas serios pueden tomarse de 2 a 4 semanas de descanso para regenerar su mente y su cuerpo.

Estimular el organismo para un rendimiento óptimo requiere tiempo, planificación y persistencia. La fisiología ayuda en la planificación del programa, pero las mejoras del ren-

dimiento se consiguen mediante la aplicación práctica de muchos principios y métodos de entrenamiento inherentes a la periodización de la fuerza.

Fase 6: Cesación

Cuando se aproxima la competición principal del año, la mayor parte de la energía del deportista debe dirigirse hacia las principales habilidades biomotoras específicas del deporte, o al conjunto de ellas. Además, el propósito de la fase de cesación es el de conservar la energía del deportista para competir y el pico de rendimiento de sus habilidades biomotoras específicas del deporte. Por esta razón, el programa de entrenamiento de fuerza debe acabar, al menos, entre 3 y 14 días antes de la competición principal. El momento exacto depende de muchos factores:

- *El género del deportista:* Las deportistas mantienen las ganancias de fuerza con menos facilidad, por lo que deben seguir con el entrenamiento de fuerza hasta 3 días antes de competir.
- *El deporte elegido:* Una mayor fase de cesación, entre 1 y 2 semanas, puede provocar la mejora del rendimiento en velocidad aláctica, debido a la sobreestimulación de las fibras musculares de contracción rápida tipo IIX. Para un deporte de resistencia larga, en el que la fuerza no es tan importante como en los deportes anaeróbicos, el trabajo de fuerza puede finalizar 2 semanas antes de la competición principal.
- *Biotipo:* Los deportistas con más peso tienden a retener durante más tiempo tanto las adaptaciones como la fatiga residual, por tanto, deben finalizar el entrenamiento de fuerza antes que los deportistas con menos peso.

Fase 7: Compensación

Habitualmente, la última fase del plan anual se ha denominado inadecuadamente como de fuera de temporada; en realidad, representa una transición de un plan anual al siguiente. La meta principal de esta fase es eliminar la fatiga adquirida durante el año de entrenamiento, y reponer los depósitos energéticos exhaustos, disminuyendo el volumen (bajando la frecuencia) y la intensidad del entrenamiento. En los meses de entrenamiento y competición, la mayoría de los deportistas están expuestos a numerosos estresores psicológicos y sociales que drenan su energía mental. Durante la fase de transición, los deportistas pueden relajarse psicológicamente, e implicarse en diferentes actividades físicas y sociales que les diviertan.

La fase de transición no debe durar más de 4 semanas para los deportistas disciplinados. Si dura más, se provocará un efecto de desentrenamiento, como pérdida de la mayor parte de las ganancias del entrenamiento, en especial, de la fuerza. El desentrenamiento por no seguir con el entrenamiento de fuerza fuera de temporada, puede deteriorar en cierta medida las posibles mejoras de rendimiento que debe conseguir el deportista el siguiente año. Los deportista y los entrenadores deben recordar que la fuerza es difícil de ganar y fácil de perder. Los que no entrenan la fuerza durante toda la fase de transición pueden experimentar disminución del volumen muscular y considerables pérdidas de potencia (201). Debido a que la potencia y la velocidad son interdependientes, también se pierde velocidad. Así mismo, algunos autores explican que la falta de uso de los músculos reduce la frecuencia de los porcentajes de descarga y los esquemas de reclutamiento de sus fibras musculares; por tanto, por falta de activación de tantas unidades motoras, estos pierden fuerza y potencia.

Aunque durante la fase de transición se reduzca el volumen de actividad física entre un 50 y 60 %, los deportistas deben encontrar tiempo para trabajar en el mantener la fuerza. Específicamente, pueden beneficiarse del trabajo de los antagonistas, los estabilizadores y de otros músculos que pueden no estar implicados necesariamente en el rendimiento de las destrezas específicas del deporte. Igualmente, han de planificarse ejercicios de compensación en los deportes en los que pueden desarrollarse desequilibrios entre diferentes partes o lados del cuerpo (por ejemplo, el bateo, los lanzamientos, el tiro con arco, el fútbol y el ciclismo).

Resumen de los conceptos principales

La fuerza es una de las habilidades biomotoras más importantes en la mayor parte de los deportes. Es el fundamento tanto para generar potencia máxima como para mantener contracciones musculares repetidas (es decir, resistencia muscular). Un programa de entrenamiento de fuerza periodizado puede ser una herramienta excelente para maximizar los resultados del rendimiento. Las adaptaciones fisiológicas del sistema neuromuscular que este proporciona son muy específicas del programa de trabajo que utiliza el deportista. El rendimiento físico puede maximizarse solo si el programa de entrenamiento proporciona una variación adecuada. Hay disponibles muchos métodos para establecer variaciones de entrenamiento, y gran parte de ellos pueden provocar adaptaciones fisiológicas muy específicas. Finalmente, para maximizar realmente la efectividad de un programa de entrenamiento de fuerza, debe estar integrado dentro de un programa de periodización del entrenamiento comprensivo individualizado para el deportista. Añadir, simplemente, entrenamiento de fuerza al plan de trabajo del deportista, sin considerar las demás actividades de entrenamiento, no maximizará la mejora del rendimiento.

Entrenamiento de la resistencia

11

La resistencia puede clasificarse de varios modos. Por ejemplo, la resistencia aeróbica, denominada en ocasiones resistencia de ejercicio de baja intensidad, permite a la persona realizar de forma continuada actividades de larga duración, mientras que la resistencia anaeróbica, o resistencia de ejercicio de alta intensidad, le proporciona la capacidad de ejercer repetidamente episodios de ejercicios de alta intensidad. Aunque la mayoría de los deportes dependen de algún tipo de resistencia, el que se desarrolle (alta o baja intensidad) puede afectar significativamente al rendimiento. Por tanto, el entrenador y el deportista deben considerar qué tipo de resistencia necesita este para su deporte y cómo establecer la adecuada como objetivo del plan de entrenamiento. Así mismo, ambos deben considerar las respuestas fisiológicas del deportista ante los métodos para desarrollar resistencia. Una vez comprendidos el tipo de resistencia y de respuesta fisiológica, el entrenador puede desarrollar un plan de entrenamiento para mejorar la resistencia específica del deporte.

Clasificación de la resistencia

El concepto de resistencia difiere claramente entre las diferentes actividades deportivas, y puede definirse de varios modos. Por ejemplo, el tipo de resistencia que necesita un corredor de maratón de élite es la que le proporciona la capacidad de producir, de forma continuada y durante mucho tiempo, una potencia específica o una velocidad determinada. Por el contrario, un jugador de hockey sobre hielo de élite necesita realizar repetidamente períodos de movimientos de alta velocidad, de 30 a 80 segundos, intercalados con períodos de recuperación de entre 4 y 5 minutos (106). Aunque en ambos deportistas hay implicado algún tipo de resistencia en sus rendimientos, evidentemente el desarrollo de esta en cada uno de ellos será diferente. Si utiliza un tipo de entrenamiento de resistencia equivocado, el deportista puede desarrollar características que no se ajusten a las necesidades de su deporte y, por tanto, reducirse su capacidad de rendimiento (45, 147). Para comprender la aplicación correcta del entrenamiento de resistencia, el entrenador y el deportista deben diferenciar entre los dos tipos principales de resistencia que establece la literatura contemporánea: la resistencia por ejercicio de baja intensidad (ERBI) y la resistencia por ejercicio de alta intensidad (ERAI) (147).

Resistencia por ejercicio de baja intensidad

Las actividades en las que predomina el aporte energético aeróbico tienden a mostrar menores picos de potencia y, por tanto, pueden clasificarse como elementos de baja intensidad (29, 148). Estas actividades requieren que el deportista se ejercite de modo continuado, a baja intensidad y con una duración significativa. Por tanto, este tipo de resistencia se denomina habitualmente como ERBI (148) o resistencia aeróbica. En muchas actividades

predomina el metabolismo oxidativo o aeróbico (ver capítulo 1 y tabla 1.2) por lo que exigen que el deportista desarrolle un alto nivel de ERBI. En tales actividades, por lo general, desarrollar la ERBI mejora el rendimiento del deportista.

Por el contrario, hacer un trabajo de ERBI en deportes cuyo aporte energético es anaeróbico (por ejemplo, el esprint, el fútbol americano, el hockey sobre hielo, el voleibol), puede provocar diversas malas adaptaciones que reduzcan la capacidad de rendimiento del deportista (45). Cuando la ERBI se utiliza para mejorar la resistencia de los deportistas que participan en deportes basados predominantemente en el aporte energético anaeróbico, disminuye marcadamente su capacidad para generar potencia, por lo que su rendimiento se deteriora (42, 45, 63, 83). Una de las razones que han propuesto los investigadores para explicar dicho deterioro del rendimiento anaeróbico, es que el desarrollo de la ERBI reduce la habilidad del atleta para producir fuerza en la zona de alta velocidad de la curva velocidad-fuerza (12). Los cambios en este tramo de la curva pueden interferir con la habilidad del atleta para desarrollar fuerza explosiva, necesaria en muchas actividades anaeróbicas (45). En este caso, la implementación de la ERBI en el programa deteriora especialmente la habilidad de conseguir niveles altos de velocidad de la fuerza y de generar niveles elevados en el pico de fuerza (figura 11.1). También, cuando se centra el desarrollo de la resistencia con este programa, parece que cambia el tipo de fibra como resultado de la disminución del número de fibras musculares de tipo II y el incremento de las de tipo I (154). El entrenamiento ERBI también puede impedir el crecimiento muscular (108), lo cual empeorará la capacidad del deportista para generar altos porcentajes de fuerza (81), para maximizar su capacidad de generar picos de potencia (45). La literatura contemporánea indica que el entrenamiento ERBI no debe utilizarse en deportistas de disciplinas en las que predomine el aporte energético anaeróbico, requieran altos niveles de producción de fuerza y de velocidad de la fuerza en acciones motoras rápidas o precisen gran producción de potencia. Este tipo de entrenamiento debería limitarse a las actividades de larga duración en las que su aporte energético es aeróbico; los deportistas deben usar otros métodos para desarrollar la resistencia en otros tipos de disciplinas.

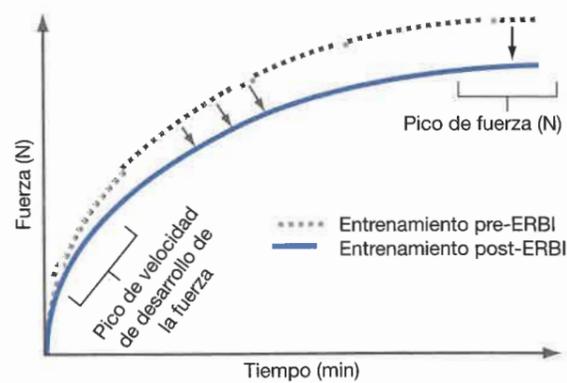


FIGURA 11.1 Modificaciones de la curva fuerza-tiempo para el desarrollo de la resistencia de ejercicio de baja intensidad (ERBI).

Adaptado de Häkkinen Myllyla 1990 (61) y Häkkinen et al. 1989 (60).

Resistencia por ejercicio de alta intensidad

Por lo general, los deportes que se basan en el metabolismo anaeróbico (ver capítulo 1 y tabla 1.2) requieren una elevada producción de potencia o rendimientos repetitivos en movimientos de alta velocidad. Debido a que las actividades anaeróbicas requieren mayor producción de potencia que las aeróbicas, las primeras pueden clasificarse como de alta intensidad (29, 148). Por tanto, la capacidad para mantener y repetir episodios de ejercicios de alta intensidad se denomina resistencia por ejercicio de alta intensidad (ERAI) (147). El desarrollo de la ERAI no deteriora la capacidad de generación de fuerza, como ocurre habitualmente con la ERBI. Una explicación del por qué con la ERAI no se reduce la fuerza máxima ni el desarrollo de la potencia es que en este entrenamiento se tiende a mantener el contenido de fibras musculares tipo II (45). Dado que el contenido de fibras tipo II está relacionado con el máximo desarrollo de la velocidad de la fuerza (81, 85), la capacidad para generar fuerza máxima (81) y la de generar picos de producción de potencia (149), es fácil concluir que la ERAI es más beneficiosa para los deportes en los que el rendimiento se basa en estos factores, en especial, en los movimientos de alta intensidad y gran velocidad realizados de forma repetida. Varios autores señalan que la utilización de intervalos de alta intensidad puede incrementar significativamente los marcadores tanto de la resistencia del ejercicio aeróbico como del anaeróbico (95, 126, 152). Por tanto, se recomienda que la ERAI,

o la aproximación del entrenamiento a intervalos, se utilicen para desarrollar la resistencia en los deportes que demanden rendimientos de ejercicios repetitivos de alta intensidad (por ejemplo, fútbol americano, fútbol, baloncesto, hockey sobre hielo) (147).

El entrenamiento de la ERAI no debe limitarse al desarrollo de la resistencia anaeróbica ya que este tipo de trabajo también puede mejorar la ERBI (87). El desarrollo de la ERAI, utilizando el entrenamiento a intervalos de alta intensidad, parece que tiene un efecto profundo sobre las actividades aeróbicas, típicamente relacionadas con la ERBI. Por ejemplo, se ha demostrado que el rendimiento de carreras de 3 (+3 %) y 10 km puede mejorar significativamente con entrenamiento a intervalos de alta intensidad (4, 142). Igualmente, con este tipo de trabajo, el rendimiento cronometrado en una carrera ciclista de 40 km puede incrementarse significativamente (+2,1 a 4,5 %) (144, 145, 158). Varios autores han sugerido que el incremento de la cantidad de entrenamiento tradicional ERBI en deportistas de élite no produce las adaptaciones fisiológicas necesarias para mejorar su rendimiento (31, 64). Laursen y Jenkins (87) sugieren que puede estar justificado el entrenamiento a intervalos de alta intensidad, o el entrenamiento ERAI, en deportistas que tienen establecido como base el entrenamiento ERBI. Por tanto, puede ser beneficioso emplear métodos de entrenamiento de la ERAI en deportistas que participan en deportes aeróbicos que requieren prestaciones repetitivas de larga duración, especialmente cuando se está cerca de o durante la fase competitiva.

Factores que influyen en el rendimiento de la resistencia aeróbica

Varios aspectos de la resistencia aeróbica son fundamentales para determinar la capacidad de rendimiento del deportista (35, 75). Entre estos aspectos están: la potencia aeróbica del deportista, el umbral de lactato, la economía del movimiento y el tipo de fibra muscular (figura 11.2). Cada uno de ellos puede mejorar significativamente con métodos apropiados de entrenamiento. Para desarrollar programas adecuados de entrenamiento de resistencia aeróbica, el entrenador y el deportista deben comprender las respuestas fisiológicas asociadas con el rendimiento de resistencia.

Potencia aeróbica

Durante mucho tiempo, la **potencia aeróbica** máxima se ha considerado el factor principal que determina el éxito en los deportes de resistencia (33, 131). Sin embargo, no es el único determinante del rendimiento deportivo. La potencia aeróbica se mide como el porcentaje más elevado de oxígeno que el organismo puede captar y utilizar durante el ejercicio máximo (56); también puede definirse como la captación máxima de oxígeno ($\dot{V}O_2$ máx) (9, 35). Se han descrito valores de $\dot{V}O_2$ máx entre 70 y 85 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ en deportistas de resistencia de élite (34, 76). Aproximadamente, la mujer posee un $\dot{V}O_2$ máx un 10 % menor que su homólogo varón, como resultado de una concentración más baja de hemoglobina y mayor porcentaje de grasa corporal. Independientemente del género, la capacidad para mejorar o conseguir una mayor captación máxima de $\dot{V}O_2$ máx parece que depende del funcionamiento del sistema pulmonar, el gasto cardíaco máximo, la capacidad para transportar oxígeno y de factores asociados con el sistema musculoesquelético (figura 11.3) (9).

Sistema pulmonar

Parece que el **sistema pulmonar** limita el $\dot{V}O_2$ máx en circunstancias muy específicas (9, 120). Por ejemplo, la desaturación de oxígeno (O_2) puede producirse en deportistas de élite que realizan un trabajo máximo (39), ya que el gasto cardíaco elevado por el ejercicio ($Q =$ volumen ventricular \times latido cardíaco) disminuye el tiempo de tránsito de los glóbulos rojos de la sangre (RBC) por los capilares pulmonares (9, 39). Esta disminución reduce el

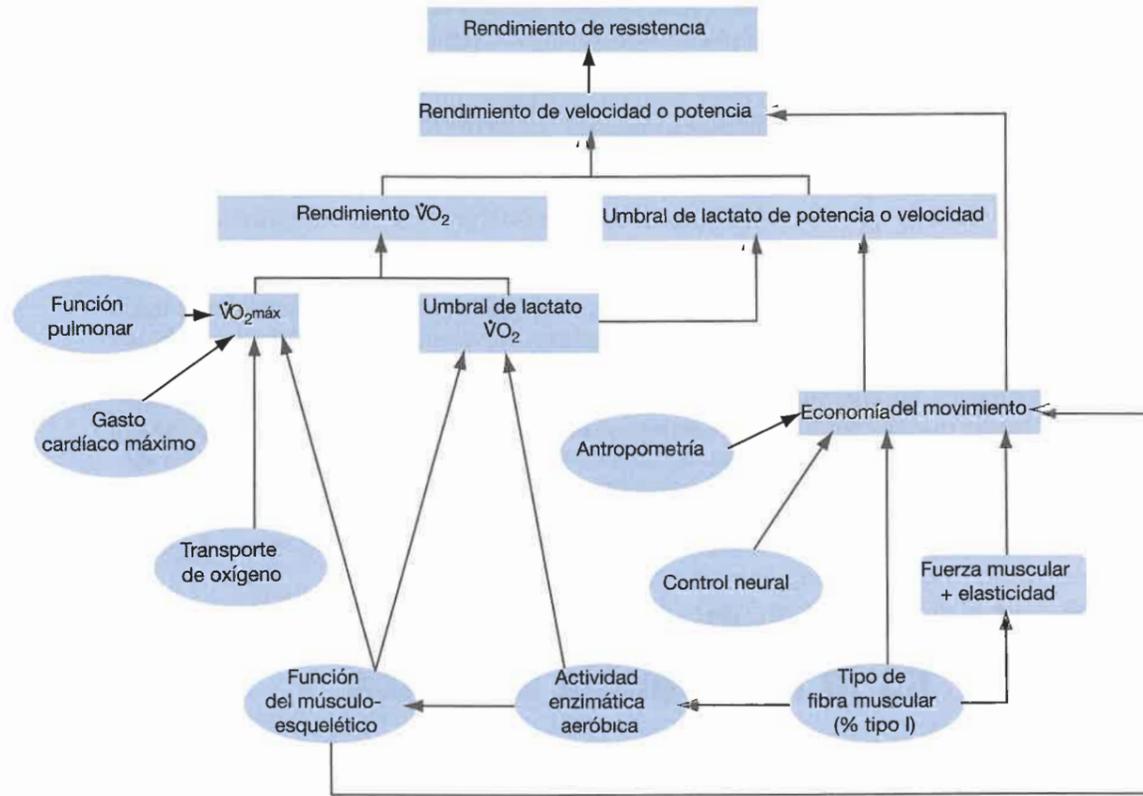


FIGURA 11.2 Modelo de relación entre los factores fisiológicos y el rendimiento de resistencia. Adaptado de Bassett y Howley 2000 (9), Coyle 1995 (35), Paavolainen et al. 1999 (110), y Joyner y Coyle 2008 (76).

tiempo disponible para saturar la sangre con oxígeno, lo que, potencialmente, limita el rendimiento. La base a la afirmación de que el sistema pulmonar puede limitar el $\dot{V}O_2$ máx puede hallarse en los estudios que han explorado los efectos de la hiperoxia (120). Si se aportan suplementos de O_2 , aumenta la «fuerza de conducción» del O_2 lo que eleva el $\dot{V}O_2$ máx como resultado del incremento de la saturación de oxígeno (109, 120).

Se han observado disminuciones similares cuando el ejercicio se realiza en altitud moderada (3.000 a 5.000 m) (9, 49). Esta reducción del rendimiento inducida por la altitud puede experimentarse en respuesta a corto plazo (1 a 3 días) de la exposición a la altitud, la cual favorece la reducción de la saturación de O_2 (23). Se han observado disminuciones similares cuando el ejercicio se realiza en altitud moderada (3.000 a 5.000 m) (9, 49). Esta reducción del rendimiento inducida por la altitud puede experimentarse en respuesta a corto plazo (1 a 3 días) de la exposición a la altitud, la cual favorece la reducción de la saturación de $\dot{V}O_2$ máx elevado (9).

Gasto cardíaco

La potencia aeróbica máxima está estrechamente relacionada con el gasto cardíaco máximo ($Q_{máx}$) (75). Esta relación puede observarse al comparar el valor de las $Q_{máx}$ y $\dot{V}O_2$ máx típicas de los deportistas con el de los individuos no entrenados (figura 11.4) (164). La $Q_{máx}$ depende tanto del latido cardíaco máximo como del volumen de sangre (volumen sistólico) bombeado por el corazón (92, 164). Los deportistas con poco nivel, o los individuos no entrenados, muestran durante el ejercicio un incremento lineal aproximado, tanto del volumen sistólico como del latido cardíaco, hasta un 40 % del $\dot{V}O_2$ máx (119, 160, 164), después de lo cual, el volumen sistólico alcanza una meseta, o un ligero

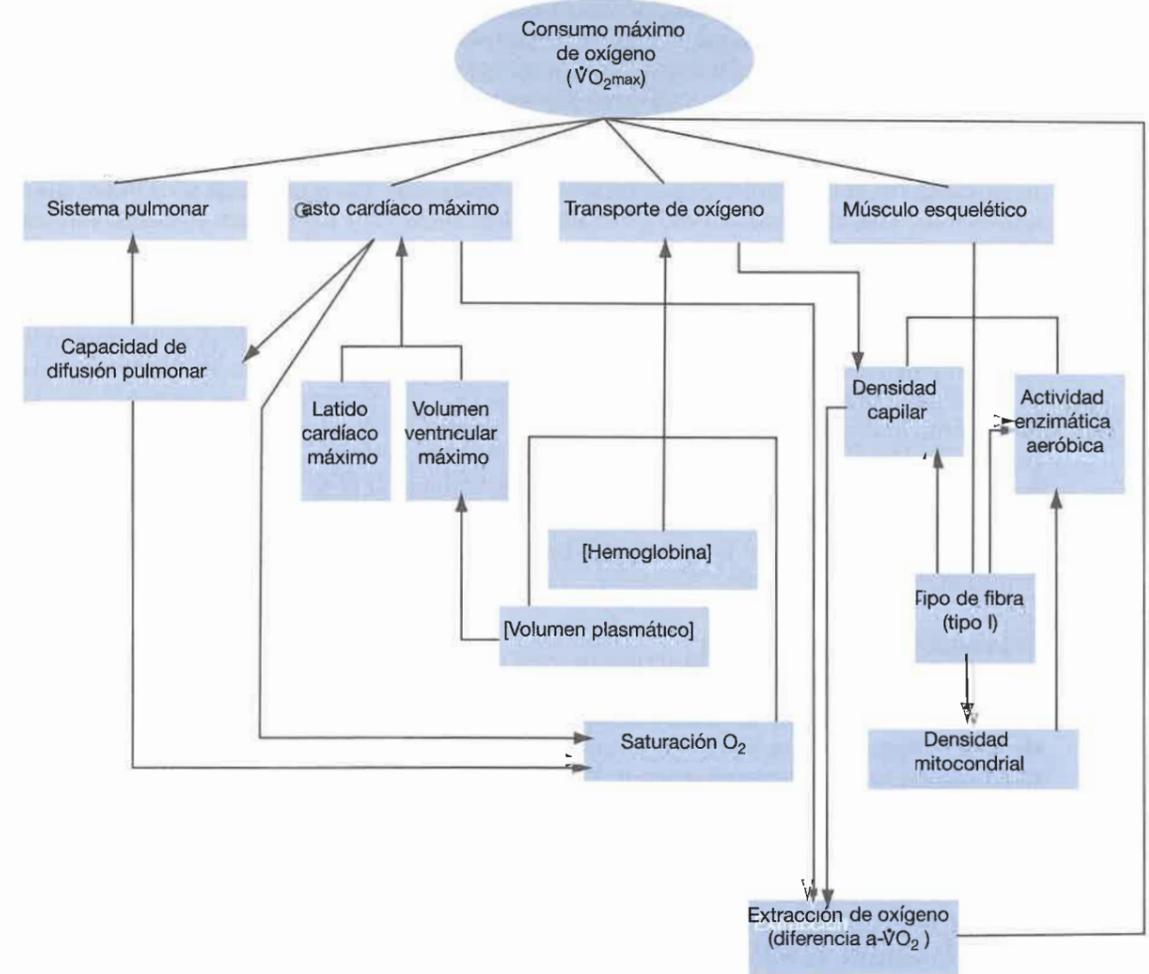


FIGURA 11.3 Factores que afectan a la potencia aeróbica máxima o al consumo máximo de oxígeno. $diferencia\ a-VO_2 = diferencia\ arteriovenosa\ de\ oxígeno$. Adaptado de Bassett y Howley, 2000 (9), Coyle, 1995 (35), y Joyner y Coyle, 2008 (76).

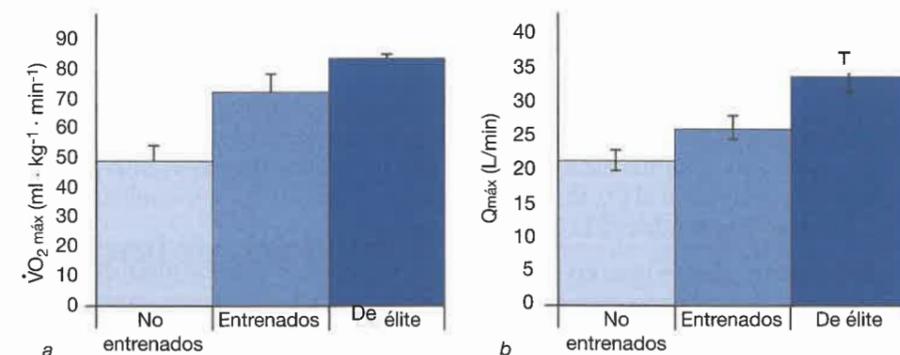


FIGURA 11.4 Comparación del (a) consumo de oxígeno máximo y del (b) gasto cardíaco máximo entre corredores de distancia varones no entrenados, entrenados y de élite. Adaptado de Zhou et al., 2001 (164).

incremento, siendo el latido cardíaco el que determina el incremento del gasto cardíaco (164). Se piensa que dicha meseta es en función directa de la disminución del tiempo de llenado diastólico ventricular izquierdo que se aprecia con el incremento de la intensidad del ejercicio (128). Por el contrario, los deportistas de élite de resistencia muestran incrementos tanto del latido cardíaco como del gasto cardíaco en respuesta al aumento de la intensidad del ejercicio (59, 164). Aún está por determinar la razón de esta discrepancia en la respuesta del volumen sistólico entre los deportistas de resistencia de élite y los individuos entrenados o no entrenados, pero generalmente se acepta que los primeros poseen valores más elevados de $Q_{m\acute{a}x}$ (9).

Dado que los deportistas de élite poseen $Q_{m\acute{a}x}$ más elevados, puede especularse que la diferencia entre estos, los deportistas entrenados y los individuos no entrenados, se halla tanto en su capacidad para mejorar los porcentajes de latido máximo como en la de incrementar el volumen sistólico (9, 92). El latido máximo es ligeramente más bajo en los deportistas de élite, comparado con el de los no deportistas (92, 164); por tanto, es probable que el factor principal que diferencia los $Q_{m\acute{a}x}$ entre ambos, sean las modificaciones inducidas por el entrenamiento en el volumen sistólico (92). Dicho incremento de los deportistas parece estar relacionado con el incremento del volumen del final de la diástole, producido por la mejora de la cámara cardíaca al incrementar la distensibilidad del pericardio (92). Estos datos indican que el $Q_{m\acute{a}x}$ explica parcialmente las diferencias en el $\dot{V}O_2$ máx entre deportistas y no deportistas.

Transporte de oxígeno

Otro factor que puede aclarar las diferencias individuales en el $\dot{V}O_2$ máx, es la capacidad del sistema cardiorrespiratorio en el transporte de oxígeno (9). Las modificaciones de la concentración de hemoglobina (Hb) poseen un efecto profundo en el transporte del O_2 al músculo que trabaja (15). Por ejemplo, cuando los deportistas utilizan transfusiones de sangre para incrementar artificialmente su concentración de Hb, se aprecia un incremento parejo en el $\dot{V}O_2$ máx y el $Q_{m\acute{a}x}$ (44). Esta interrelación entre la concentración de Hb, el $\dot{V}O_2$ máx y el $Q_{m\acute{a}x}$ explica parcialmente la efectividad del dopaje sanguíneo (15). Aunque parece que este ejerce un efecto profundo sobre la capacidad del organismo para transportar oxígeno (15), también parece que el entrenamiento aeróbico puede modificar esta capacidad (134).

Aparentemente, el entrenamiento de resistencia reduce la concentración de Hb, el hematocrito (Hct) y el recuento de glóbulos rojos; sin embargo, ello es resultado de la expansión del volumen plasmático que puede iniciarse tras varios días de entrenamiento prolongado (135). Aunque haya una disminución de las concentraciones de Hct y Hb en respuesta al entrenamiento de resistencia, hay un incremento absoluto en la masa de Hb (133). El incremento del volumen plasmático secundario al entrenamiento de resistencia disminuye la viscosidad de la sangre, lo que incrementa el $\dot{V}O_2$ máx por el aumento del gasto cardíaco que mejora el aporte de oxígeno a los músculos que trabajan (134).

Músculo esquelético

El músculo esquelético tiene un papel muy importante para determinar el $\dot{V}O_2$ máx del deportista (9). Parece que el $\dot{V}O_2$ máx está relacionado con la velocidad con la que el O_2 se aporta a la mitocondria (100). Varios factores asociados con el músculo esquelético pueden afectar a la capacidad para utilizar el O_2 , incluidos el tipo de fibra muscular esquelética (tipo I o tipo II), la densidad mitocondrial y la densidad capilar.

Tipo de fibra muscular. Parece que, en los deportistas de élite, el tipo de fibra muscular está significativamente relacionado con su $\dot{V}O_2$ máx (98). Los que poseen valores más altos muestran tener un mayor contenido de fibras de tipo I. Este fenómeno puede estar relacionado con la diferente densidad capilar, el contenido mitocondrial y la capacidad enzimática aeróbica propias de las fibras tipo I y tipo II. Las fibras tipo I, que son las de mayor capacidad oxidativa, tienen una mayor proporción fibra-capilar por estar rodeadas por mayor cantidad de capilares, en comparación con las fibras tipo II (165). También,

las fibras tipo I poseen mayor densidad mitocondrial (127) y dependencia de la actividad enzimática aeróbica (51, 70, 156). Finalmente, como respuesta al entrenamiento de resistencia, se produce un cambio global del contenido de fibras de tipo II al tipo I, un incremento del contenido mitocondrial y un aumento de la dependencia del metabolismo aeróbico (127, 154). Estas adaptaciones inducidas por el entrenamiento de resistencia parecen relacionarse con la edad de entrenamiento del deportista. Los deportistas con larga experiencia de entrenamiento muestran mayor incremento en la densidad capilar, en el contenido de fibras de tipo I, así como también una mayor dependencia sobre la actividad enzimática aeróbica (127).

Densidad mitocondrial. La mitocondria es el orgánulo en el que el músculo consume el O_2 durante el metabolismo oxidativo (9). El incremento de su contenido mitocondrial puede contribuir al aumento del $\dot{V}O_2$ máx, como consecuencia de un aporte mayor del oxígeno de la sangre (69). El ejercicio parece que es un estimulante potente de la biogénesis mitocondrial (69, 161) y del incremento inducido por el ejercicio de la densidad de mitocondrias, lo cual puede explicar parcialmente las mejoras del $\dot{V}O_2$ máx que produce el entrenamiento de resistencia (69). Teóricamente, si aumenta la densidad mitocondrial, se produce un incremento proporcional de la extracción de O_2 de la sangre (9). Sin embargo, este no parece que ser el caso, debido a que solo se produce un aumento discreto del $\dot{V}O_2$ máx en respuesta al entrenamiento (20 al 40 %), incluso pensando que el incremento de las enzimas mitocondriales sea considerable (69). Es probable que el entrenamiento induzca aumentos en las enzimas mitocondriales que mejoran el rendimiento de la resistencia por la vía de la disminución de la producción de lactato durante el ejercicio y del incremento de la oxidación de las grasas, con el consiguiente ahorro de glucógeno muscular y de la glucosa en sangre (69). Aunque, durante el ejercicio con todo el cuerpo, las adaptaciones enzimáticas mitocondriales al entrenamiento aumenten en resistencia del $\dot{V}O_2$ máx, parece que se afecta más el rendimiento por el aporte de oxígeno y no por la densidad mitocondrial (9).

Densidad capilar. Las investigaciones han demostrado que cuanto mayor sea la densidad capilar, o número de capilares, más elevado será el $\dot{V}O_2$ máx (9, 26, 35, 132). Se ha especulado que este depende de la densidad capilar, o del número de capilares por unidad de área de sección transversal del músculo (100). Una mayor densidad capilar permitirá mantener o alargar el tiempo de tránsito de los glóbulos rojos a través del lecho vascular (130), lo cual puede incrementar la extracción tisular de O_2 —denominada **diferencia arteriovenosa de oxígeno (a- $\bar{v}O_2$ difference)**—, incluso cuando el flujo sanguíneo es elevado (9). Los investigadores también han demostrado que los deportistas con densidad capilar elevada son capaces de ejercitarse durante más tiempo, ya que pueden tolerar mejor el metabolismo anaeróbico y la formación de lactato que los deportistas con menor densidad (76). Esto sugiere que la densidad capilar tiene un papel importante en el aporte de oxígeno para el tejido que trabaja y en la eliminación de los productos de desecho producidos por el músculo.

La densidad capilar se incrementa en respuesta del entrenamiento de resistencia (36, 71, 130, 136, 151). Este aumento parece estar estrechamente unido a la edad de entrenamiento del deportista, por lo que aquellos con más edad de entrenamiento poseerán mayor densidad capilar (127).

Umbral de lactato

Está bien aceptado que el $\dot{V}O_2$ máx desempeña un papel en la capacidad de rendimiento de resistencia. Sin embargo, entre los deportistas de élite existe un estrecho rango de $\dot{V}O_2$ máx (18, 27), lo que sugiere que este parámetro no es el que diferencia sus distintos rendimientos (14, 18). Por ejemplo, si compiten dos deportistas de élite con diferentes valores de $\dot{V}O_2$ máx, el que lo posea más bajo puede ser capaz de compensarlo trabajando a un mayor porcentaje de su capacidad máxima (figura 11.5) (18, 33, 140). El porcentaje de $\dot{V}O_2$ máx en el

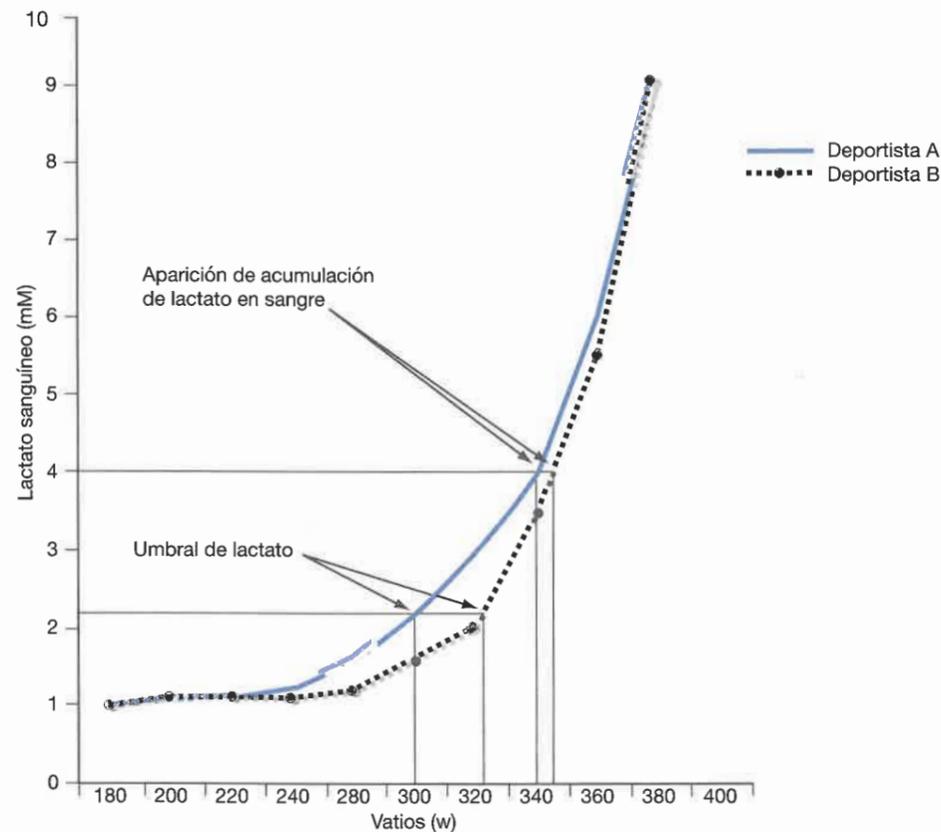


FIGURA 11.5 Comparación entre dos deportistas con igual $\dot{V}O_2$ máx y diferentes valores de umbral de lactato y aparición de acumulación de lactato en sangre (OBLA).

El deportista A puede producir 300 W a umbral de lactato, mientras que el deportista B, 320 W. Por tanto, el deportista B puede trabajar a un 6,7 % mayor de la carga de trabajo. La potencia y el umbral de lactato se correlacionan estrechamente con la capacidad de rendimiento de resistencia (75).

que el deportista es capaz de entrenar puede ser el predictor más preciso del rendimiento. Este porcentaje se denomina **rendimiento de captación de oxígeno**, y está limitado por la combinación del umbral de lactato individual y el $\dot{V}O_2$ máx (14, 35).

El rendimiento de captación de oxígeno también puede considerarse como la mayor cantidad mientras se mantiene el equilibrio entre la formación del lactato y el efecto tampón. Este equilibrio también se ha denominado como **estado de equilibrio máximo del lactato** (150). El punto en el que se rompe este equilibrio, y en el que la acumulación de lactato comienza a superar la capacidad tampón, es el **umbral anaeróbico** (150). El umbral anaeróbico representa la intensidad del ejercicio en la que el organismo no puede afrontar sus exigencias energéticas mediante los mecanismos aeróbicos, por lo que comienza a aumentar el aporte energético anaeróbico para poder mantenerla. En este escenario, se produce un incremento de la producción de lactato, como consecuencia del aumento de la formación de piruvato por el sistema glucolítico, el cual no puede incorporarse al metabolismo oxidativo. En lugar de ello, se convierte rápidamente en ácido láctico y, a continuación, en lactato (150).

Para generar una curva de acumulación de **lactato**, puede hacerse un test de ejercicio progresivo, con incrementos periódicos de intensidad, junto con una muestra de sangre (figura 11.6). Esta curva muestra que el punto de corte en la formación de lactato se produce cuando se incrementa la intensidad del ejercicio (148). La intensidad del ejercicio en la que comienza el incremento sustancial de acumulación de lactato se ha denominado umbral de lactato (14, 148, 150). El umbral de lactato se define como el incremento de 1 mM en la acumulación de lactato en sangre, por encima de los niveles de reposo en el test de ejer-

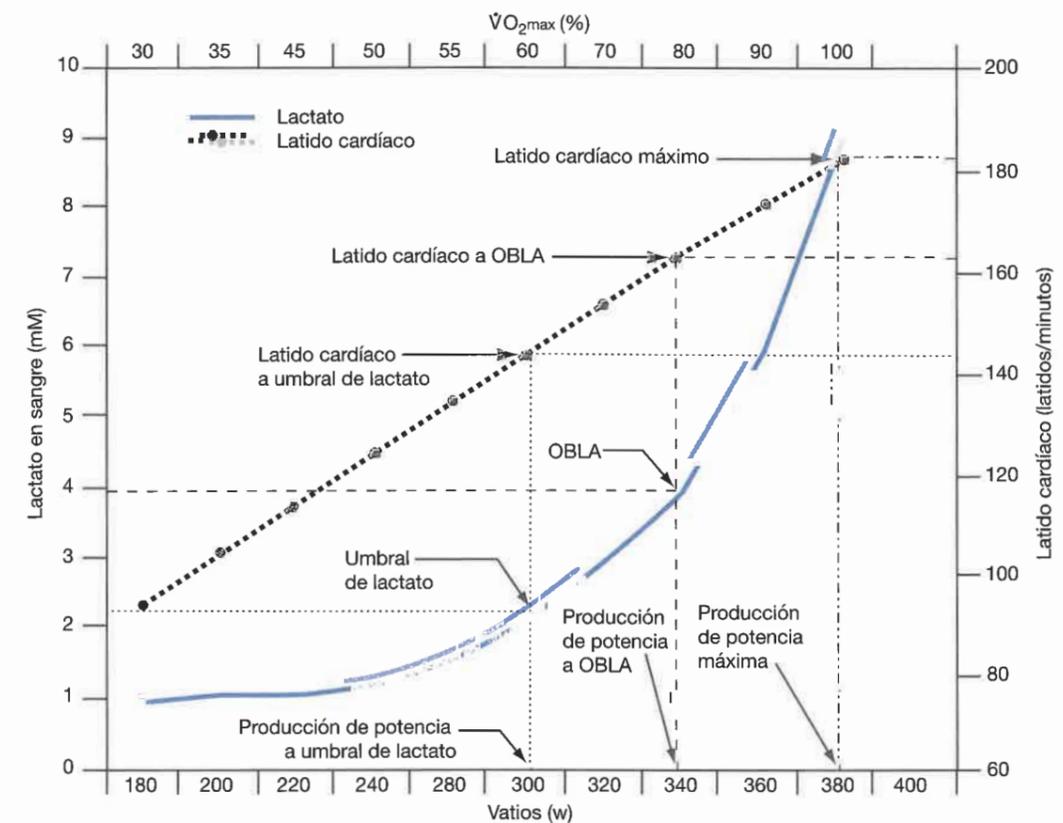


FIGURA 11.6 Respuesta de umbral de lactato y aparición de acumulación de lactato en sangre (OBLA) en un test cicloergométrico progresivo.

cicio progresivo (35, 162). En sujetos no entrenados, el umbral de lactato se produce en aproximadamente el 50 al 60 % del $\dot{V}O_2$ máx (25, 76, 148), mientras que en los entrenados puede producirse entre el 75 y el 90 % del $\dot{V}O_2$ máx (76). La producción de potencia o de velocidad del movimiento que puede mantenerse a umbral de lactato es un fuerte predictor del rendimiento de resistencia (43, 75). Dumke y colaboradores (43) demostraron que el latido cardíaco a umbral de lactato es similar al de una prueba ciclista contrarreloj de 60 min realizada por ciclistas entrenados. Existen fuertes evidencias que sugieren que la velocidad o la producción de potencia a umbral de lactato explican la gran mayoría de las variaciones en el rendimiento que se ven entre los corredores de distancia (9, 47, 48). Parece que los entrenadores que trabajan con deportistas de resistencia deberían cuantificar el umbral de lactato y el latido cardíaco, junto con los valores de potencia o velocidad asociados con ellos.

El segundo punto de corte en la curva de acumulación de lactato se denomina aparición de acumulación de lactato en sangre (OBLA), el cual se produce con un valor fijo de lactato de 4 mM (138) (figura 11.6). La OBLA es mucho más elevada que el umbral de lactato, y corresponde a una intensidad de ejercicio mucho mayor que la que se ve a umbral de lactato. Como con este, se ha sugerido que la OBLA es un fuerte indicador de la capacidad de rendimiento de resistencia (14, 43, 79). Dumke y colaboradores (43) señalaron que el latido cardíaco a OBLA es similar al que se registra durante 30 min de una prueba contrarreloj.

Tanto el umbral de lactato como la OBLA son sensibles al entrenamiento (40, 75). Se ha demostrado que el trabajo de resistencia cambia el umbral de lactato hacia la derecha, lo cual sugiere que puede ejercerse una mayor intensidad de ejercicio (potencia o velocidad) sin acumulación de lactato (75). Parece que es importante el entrenamiento continuado ligeramente por encima del umbral de lactato para mejorar el rendimiento de resistencia, dado que provoca cambios en la OBLA y en el umbral de lactato (24, 65, 78, 139, 157).

Según evidencias anecdóticas, un plan de entrenamiento de resistencia bien equilibrado requiere trabajo periódico a ritmo o umbral de lactato para optimizar el rendimiento (75).

También puede modificarse el umbral de lactato y la OBLA, en respuesta al entrenamiento a intervalos de alta intensidad realizado con intensidades sustancialmente más elevadas que la potencia, la velocidad y el latido cardíaco a umbral de lactato (40, 65). El entrenamiento a intervalos de alta intensidad puede exigir múltiples esfuerzos de alta intensidad (> del 80 % del pico de potencia aeróbica) y de diferente duración (30 s a 8 min), intercalados con recuperaciones de menor intensidad (60 s a 4,5 min) (87). El entrenamiento de fuerza en la preparación de los deportistas de resistencia también ha demostrado mejorar el umbral de lactato (77). Este es determinante en el rendimiento de resistencia; comprender que el latido cardíaco, la potencia o la velocidad se hallan dentro del umbral de lactato puede ser muy útil en el diseño de los programas de entrenamiento de resistencia.

Economía del ejercicio

La economía del ejercicio es un factor clave que impone el rendimiento en el ejercicio de resistencia. La economía del ejercicio, o economía del movimiento, se ha definido como la captación de oxígeno requerida para realizar un ejercicio a una intensidad dada (75), o como la proporción entre el trabajo mecánico realizado con la energía consumida (9). La economía del movimiento, y sus efectos sobre el coste energético de la actividad, puede explicar parcialmente algunas de las diferencias en el rendimiento apreciadas entre deportistas con similares valores de $\dot{V}O_2$ máx (10). Un examen más detallado sobre deportistas con similares $\dot{V}O_2$ máx sugiere que hay una gran variabilidad interindividual en el coste de oxígeno del ejercicio submáximo (75).

Esta amplia diferencia interindividual se observa claramente al examinar las variaciones entre los costes de oxígeno cuando los sujetos corren a una velocidad submáxima dada (9, 19, 107). Tales diferencias individuales parecen verse afectadas por el estatus de entrenamiento, dado que la economía de la carrera está significativamente relacionada con él (75, 97, 103, 107). Los individuos entrenados expresan una mayor economía de ejercicio comparados con sus homólogos no entrenados (107). En efecto, parece que el número de años de entrenamiento tiene una relación significativa ($p < ,05$, $r = ,62$) con la economía de la carrera (97). Se especula si la economía de la carrera mejora como resultado de las adaptaciones musculoesqueléticas a largo plazo, como la transición de fibras tipo II a fibras tipo I (117, 154), y a los cambios metabólicos que reducen el coste energético para desarrollar un nivel de fuerza repetitivo específico (103). También se ha sugerido que, a largo plazo, el entrenamiento afecta la economía de la carrera como resultado de los cambios antropométricos, biomecánicos y a los factores técnicos (5).

El estímulo del entrenamiento es posible que tenga un papel significativo en el desarrollo de la economía del ejercicio (9, 75, 103). Parece que se produce una mayor economía del movimiento en las velocidades o rendimientos de potencia en los que entrena habitualmente el deportista (75). Se ha sugerido que tales cambios están relacionados con el volumen de trabajo del deportista (75). Esto se observa claramente en el hecho de que los deportistas más experimentados, que han acumulado más kilómetros de entrenamiento, expresan mayores niveles de economía del ejercicio (74, 75).

Se ha sugerido que el entrenamiento a intervalos de alta intensidad mejora significativamente la economía de la carrera, y el $\dot{V}O_2$ máx, asociado generalmente con las mejoras en el rendimiento de resistencia (87). Se ha demostrado que realizar carreras a intervalos, con intensidades cuyo rango esté entre el 93 y el 106 % de $\dot{V}O_2$ máx, mejora la economía de la carrera (103). Apoyos a esta afirmación pueden encontrarse en el trabajo de Franch y colaboradores (53); en su estudio de 6 semanas de intervalos largos, consistentes en 4 a 6 series de intervalos de 4 min (4,6 m/s), separados de 2 minutos de descanso, provocaba un incremento del 6 % en el $\dot{V}O_2$ máx y del 3 % la economía de la carrera. En un estudio sobre futbolistas que entrenaron 2 veces por semana, durante 8 semanas, a intervalos aeróbicos, consistentes en 4 series de 4 min de intervalos de alta intensidad (90 al 95 % del latido car-

díaco máximo), separados de 3 minutos de trote ligero, obtenían incrementos del 6,7 % en la economía de carrera, el 10,7 % en el $\dot{V}O_2$ máx y el 15,9 % en el umbral de lactato; también mostraban un 24 % de mayor posesión del balón durante el partido y un 3,5 % de aumento de la capacidad de juego con un latido cardíaco más elevado durante un partido (62). Aunque estos datos preliminares sugieren que los intervalos de alta intensidad pueden mejorar la economía de la carrera, se necesitan más investigaciones para clarificar qué tipo de entrenamiento a intervalos es el más efectivo. Por tanto, parece que el entrenamiento a intervalos de alta intensidad debe incorporarse a los planes de entrenamiento, tanto en deportistas de deportes de equipo como en los de fondo más tradicionales.

Otro método para mejorar la economía de la carrera en los corredores de distancia es añadir entrenamiento de fuerza o pliométrico de bajo impacto (73, 110, 155). Estas mejoras pueden lograrse por el incremento de la eficacia mecánica causada por una mayor competencia en los esquemas de reclutamiento de unidades motoras y el incremento de la fuerza muscular (específicamente, de la fase de propulsión de la carrera). A pesar de que el entrenamiento de fuerza ofrece un gran beneficio a los deportistas de resistencia, muchos atletas se preocupan por el aumento de peso que este pudiera causarles. Sin embargo, esto no puede convertirse en el problema principal, ya que la literatura contemporánea establece que el entrenamiento de resistencia amortigua las vías de señalización necesarias para activar las ganancias significativas de masa muscular (108). Esto puede apreciarse claramente en la literatura que explora los efectos del entrenamiento de fuerza sobre el rendimiento de resistencia, en la que se aporta el dato de que, como norma, los deportistas ganan menos de un 1,0 % de masa corporal debido al aumento de la masa magra somática (68, 110). Por tanto, es aconsejable que los deportistas de resistencia incluyan el trabajo de fuerza y del entrenamiento pliométrico de bajo impacto en su plan para optimizar la economía del ejercicio y, al final, aumentar su rendimiento de resistencia.

Factores que influyen en el rendimiento de la resistencia anaeróbica

Varios factores afectan la capacidad de los deportistas para realizar episodios repetidos de ejercicios anaeróbicos de alta intensidad (3, 50, 84). Estos factores incluyen: la capacidad para activar preferentemente los sistemas energéticos anaeróbicos, la capacidad de tamponar el ácido láctico, el funcionamiento del sistema cardiovascular y la habilidad para mantener las características neuromusculares relacionadas con el rendimiento.

Bioenergética

La ERAI depende de la capacidad para realizar repetidamente actividades de potencia elevada que activan preferentemente los sistemas energéticos anaeróbicos (113). Cuando el deportista incorpora el entrenamiento ERAI en su plan de trabajo, experimentará adaptaciones fisiológicas que incrementen la concentración o actividad de las enzimas clave de los sistemas energéticos del fosfágeno y glucolítico (3, 50).

Se han demostrado aumentos en los depósitos musculares de ATP, fosfocreatina (PCr) y glucógeno producidos en respuesta al entrenamiento a intervalos o al sprint (3, 50, 84). Estos cambios en las propiedades enzimáticas parece que permiten un mayor, y más rápido, aporte de energía en los episodios de ejercicio de alta intensidad, con lo que el deportista puede mantener un alto nivel de rendimiento.

Capacidad tampón del ácido láctico

Uno de los factores más importantes que afectan a la capacidad del deportista para desarrollar la ERAI es la capacidad de tamponar el ácido láctico en lactato. Dicha capacidad tampón del ácido

láctico, o de los iones H^+ , se relaciona con el rendimiento en el esprint (93, 159). Está bien documentado que el incremento en la concentración de iones H^+ provoca un efecto inhibitorio sobre la **fosfofructocinasa** (PFK-1) (143). Si estos iones H^+ no se tamponan, se reducirá la disminución concomitante de la actividad PFK-1 y la producción del ATP a partir de la glucólisis y, por tanto, caerá la producción de potencia que puede mantenerse durante la actividad (87).

Los métodos de entrenamiento ERAI, como los de alta intensidad o a intervalos, han demostrado que incrementan la capacidad tampón del deportista (101, 159). Este aumento capacita al organismo para mantener el flujo energético con mayor rapidez y, por tanto, el rendimiento de potencia que se observa habitualmente en los deportes que se basan en la ERAI. Por esta razón, si el perfil bioenergético de la actividad indica que es necesario la ERAI, el programa de trabajo debe incluir intervenciones que incrementen la capacidad del deportista de tamponar el ácido láctico, a la vez que mantiene el porcentaje de flujo energético.

El ERBI, o entrenamiento aeróbico, no permite el desarrollo máximo de la capacidad de tamponar el ácido láctico (113). Para incrementarla, el plan de entrenamiento debe estimular la acumulación de iones H^+ , lo cual solo ocurre si se estimula repetidamente el sistema glucolítico rápido. Dado que el ERBI activa primariamente los sistemas de aporte energético aeróbico, en especial cuando se siguen intensidades por debajo del umbral de lactato, este método de entrenamiento es poco útil para el deportista que requiere ERAI. En efecto, es probable que la incorporación de métodos de entrenamiento ERBI en los planes de entrenamiento de deportistas anaeróbicos disminuya la ERAI (125).

Sistema cardiovascular

El metabolismo oxidativo y el sistema cardiovascular tienen un papel integral en la recuperación del entrenamiento a intervalos de alta intensidad, como el trabajo a intervalos de resistencia o de sprints (148). Sin embargo, los deportistas que participan en deportes basados en la ERAI no deben hacer entrenamiento ERBI, ya que este deteriora la capacidad de rendimiento anaeróbico (45).

Recientes evidencias demuestran claramente que el entrenamiento a intervalos de alta intensidad puede incrementar el $\dot{V}O_2$ máx, el volumen sistólico y la capacidad para usar el metabolismo oxidativo durante la recuperación de los entrenamientos a intervalos (87, 113). Parece que estas adaptaciones tienen un papel integral en la capacidad del deportista para recuperarse de los episodios repetitivos de ejercicio de alta intensidad. Curiosamente, el uso del entrenamiento a intervalos de alta intensidad no empeora el aporte energético anaeróbico durante el ejercicio, ni modifica los esquemas de activación neuromuscular, observados habitualmente en respuesta a la ERBI. Por tanto, la implementación correcta de este tipo de trabajo de alta intensidad permitirá las adaptaciones necesarias del sistema cardiovascular para el desarrollo de la ERAI. De acuerdo con ello, los deportistas que requieren ERAI en su deporte, no deben utilizar métodos de entrenamiento ERBI, ya que el entrenamiento a intervalos de alta intensidad aportará los estímulos adaptativos necesarios para optimizar el rendimiento.

Sistema neuromuscular

El entrenamiento a intervalos de alta intensidad no interfiere con el desarrollo de una gran cantidad de fuerza, ni con la producción de potencia necesaria para el rendimiento en deportes basados en ERAI. Al contrario, el entrenamiento ERBI disminuye la capacidad del atleta para producir fuerza a gran velocidad en las regiones de baja frecuencia de la curva fuerza-velocidad (13, 45). La curva fuerza-tiempo puede cambiarse en respuesta al entrenamiento ERBI (figura 11.1). El impacto de los entrenamientos ERAI y ERBI puede observarse claramente en las diferencias de la curva fuerza-tiempo y de los esquemas de activación electromiográfica en los atletas de resistencia, de fuerza y de potencia (61).

La producción de fuerza por unidad de tiempo (RFD) parece verse afectada por el tipo de entrenamiento utilizado. Por ejemplo, los métodos ERBI disminuirán sustancialmente la

RFD y la habilidad para generar picos de fuerza (61). La capacidad para expresar una RFD elevada parece que depende de los sistemas de energía activados, el tipo de fibra muscular y los esquemas de reclutamiento neuromuscular (45, 61).

La capacidad de liberar rápidamente energía a partir del ATP depende de la actividad de la adenosín-trifosfatasa (ATPasa), la cual está relacionada con las isoformas de la caderas duras de miosina (MHC) (tipo de fibra) (163). Las fibras musculares que contienen MHC tipo X y IIa son considerablemente más rápidas que las que poseen MHC tipo I (55). Por lo general, los deportistas de fondo tienen más concentración de MHC tipo I que los atletas de fuerza o de velocidad (163). El entrenamiento ERAI parece que incrementa las MHC isoformas tipo I (154), lo cual puede disminuir la rapidez de la actividad de la ATPasa. Estos cambios podrían empeorar la capacidad del deportista para producir movimientos con mucha fuerza y gran velocidad, necesarios para mantener las capacidades ERAI. Por el contrario, el uso de métodos de entrenamiento a intervalos incrementará las isoformas tipo MHC IIa, que permitirán al deportista mantener la capacidad de generar fuerza y potencia (45). La capacidad para generar fuerza rápidamente es un componente importante de la ERAI. Por tanto, los métodos preferidos para desarrollar resistencia en los atletas que participan en deportes basados en la fuerza y en la potencia, son el entrenamiento de sprints y a intervalos.

Métodos para desarrollar la resistencia

Los deportistas pueden desarrollar la resistencia utilizando una serie de métodos que producen unas respuestas fisiológicas y de rendimiento muy específicas. Cuando se desarrolla un plan de entrenamiento, el entrenador debe establecer qué tipo de resistencia tiene como objetivo, ya que los métodos para trabajarla son muy diferentes en su implementación y resultados fisiológicos. Por ejemplo, los métodos tradicionales para desarrollar la ERBI requieren un entrenamiento continuado, realizado en rangos diferentes de intensidad, que varían entre el 60 y el 90 % del latido cardíaco máximo (141). Se ha demostrado que la utilización de intervalos de alta intensidad mejora la ERBI (20, 21, 57, 58, 86-91) y, por tanto, incrementa las opciones de entrenamiento disponibles para el entrenador y el deportista. Por el contrario, este tipo de trabajo, y sus métodos, parece que disminuyen la capacidad ERAI la cual, al final, podría impedir el rendimiento de los deportistas que deben realizar movimientos repetitivos de gran intensidad y potencia durante la competición. Por tanto, ambos deben ser conscientes de los diferentes métodos utilizados para desarrollar tanto la ERBI como la ERAI, y qué tipo de resistencia es la que se necesita en los diversos deportes.

Baja intensidad o ejercicio aeróbico

Hay varios métodos para desarrollar la resistencia y, por lo general, su opción depende del momento del año y de las metas de entrenamiento del deportista (tabla 11.1). El desarrollo de la ERBI es una función de la estimulación de las adaptaciones fisiológicas que mejoran el rendimiento. Tradicionalmente, la resistencia aeróbica se desarrolla mediante el empleo de entrenamientos lentos de larga distancia (LLD). Sin embargo, también se utilizan otros métodos, como el trabajo a tiempo o a ritmo, el entrenamiento con cargas y el entrenamiento a intervalos.

Descanso activo

El descanso activo, o ejercicio de recuperación, a menudo se usa para estimular la recuperación del trabajo de alta intensidad o de la competición. Este tipo de actividad requiere ejercitarse con un latido cardíaco lento (<65 % del latido cardíaco máximo) y que dure alrededor de 30 a 60 min (1, 141). Este método puede utilizarse muchas veces por semana, en función de la estructura del microciclo.

TABLA 11.1 Métodos utilizados para desarrollar resistencia por ejercicio de baja intensidad

Método de entrenamiento	Frecuencia recomendada (veces por semana)*	Duración de la sesión de entrenamiento	Intensidad	
			Latido cardíaco (% máx)	$\dot{V}O_2$ máx (% máx)
Descanso activo	1 o 2	30-60 min	<60 %	<40 %
Lento de larga distancia (LLD)	1 o 2	≥30 min (distancia de carrera o mayor)	60-70 %	42-56 %
Entrenamiento a tiempo o ritmo continuo	1 o 2	20-30 min	Latido cardíaco y $\dot{V}O_2$ a umbral de lactato	
Entrenamiento a intervalos				
Intervalos aeróbicos	1 o 2	20-40 min tiempo total (en función de la estructura)	80-100 %	70-100 %
Intervalos anaeróbicos	1 o 2	Episodios de trabajo <2 min (intervalos trabajo-descanso 1:0.5-1:5)	Máxima	Supermáxima
Fartlek	1	>30 min	Varios	Varios

*Otros días de entrenamiento siguen otros métodos de entrenamiento o de descanso y recuperación.

Entrenamiento lento de larga distancia (LLD)

El entrenamiento **lento de larga distancia (LLD)** puede considerarse como un ejercicio de «conversación», en el que el deportista puede mantener una conversación sin experimentar estrés respiratorio (118). Este entrenamiento implica kilometrajes de trabajo relativamente elevados, o distancias que se cubren durante mucho tiempo (30 a 120 min o más, en función del deporte), a intensidad entre moderada a baja (66 al 80 % del latido cardíaco máximo; 50 al 70 % de $\dot{V}O_2$ máx; tabla 11.2) (103, 118, 129). Se ha sugerido que el entrenamiento LLD mejora la función cardiovascular, la capacidad de termorregulación, la producción energética mitocondrial y la capacidad oxidativa del músculo esquelético (30, 32, 41, 52, 69, 80, 118). Se han demostrado consistentemente estas adaptaciones fisiológicas en individuos no entrenados (87); sin embargo, dichos cambios no parece que se produzcan tan fácilmente en los deportistas de resistencia que entrenan duramente (31, 64, 87). Es probable que estos precisen mayor intensidad de trabajo, la cual pueden conseguir por la vía de los métodos del entrenamiento a intervalos (87).

Durante el entrenamiento LLD, la intensidad de trabajo es marcadamente menor que la que se experimenta en la competición (118). Esto sugiere que pueden incluirse en el plan de entrenamiento los métodos de trabajo de alta intensidad, como el entrenamiento a intervalos y el *fartlek* (juego de velocidad, o carreras continuas alternando la intensidad), para optimizar el rendimiento. Esto no quiere decir que el entrenamiento LLD deba excluirse del plan de entrenamiento de los deportistas de fondo; este tipo de trabajo parece ser muy importante para desarrollar la resistencia aeróbica (46). Por ejemplo, Esteve-Lanao y colaboradores (46) sugieren que el entrenamiento LLD debe constituir la mayor parte del volumen de entrenamiento, siempre que el trabajo de alta intensidad sea suficiente.

TABLA 11.2 Relación entre latido cardíaco, consumo de oxígeno y ergogénesis

Porcentaje de FMáx	Porcentaje de $\dot{V}O_2$ máx	Ergogénesis	Modalidad de entrenamiento
50	28	Aeróbico oxidativo/glucolítico	Descanso activo
60	42		
66	50		
70	56	Glucolítico aeróbico	Entrenamiento extenso de capacidad aeróbica
74	60		
77	65		
80	70	Glucolítico anaeróbico/aeróbico	Entrenamiento intensivo de capacidad aeróbica o extensivo de potencia aeróbica
85	75		
88	80		
90	83	Glucolítico aeróbico/anaeróbico	Entrenamiento intensivo de potencia aeróbica
92	85		
96	90	Glucolítico anaeróbico/aeróbico	Entrenamiento intensivo de potencia aeróbica y extensivo de capacidad anaeróbica
100	100		

Adaptado de M. L. Micheli, E. Castellini y M. Marella, 2008, «Il condizionamento aerobico», *L'allenatore*, A.I.A.C. (102b), y R. Proietti, 1999, *La corsa: Valutazione e allenamento della potenza aerobica e della resistenza alla velocità nel calcio* (Città di Castello, Italy: Edizioni Nuova Primos) (120b).

Durante la fase preparatoria de un programa de entrenamiento de resistencia, el objetivo principal es establecer las bases fisiológicas (54, 141). Su desarrollo se realiza por la vía de la utilización del entrenamiento a intervalos aeróbicos y del LLD (a ritmo estable o entrenamiento a *tempo*), intercalando descanso activo, descanso pasivo y entrenamiento con cargas. La tabla 11.3 presenta un microciclo cuyo propósito se centra en establecer dichas bases.

TABLA 11.3 Microciclo de preparación general enfatizando en el entrenamiento LLD

Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Sesión de trabajo	Día de descanso						
Entrenamiento de resistencia		LLD	Recuperación	Intervalos aeróbicos	Recuperación	LSD	<i>Fartlek</i>
Entrenamiento de fuerza			Entrenamiento de fuerza		Entrenamiento de fuerza		
Duración total		120 min	60 min	80 min	60 min	150 min	60-120 min
Duración de los intervalos		120 min	60 min	15 min	60 min	150 min	—
Recuperación		—	—	5 min	—	—	—
Relación trabajo-descanso		1:0	1:0	3:1	1:0	1:0	—
Intensidad		131-139 latidos/min	<131 latidos/min	140-146 latidos/min	<131 latidos/min	131-139 latidos/min	—

LLD = lento de larga distancia.

Nota: El ejemplo del microciclo se basa en un volumen de entrenamiento semanal de 10 horas, en el que el latido cardíaco del deportista a umbral de lactato es 153 latidos/minuto.

Basado en Friel, 2006 (54) y Potteiger, 2000 (118).

Entrenamiento a intervalos

El **entrenamiento a intervalos** implica la repetición de episodios cortos o largos de ejercicio, normalmente realizados por encima del umbral de lactato, o en equilibrio con el lactato máximo, intercalados con ejercicios de baja intensidad o de descanso completo (16). Aunque el entrenamiento a intervalos no es un método de trabajo novedoso (lo popularizó, en 1930, el corredor alemán de media distancia Rudolf Harbig), la literatura científica del deporte contemporánea (20, 21, 86, 87, 91) ha estimulado el incremento del interés sobre él. Esta ha puesto de relieve muchas razones fisiológicas por las que el entrenamiento a intervalos debe ser parte integral del plan anual de los deportistas, incluidos desde los principiantes a los de élite (87). El entrenamiento a intervalos puede subdividirse en dos amplias categorías: intervalos aeróbicos y **anaeróbicos**.

Intervalos aeróbicos

El entrenamiento a intervalos aeróbicos estresa sobre todo el sistema energético aeróbico, y utiliza intensidades ligeramente por encima del umbral de lactato, o las que se observan durante la competición. También se le ha denominado como entrenamiento a umbral, o a tiempo o ritmo de entrenamiento (118). Puede realizarse de forma continuada o intermitentemente. Por ejemplo, en una sesión de entrenamiento a ritmo o a tiempo continuo, el deportista mantendrá su ritmo estable, a umbral de lactato o ligeramente por encima, durante la duración del episodio del ejercicio. Por el contrario, los intervalos a ritmo o a tiempo contienen períodos de ejercicio en estado estable, como se observa en las tablas 11.4 y 11.5.

Cuando el entrenador diseña una sesión de trabajo a intervalos aeróbicos, es recomendable que realice un test de esfuerzo progresivo para establecer el latido cardíaco máximo

TABLA 11.4 Dos sesiones de trabajo a intervalos aeróbicos

	Formato del intervalo aeróbico	
	Serie de intervalo 1	Serie de intervalo 2
Calentamiento	10-15 min	10-15 min
Número de intervalos de trabajo	8	8
Intensidad	80 % del pico de potencia* 80-85 % del latido cardíaco máximo	100 % del pico de producción de potencia al $\dot{V}O_2$ máx (413 W)
Duración	5 min	50 % del $T_{máx}$ (~3 min)
Intervalo de descanso	1 min	Tiempo para conseguir el 65 % del latido cardíaco máximo (~2-4 min)
Intervalo trabajo-descanso	5:1	1:0.5-1:1
Enfriamiento	10-15 min	10-15 min
Tiempo total de la sesión de trabajo	67-77 min	66-90 min
Frecuencia (veces por semana)	1 o 2	1 o 2

$T_{máx}$ = tiempo de fatiga a velocidad máxima o producción de potencia.

*Pico de potencia al $\dot{V}O_2$ máx.

Adaptado de Stepto et al., 2001 (145) y Laursen et al., 2005 (89).

TABLA 11.5 Sesión de trabajo a tiempo o a ritmo

	Entrenamiento a ritmo o a tiempo continuo	Entrenamiento a ritmo o a tiempo intermitente
Calentamiento	15-20 min	15-20 min
Episodios de trabajo		
Número	1	2
Duración	30 min	10 min
Intensidad	153-156 latidos/min	153-156 latidos/min
Episodios de trabajo		
Número	0	2
Duración	0 min	10 min
Intensidad	<131 latidos/min	<131 latidos/min

Nota: Basado en que el latido cardíaco a umbral de lactato es de 153 latidos/min.

Adaptado de Pottelger, 2000 (118) y USA Cycling, 2002 (1).

del deportista, su producción máxima de potencia o velocidad a $\dot{V}O_2$ máx y su umbral de lactato. Parte integral de este proceso es determinar el tiempo en el que se mantiene la producción de potencia de $\dot{V}O_2$ máx o la velocidad, denominado $T_{máx}$ (17b, 87, 91). Una vez establecidos el $T_{máx}$ y la producción de potencia o velocidad aeróbica máxima (es decir, VAM), ya puede establecerse la duración del intervalo de las intensidades. Se ha recomendado que la duración de cada intervalo corresponda entre el 50 y el 60 % del $T_{máx}$, y se haga en el pico de potencia o de velocidad (17c, 91). El intervalo de descanso puede establecerse

TABLA 11.6 Microciclo con intervalos aeróbicos o entrenamiento a tiempo o a ritmo

Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Sesión de trabajo	Día de descanso						
Entrenamiento de resistencia		LLD	Recorrido a ritmo de tiempo	Recuperación	Intervalos aeróbicos	LLD	Fartlek
Entrenamiento con cargas							
Duración total		120 min	80 min	60 min	65 min	150 min	60-120 min
Duración de los intervalos		120 min	15 min	60 min	5 min	150 min	--
Recuperación		--	5 min	--	1 min	--	--
Relación trabajo-descanso		1:0	3:1	1:0	5:1	1:0	--
Intensidad		131-139 latidos/min	140-146 latidos/min	<131 latidos/min	80-85 % de latido cardíaco máximo	131-139 latidos/min	--

LLD = lento de larga distancia.

Nota: este microciclo se basa en un volumen de entrenamiento semanal de 9 a 10 horas, en el que el latido cardíaco del deportista a umbral de lactato es de 153 latidos/min.

Adaptado de Friel, 2006 (54) y Pottelger, 2000 (118).

en el momento en el que se alcance el 65 % del latido cardíaco máximo del deportista, o si se realiza el episodio de ejercicio a menor intensidad (normalmente, al 50 % del P_{máx} o VAM), con una duración igual a la del episodio de ejercicio de mayor intensidad (por ejemplo, 3 min al 100 % de VAM, seguido por 3 min al 50 % de VAM) (17c).

También pueden programarse intervalos aeróbicos con una duración predeterminada y manteniendo un rango del latido cardíaco, o de potencia (145). El intervalo de descanso puede ser pre-serie para ser, específicamente, el objetivo del sistema aeróbico. Por ejemplo, un deportista puede realizar 8 series de intervalos aeróbicos de 5 minutos de duración, separadas de 1 minuto de recuperación activa de baja intensidad. La intensidad de este tipo de intervalos puede estar entre el 80 y el 85 % del latido cardíaco máximo, o de un porcentaje del latido cardíaco a umbral de lactato.

Independientemente del método utilizado, los intervalos aeróbicos pueden generar ganancias significativas de rendimiento y, a la vez, lograr adaptaciones fisiológicas, cuando se realizan 2 veces por semana en un máximo de 4 semanas (87, 91, 145). Debido a la gran cantidad de estrés fisiológico y psicológico que puede generar el entrenamiento a intervalos aeróbicos, el entrenador debe integrar métodos de recuperación y de entrenamiento a baja intensidad en el microciclo para evitar el sobreentrenamiento del deportista. La tabla 11.6 presenta un ejemplo de microciclo.

Intervalos anaeróbicos

Recientemente, el entrenamiento a **intervalos anaeróbicos** para los deportistas de resistencia ha recibido una gran atención en la literatura científica. En este tipo de trabajo a intervalos, la duración del esfuerzo es muy corta (<2 min) y la intensidad supramáxima (máxima, o por encima de la producción de potencia registrada durante la evaluación del $\dot{V}O_2$ máx). Los episodios de entrenamiento a intervalos anaeróbicos que utilizan entre 4 y 10 series de 15 a 30 s de trabajo máximo, intercaladas con 45 s a 12 min de recuperación, han demostrado que, en tan solo 2 semanas, incrementan significativamente el $\dot{V}O_2$ máx, la resistencia anaeróbica y estimulan muchas adaptaciones fisiológicas que mejoran el rendimiento (87). Por lo general, este tipo de sesiones son muy intensas y requieren utilizar métodos de recuperación, y modificaciones apropiadas de los programas, para evitar el sobreentrenamiento. Es probable que este tipo de entrenamiento sea muy efectivo cuando se realiza 1 o 2 veces por semana, integrándolo dentro del plan de entrenamiento. En la tabla 11.8 se presenta un microciclo que incorpora intervalos anaeróbicos.

Repetición

Otro método de entrenamiento a intervalos, denominado **método de repetición**, se caracteriza por períodos de descanso de recuperación completa. Las distancias utilizadas en este método pueden ser más largas o más cortas que las que corresponden a la competición. Los intervalos de mayor duración cambiarán el énfasis hacia el desarrollo de los sistemas energéticos aeróbicos, los mismos que utiliza el entrenamiento a intervalos aeróbicos. Por el contrario, los intervalos de duración corta incrementarán el estrés sobre los sistemas energéticos anaeróbicos, al igual que el entrenamiento a intervalos anaeróbicos. Los episodios cortos de muy alta intensidad requerirán mayores intervalos de descanso (118). La repetición de los métodos permite al deportista mejorar la velocidad de carrera, la economía de carrera y la ERAI.

Fartlek

Fartlek es una palabra sueca que significa «juego de velocidad», y es un método clásico para desarrollar la resistencia. Este sistema de entrenamiento es una combinación bastante anticientífica de intervalos y entrenamiento continuo. Por ejemplo, un corredor puede intercalar períodos de carrera rápida con otros de carrera lenta (98, 118, 141). Este tipo de entrenamiento puede llevarse a cabo sobre terreno plano, o subiendo y bajando cuestas (141). El *fartlek* no utiliza cargas de trabajo específicas o el latido cardíaco. En lugar de ello, confía

Test de campo para la velocidad aeróbica máxima

La velocidad aeróbica máxima (VAM) es la menor velocidad a la que se produce el consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}O_2$ máx). Un modo práctico para evaluarla es realizar un test de carrera de 6 min, si es posible en una pista de atletismo con curvas. Las investigaciones establecen que 6 min es el tiempo de fatiga al $\dot{V}O_2$ máx de producción de potencia (T_{máx}) (17d, 17e). El test es de auto-ritmo, pero se debe exigir un esfuerzo máximo en el último minuto (este se indica al deportista con un silbato). La distancia cubierta por el deportista se multiplica por 10 y se convierte en millas. El valor resultante es la velocidad aeróbica máxima.

Ejemplo:

Distancia cubierta: 4 vueltas = 1.600 m

1.600 m \times 10 = 16.000 m = 10 mi 10 mph es la velocidad al $\dot{V}O_2$ máx, o velocidad aeróbica máxima (VAM).

Utilícese la tabla 11.7 para encontrar el tiempo necesario para cubrir las distancias de entrenamiento más habituales a la velocidad deseada.

TABLA 11.7 Tiempo necesario para cubrir las distancias más habituales de entrenamiento en relación con la velocidad aeróbica máxima

Velocidad aeróbica máxima (VAM) en mph	Distancia de las repeticiones							
	100 m	200 m	300 m	400 m	500 m	600 m	800 m	1000 m
	Tiempo (min/s)							
8,7	0:25,7	-	-	1:43	2:08	2:34	3:25	4:17
9	0:24,8	-	-	1:39	2:04	2:29	3:18	4:08
9,3	0:24	-	1:12	1:36	2:00	2:24	3:12	4:00
9,6	0:23,2	-	1:10	1:33	1:45	2:19	3:06	3:52
10	0:22,5	0:45	1:07	1:30	1:52	2:15	3:00	3:45
10,3	0:21,8	0:43,6	1:05	1:27	1:49	2:11	2:54	3:38
10,6	0:21,2	0:42,3	1:03	1:24	1:46	2:07	2:49	3:32
10,9	0:20,6	0:41,1	1:02	1:22	1:43	2:03	2:44	3:25
11,2	0:20	0:40	1:00	1:20	1:40	2:00	2:40	3:20
11,5	0:19,5	0:38,9	0:58,4	1:18	1:37	1:57	2:35	-
11,8	0:19	0:37,9	0:57	1:16	1:35	1:54	2:31	-
12,1	0:18,5	0:36,9	0:55,4	1:14	1:32	1:51	2:27	-
12,4	0:18	0:36	0:55	1:12	1:30	-	-	-
12,7	0:17,5	0:35,1	0:52,6	1:10	-	-	-	-
13	0:17,1	0:34,3	0:51,4	1:08	-	-	-	-
13,3	0:16,7	0:33,5	-	-	-	-	-	-
13,7	0:16,4	0:32,7	-	-	-	-	-	-
14	0:16	0:32	-	-	-	-	-	-
14,3	0:15,7	-	-	-	-	-	-	-
14,6	0:15,3	-	-	-	-	-	-	-
14,9	0:15	-	-	-	-	-	-	-

TABLA 11.8 Microciclo para un corredor de 10 km con entrenamiento a intervalos anaeróbicos

Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Sesión de trabajo	Día de descanso						
Entrenamiento de resistencia		Intervalo	Recuperación	LLD	Intervalo	LLD	<i>Fartlek</i>
Entrenamiento con cargas							
Duración total		30-40 min*	1 h	2 h	30-40 min*	45 min	45 min-1 h
Duración de los intervalos		30 s	1 h	2 h	30 s	45 min	—
Recuperación		60 s	0	0	60 s	0	—
Número de intervalos		6			6		
Relación trabajo-descanso		1:2	1:0	1:0	1:2	1:0	—
Intensidad		Máxima	<131 latidos/min	131-139 latidos/min	Máxima	131-139 latidos/min	—

*Incluidos 15 min de calentamiento y enfriamiento.

LLD = lento de larga distancia.

Nota: este microciclo se basa en un volumen de entrenamiento semanal de 5-6 h en el que el latido cardíaco del deportista a umbral de lactato es de 153 latidos/min.

Adaptado de Friel, 2006 (54) y Potteiger, 2000 (118).

en las sensaciones subjetivas de cómo se siente el episodio de ejercicio (98). El *fartlek* puede ser muy útil durante el acondicionamiento general, o la fase preparatoria del plan de entrenamiento anual, ya que estimula los sistemas fisiológicos del organismo, a la vez que elimina el aburrimiento y la monotonía asociada con el entrenamiento diario (98, 118).

Entrenamiento de fuerza

El entrenamiento de fuerza puede mejorar el desarrollo de la resistencia. Habitualmente, el trabajo con cargas no se ha considerado como una parte importante para el desarrollo de la ERBI (77). Sin embargo, investigaciones recientes sugieren que el entrenamiento de fuerza posee un potencial para mejorar el rendimiento en el ciclismo (11, 96), la carrera (73, 110, 153) y el esquí nórdico (68, 111). Se ha propuesto que el entrenamiento de fuerza afecta al $\dot{V}O_2$ máx, al umbral de lactato, a la economía del movimiento y a las características neuromusculares de los deportistas de resistencia, según sus niveles de entrenamiento (77). Por ejemplo, los individuos no entrenados pueden experimentar mejoras en la ERBI al mejorar el $\dot{V}O_2$ máx, el umbral de lactato y la economía del movimiento (77). En deportistas de fondo altamente entrenados, es más probable que las mejoras en el rendimiento de la ERBI estén relacionadas con los cambios del umbral de lactato (96), la mejora de la economía del movimiento (110) y las modificaciones de la función neuromuscular (104, 153) (figura 11.7). Parece que incorporar entrenamiento con cargas a un plan de entrenamiento anual para un deportista de resistencia tiene cierta utilidad.

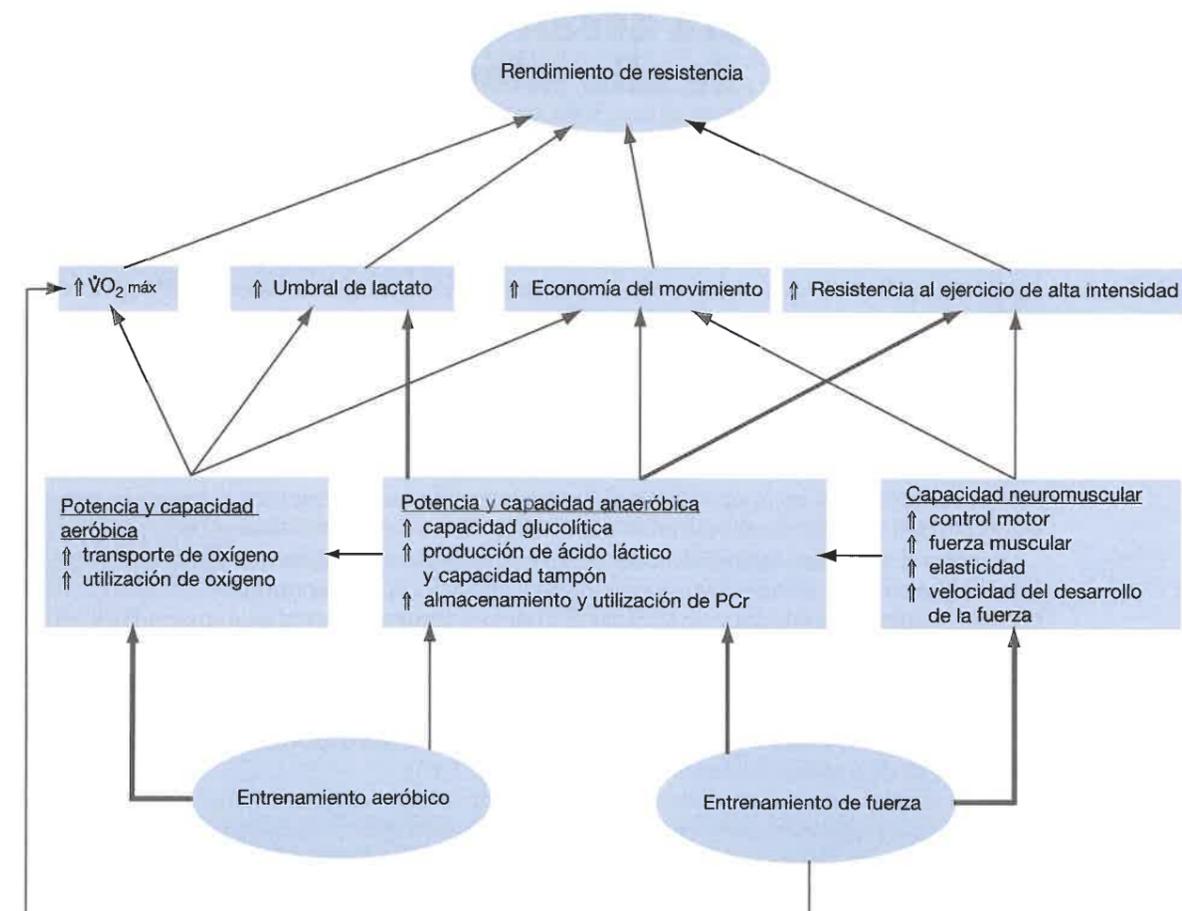


FIGURA 11.7 Estructura del entrenamiento simultáneo con cargas y de fondo en deportistas de resistencia.

PCr = fosfocreatina.

Adaptado de Paavolainen et al., 1999 (110) y Stone et al., 2006 (147).

Incorporar el entrenamiento con cargas en el plan de entrenamiento anual de un deportista de fondo parece que produce respuestas de rendimiento favorables (77, 147, 153). Sin embargo, se debe tener cuidado cuando se incorpora el trabajo de fuerza con la pretensión de mejorar el rendimiento ERBI. Cuando simplemente se añade a un plan de entrenamiento de resistencia preexistente, por lo general, no mejora el rendimiento (72). Es probable que añadir cargas de entrenamiento de fuerza a las cargas totales de entrenamiento provoque un estrés excesivo, con lo que aumenta la fatiga y disminuye la puesta en forma. En apoyo a esta afirmación, los trabajos de Jackson y colaboradores (72) demostraron que añadir entrenamiento con cargas a un programa de ciclismo provocaba una mayor sensación de fatiga y que se relacionaba con una pérdida de las ganancias de rendimiento. Los investigadores que han señalado mejoras en el rendimiento ERBI, programando conjuntamente entrenamiento de fuerza y de fondo, consiguen tales resultados reduciendo algo del volumen de entrenamiento de resistencia para acomodar las cargas de entrenamiento de fuerza (11, 104, 110). Es probable que para estimular las mejoras en el rendimiento sea sensato reducir entre el 19 y el 37 % de la carga del trabajo de resistencia cuando se añade entrenamiento con cargas al plan de entrenamiento global (11, 104, 110).

Métodos para desarrollar la resistencia de alta intensidad

La utilización de técnicas ERBI disminuye la capacidad de rendimiento de los deportistas que participan en deportes en los que se precisa la habilidad de producir episodios repetidos de gran potencia (28, 45). Los deportes basados en la potencia se clasifican en dos categorías: (1) deportes como el fútbol americano y el béisbol, que se basan en el ejercicio de tareas intermitentes y breves –con gran desarrollo de potencia y largos intervalos de descanso entre ellas–, y que obtienen la mayor parte de su energía del sistema energético del fosfato, y (2) deportes como el fútbol, el balonmano, el rugby y el baloncesto, que exigen realizar actividades repetidas de alta intensidad con intervalos de descanso, la mayor parte de ellos activos y cortos y, en consecuencia, utilizan tanto los sustratos energéticos anaeróbicos alácticos como los anaeróbicos lácticos. En ambos casos, es importante el metabolismo oxidativo durante la recuperación, ya que la reposición de la fosfocreatina y la eliminación del lactato es un proceso oxidativo (22, 45, 153b). Esta dependencia del metabolismo oxidativo durante la recuperación es el fundamento de los argumentos clásicos de que las técnicas ERBI son necesarias para los deportistas de las disciplinas anaeróbicas (28, 45).

Aunque el entrenamiento ERBI mejore varios factores fisiológicos que pueden acelerar la velocidad de recuperación entre los episodios de ejercicio, la correspondiente disminución de las habilidades anaeróbicas y de la capacidad de rendimiento parece que superan los beneficios de esta intervención de entrenamiento (45). Los atletas de deportes anaeróbicos deben evitar entrenar ERBI, procurando utilizar otras estrategias que mejoren su rendimiento y recuperación (113, 115). Sin embargo, el desarrollo de la ERAI puede realmente mejorar el rendimiento ERBI y, por tanto, los métodos utilizados en los deportes anaeróbicos pueden beneficiar al deportista de resistencia aeróbica (87, 147).

Una estrategia para desarrollar la resistencia es utilizar entrenamiento a intervalos de alta intensidad, que permiten mejorar la potencia anaeróbica, la capacidad anaeróbica y la potencia aeróbica (87, 113). Por lo general, el entrenamiento a intervalos se realiza utilizando series de repeticiones de sprints, intercalando intervalos de recuperación. La duración de esos últimos varía según sea el objetivo del sistema bioenergético (28) (tabla 11.9). Por ejemplo, un programa de entrenamiento a intervalos, con la proporción trabajo-descanso 1:1, tendrá como objetivo el sistema oxidativo (50), mientras que el de la relación 1:20

TABLA 11.9 Características bioenergéticas del entrenamiento a intervalos

Proporción en el intervalo (trabajo-descanso)	Formato de intervalo típico		Ejemplo de formato de intervalo		Sistema energético principal utilizado	Potencia máxima (%)
	Trabajo (s)	Descanso (s)	Trabajo (s)	Descanso (s)		
1:12-1:20	2-8	60-200	5	60	ATP-PC, glucólisis rápida	90-100
1:3-1:5	10-30	45-150	30	90	Glucólisis rápida, glucólisis lenta	75-90
1:3-1:4	60-180	180-720	60	180	Glucólisis rápida, glucólisis lenta y oxidativa*	50-75
1:0.5-1:1	>180	>180	240	120	Metabolismo oxidativo	30-50

*El sistema energético principal utilizado varía en función de la duración del intervalo y la recuperación.

sería los sistemas energéticos anaeróbicos (28). El uso de un programa de entrenamiento a intervalos estará determinado por varios factores, entre los que están: las exigencias bioenergéticas del deporte, el modelo de rendimiento establecido y la fase del plan de entrenamiento anual. Estos factores pueden manejarse mediante la manipulación de los intervalos de trabajo-descanso, las intensidades intervalo, la duración o distancia del intervalo, el volumen de ejercicio del intervalo, la duración, frecuencia y progresión del entrenamiento, el mantenimiento dentro de la temporada y el entrenamiento con cargas.

Carreras intermitentes

La modalidad del entrenamiento *fartlek* se emplea, sobre todo, en la preparación de deportes de equipo, en los que los episodios de gran intensidad se siguen de actividades continuas de baja intensidad, como el fútbol, el balonmano o el baloncesto (es decir, deportes intermitentes). En este caso, la combinación de intervalos de alta y baja intensidad se estructuran de modo que tengan un efecto de entrenamiento específico (tabla 11.10).

TABLA 11.10 Ergogénesis de carreras intermitentes de diferente duración en relación con el porcentaje de velocidad aeróbica máxima

Modalidad	Ergogénesis
Intensidad: 100 % velocidad aeróbica máxima	
10-10 s	Aeróbica
20-20 s	Aeróbica
30-30 s	Aeróbica
Intensidad: 105 % velocidad aeróbica máxima	
10-10 s	Ligeramente anaeróbica láctica
20-20 s	Ligeramente anaeróbica láctica
30-30 s	Ligeramente anaeróbica láctica
Intensidad: 110 % velocidad aeróbica máxima	
10-10 s	Ligeramente anaeróbica láctica
20-20 s	Anaeróbica láctica
30-30 s	Predominantemente anaeróbica láctica
Intensidad: 115 % velocidad aeróbica máxima	
10-10 s	Anaeróbica láctica
20-20 s	Predominantemente anaeróbica láctica
30-30 s	Predominantemente anaeróbica láctica

Reproducido con permiso de G.N. Bisciotti, 2002, «Utilizziamo bene l'intermittente», *Il Nuovo Calcio* 114: 110-114.

Intervalos trabajo-descanso

Los intervalos trabajo-descanso pueden estar dictados por las exigencias del deporte. Se ha descrito que el porcentaje de los intervalos trabajo-descanso en fútbol americano es de alrededor 1:6, lo cual representa un intervalo trabajo-descanso (s/s) de 4,3:27,9 para los juegos de carrera rápida y 5,8:36,8 para los juegos de pase (115). Un estudio indica que hubo de 12 a 13 juegos por partido (3,1-3,3 por cuarto), con un porcentaje de duración

Test metabólico específico del deporte para deportes intermitentes

Entre los muchos test disponibles de puesta en forma, están los test continuos e intermitentes. Estos últimos son, ciertamente, más específicos para deportes intermitentes, como el fútbol, el balonmano, el baloncesto y el tenis. El test yo-yo de recuperación intermitente (YYIRT) (figura 11.8) es uno de los muchos test, de los denominados pruebas *beep*, disponibles para evaluar la habilidad del deportista para realizar intervalos repetidos durante un período prolongado de tiempo; sin embargo, debido a la duración del intervalo de descanso (10 s) entre repeticiones, el YYIRT se asemeja más estrechamente a la dinámica metabólica de los deportes intermitentes (8b, 83b). Las tablas 11.11 y 11.12 pueden utilizarse para evaluar el nivel de puesta en forma de los deportistas. El entrenador puede crear su propio esquema específico para la disciplina del deportista, y de su nivel competitivo, y correlacionar el rendimiento competitivo con los resultados del YYIRT de los jugadores.

TABLA 11.11 Gradación de los niveles de forma física de jugadores de fútbol de la liga profesional, según su posición en el terreno de juego y los resultados del nivel 1 del test yo-yo de recuperación intermitente

Nivel	Posición		
	Defensa central, mediocampista	Centrocampista, extremo	Mediocampista posterior, lateral
<17	Malo	Malo	Malo
17,5-18	Aceptable	Malo	Malo
18-18,5	Bueno	Aceptable	Malo
18,5-19	Muy bueno	Bueno	Aceptable
19-19,5	Excelente	Muy bueno	Bueno
19,5-20	*	Excelente	Muy bueno
20,5-21	*	Excelente	Excelente
>21	*	*	Excelente

*El entrenamiento metabólico puede seguirse a nivel de mantenimiento, mientras se dedica más tiempo a desarrollar aspectos neuromusculares.

TABLA 11.12 Gradación del nivel de puesta en forma de jugadoras de voleibol de la liga profesional, según su resultado del nivel 1 del test yo-yo de recuperación intermitente

Nivel	Grado
<14	Malo
14-14,5	Por debajo del término medio
14,5-15	Aceptable
15-15,5	Bueno
15,5-16	Muy bueno
16-16,5	Excelente
>16,5	*

*El entrenamiento metabólico puede seguirse a nivel de mantenimiento, mientras se dedica más tiempo a desarrollar aspectos neuromusculares.

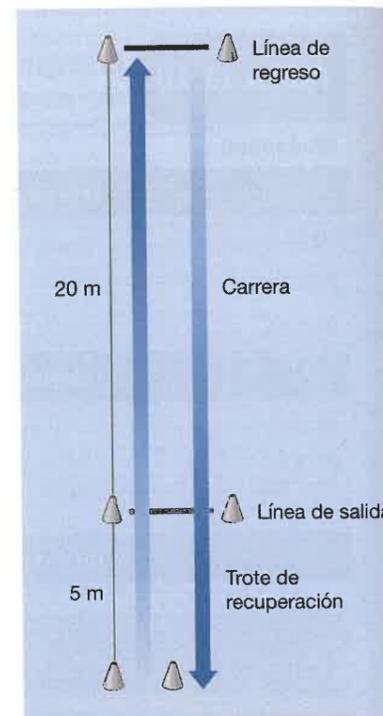


FIGURA 11.8 Organización del test yo-yo de recuperación intermitente.

Adaptado, con permiso, de M. McGuigan, 2016, «Administration, scoring, and interpretation of selected tests». In *Essentials of strength training and conditioning*, 4.ª ed., editado por G. G. Haff y N. T. Triplett para la National Strength and Conditioning Association (Champaign, IL: Human Kinetics), 278.

de juego de 2 a 12 s (113). La gran mayoría duraron entre 3 y 6 s (113), con una media de alrededor de 4 s (112). Esta información sugiere que, para esta población, el programa de entrenamiento a intervalos ideal es una serie de 10 a 16 sprints, realizados con un intervalo de trabajo de 3 a 5 s, y con 20 a 45 s de recuperación (intervalo trabajo-descanso 1:6) (115).

El fútbol proporciona otro ejemplo de juego con intervalos trabajo-descanso en el entrenamiento. La literatura sugiere que la proporción trabajo-descanso de 1:6 es similar a la que se observa en competición (7, 8), y evidencia disminuciones similares de velocidad que las que se ven en un partido (94). El fútbol muestra proporciones aproximadas de trabajo-descanso de 1:7 a 8, con 3 a 4 s de trabajo, intercalado con ejercicios de baja intensidad (94). Little y Williams (94) sugirieron que 40 repeticiones de sprints de 15 minutos, realizados con la proporción 1:6 de trabajo-descanso, simulan el estrés fisiológico de un partido. El intervalo trabajo-descanso debe prescribirse basándose en las exigencias individuales del deporte y en el contexto concreto de la fase del plan de entrenamiento.

Una vez que el entrenador ha determinado el intervalo trabajo-descanso requerido por el deporte, el atleta puede elegir entre varias formas de implementarlo en la sesión de intervalos del plan de entrenamiento. El primer método es utilizar tiempos predeterminados de rendimiento para calcular la duración apropiada del intervalo de descanso (50, 113). Otro método es utilizar el tiempo de latido cardíaco específico, como de 110 a 120 latidos/min (116). Los intervalos de descanso deben individualizarse tanto como sea posible, para que cada deportista cuente con la duración de recuperación apropiada, y de este modo se permita que el estímulo de entrenamiento necesario se ajuste a los factores bioenergéticos específicos del plan de trabajo.

Un error clásico, que cometen muchos entrenadores, es entrenar a todos los deportistas en grandes grupos, basando la duración de la recuperación en la del deportista más rápido.

Si esta práctica se aplica a los deportistas más lentos, probablemente se verán forzados a trabajar con una menor proporción trabajo-descanso que el más rápido, lo cual provocará que la sesión de entrenamiento sea más dura, cambiándoles por tanto el enfoque bioenergético de la sesión de trabajo (tabla 11.13). Esta práctica puede incrementar la posibilidad de que sufran sobreentrenamiento, e impedir su desarrollo. Puede ser prudente agrupar a los deportistas basándose en su capacidad aeróbica máxima, de tal forma que se individualice la duración de las repeticiones y la proporción trabajo-descanso. Entonces, el entrenador podrá establecer el volumen de entrenamiento de acuerdo con el lugar que ocupan en el juego. Esta práctica asegurará que cada deportista utilice la proporción trabajo-descanso apropiada y reciba el estímulo fisiológico que se le ha planificado.

Intensidades del intervalo

La prescripción de la intensidad del entrenamiento a intervalos puede afectar significativamente el rendimiento establecido por el plan de trabajo. No es recomendable usar el latido cardíaco como indicador de intensidad de un programa de entrenamiento a intervalos anaeróbico ya que, en este escenario, se relaciona mal con la intensidad (113). Es mejor ajustar las metas de tiempo del entrenamiento basándose en la capacidad máxima de cada deportista, lo cual permite al entrenador manipular la intensidad de trabajo y determinar el intervalo de descanso (50, 113). Por ejemplo, cuando se pretende desarrollar en el deportista una base de forma física, puede realizar un volumen elevado de sprints de entre el 60 y el 80 % de su capacidad máxima. Por el contrario, cuando cambia hacia un trabajo más específico, en las etapas más largas de la fase preparatoria del entrenamiento, puede incrementar la intensidad desde el 80 al 90 % de las necesidades competitivas o máximas (116).

TABLA 11.13 Comparación de los planes de entrenamiento a intervalos de dos deportistas

Variable	Deportista A	Deportista B
Relación prevista trabajo-descanso	1:4	1:4
Tiempo máximo en 40 m	5,2 s	6,0 s
Duración de la recuperación	20,8 s	20,8 s
Proporción real trabajo-descanso	1:4	1:3

Estos deportistas realizan cinco series de sprints de 40 m, y sus tiempos de recuperación se basan en el del más rápido. El deportista B experimenta una sesión de entrenamiento más fuerte, ya que su período de recuperación es más corto.

Establecer objetivos por tiempos para distancias específicas es una herramienta excelente para individualizar la intensidad del episodio de entrenamiento. Sin embargo, el deportista debe ser evaluado periódicamente por el entrenador para poder ajustarle la intensidad de trabajo. Cuando utiliza este método de establecer las intensidades de los intervalos, el técnico debe agrupar a los deportistas con capacidades similares (por ejemplo, tiempos de esprint), ya que esto le ayudará a determinar los intervalos apropiados de trabajo-descanso y a maximizar cada mejora fisiológica y de rendimiento del deportista.

La duración o la distancia del intervalo

En el entrenamiento de la ERAI, es más importante la calidad que la cantidad (113). La duración y la distancia de la parte del trabajo del plan de entrenamiento a intervalos dependerán del modelo táctico que establece el deporte en cuestión (114). Por ejemplo, Plisk (114) estableció que tres series de seis o siete esprints de 40 m, con una proporción trabajo-descanso de 1:6, podían satisfacer las exigencias metabólicas del fútbol americano. Parece que esta intensidad, basada en los mecanismos de aporte energético del fosfágeno y glucolítico, es mejor que incrementar la duración (148), por lo que podría resultar poco práctico, e incluso provocar respuestas maladaptativas, ampliar la duración o la distancia más allá de lo exigido por el deporte (113). Por tanto, la distancia o la duración del intervalo deben ser parejas con el modelo competitivo establecido por la actividad deportiva concreta.

Volumen de ejercicio del intervalo

El volumen del entrenamiento a intervalos lo imponen la fase del plan de entrenamiento anual, las adaptaciones fisiológicas objetivo y el deporte. Este volumen será mayor durante la fase preparatoria, y disminuirá durante la fase competitiva del plan de entrenamiento anual. La literatura científica proporciona una información limitada sobre el volumen óptimo del entrenamiento a intervalos necesario para inducir adaptaciones fisiológicas y de rendimiento.

Los investigadores han explorado diversos esquemas de volumen de entrenamiento a intervalos que han oscilado entre 2 y 24 repeticiones (87, 94) y, en ocasiones, hasta 40 (94). Algunas evidencias empíricas sugieren que los velocistas necesitan entre 6 y 12 repeticiones por sesión de trabajo, mientras que los corredores de media distancia pueden necesitar entre 1,5 y 2 repeticiones, cuando realizan intervalos rápidos, y de 2 a 3 repeticiones con sesiones de trabajo a intervalos lentos (113). No hay suficientes evidencias científicas, con respecto a los efectos sobre el rendimiento de los diferentes volúmenes de entrenamiento a intervalos, como para hacer recomendaciones sobre este punto. Por tanto, las decisiones sobre cómo manipular el volumen del entrenamiento deberán basarse en las necesidades del deportista y en las respuestas al estrés inducido por el entrenamiento.

Duración de la fase del entrenamiento a intervalos

Se ha demostrado que, en un plazo entre 2 y 15 semanas, el entrenamiento a intervalos anaeróbico estimula significativamente las adaptaciones fisiológicas en individuos previamente no entrenados, en función de la frecuencia, duración e intensidad del programa a intervalos utilizado (37b). Los ciclistas de élite han demostrado adaptaciones fisiológicas significativas, y ganancias de rendimiento en tan solo 2 semanas con un plan de entrenamiento a intervalos de alta intensidad (86, 87, 144). Aunque la literatura ha demostrado mejoras de rendimiento significativas, tanto en ciclistas como en corredores, entrenando a intervalos de alta intensidad en tan solo 2 semanas, se necesitan posteriores investigaciones para establecer las normas de actuación sobre la duración necesaria del entrenamiento para optimizar el rendimiento. Sin embargo, tanto las investigaciones como la práctica sugieren utilizar entrenamiento a intervalos de alta intensidad tras un período de trabajo de resistencia de intensidad moderada (4, 46b, 135b, 162b).

Frecuencia del entrenamiento a intervalos

La literatura científica sobre el entrenamiento a intervalos de alta intensidad ha explorado una serie de rangos de frecuencia de trabajo, que oscila entre 2 y 7 días por semana (16, 87). Según los estudios de investigación de Billat y colaboradores, cuando los deportistas pasaron de seis a cuatro sesiones de carrera (utilizando el método de mantener estable la intensidad, entre baja a moderada), además de una sesión a umbral anaeróbico y de entrenamiento a intervalos de alta intensidad, mejoraron tanto la velocidad a $\dot{V}O_2$ máx como la economía de la carrera (pero no el $\dot{V}O_2$ máx). Cuando incrementaron las sesiones de entrenamiento a intervalos de alta intensidad a tres, no hubo más mejoras del rendimiento, a la vez que se incrementaron los marcadores de sobreentrenamiento (17c). En otro estudio, durante 2 a 8 semanas de sesiones de entrenamiento a intervalos de alta intensidad (3 a 4 veces por semana), también empeoró el rendimiento y se incrementaron los marcadores de sobreentrenamiento (61b).

Como consecuencia, tanto las evidencias empíricas como las científicas sugieren que puede ser práctico limitar el entrenamiento de la ERAI a 1 o 2 días por semana (17c, 141b, 142). Dicha recomendación general está justificada porque este tipo de trabajo incrementa el riesgo de sobreentrenamiento, dada su inherente intensidad, y las investigaciones demuestran que se incrementan los marcadores de estrés con el aumento de su frecuencia semanal (17c); el entrenamiento de la ERAI debe considerarse junto con las demás modalidades de entrenamiento (por ejemplo, de fuerza, pliométrico, de agilidad, táctico y el entrenamiento técnico) incluidas en el programa de trabajo. Si se integran apropiadamente, la ERAI puede incluirse junto a los ejercicios de destreza, técnica o agilidad para estimular las mejoras en el rendimiento (113). El entrenador debe modular los estímulos del entrenamiento para permitir una recuperación adecuada, a la vez que durante el microciclo sigue estimulando las adaptaciones fisiológicas y las basadas en el rendimiento.

Progresión del entrenamiento a intervalos

Crear un plan de entrenamiento de la ERAI implica integrar varios factores de entrenamiento (por ejemplo, tácticos, técnicos, de fuerza, de potencia, de resistencia) dentro del programa periodizado. El entrenador puede establecer las progresiones básicas del entrenamiento después de determinar los intervalos trabajo-descanso y las exigencias de resistencia del deporte (114). Las intensidades y volúmenes utilizados en el plan de entrenamiento a intervalos dependen de la fase del plan de entrenamiento anual y del método utilizado para desarrollar la ERAI. Cuando el deportista está intentando desarrollar la base de su forma física durante la primera parte de la fase preparatoria, la intensidad del intervalo debe ser más baja y utilizar métodos más extensivos (tabla 11.9) (113). A medida que el deportista va incorporándose a la temporada, puede emplear intensidades más altas y menos volumen de entrenamiento (tabla 11.14) (113, 114). En las últimas fases de la fase preparatoria, y en la primera parte de la fase competitiva del plan de entrenamiento anual, comenzará a incorporar elementos propios de las pruebas competitivas y métodos de desarrollo de la ERAI, también denominados como de resistencia especial (114, 116) (tabla 11.15). Cuando se alcanza la fase competitiva de la temporada, el deportista utiliza estrategias específicas, incluidos los diversos métodos de entrenamiento a intervalos y de pruebas competitivas, para mantener la capacidad de ERAI durante toda la temporada.

Entrenamiento a intervalos durante la fase competitiva

Durante el transcurso de la fase competitiva, el deportista puede caer en un estado de descondicionamiento, si no presta suficiente atención a la integración de actividades de acondicionamiento en su programa de entrenamiento competitivo (84, 105, 113, 137). Esta afir-

TABLA 11.14 Características de los intervalos para desarrollar la resistencia a la velocidad

Características			
Método de intervalos	Variable	Deportista principiante	Deportista avanzado
Extensivos	Intensidad relativa	60-80 % de velocidad competitiva	60-80 % de velocidad competitiva
	Intensidad para la clasificación	Baja a media	Baja a media
	Distancia o duración	20-100 s o 100-400 m	14-180 s o 100-1.000 m
	Volumen	5-12 repeticiones	8-20 repeticiones
	Objetivo de latido cardíaco de recuperación	110-120 latidos/minuto	125-130 latidos/minuto
	Duración de la recuperación	60-120 s	45-90 s
Intensivos	Intensidad relativa	80-90 % de la velocidad competitiva	80-90 % de la velocidad competitiva
	Intensidad para la clasificación	Alta	Alta
	Duración o distancia	14-95 s o 100-400 m	13-180 s o 100-1.000 m
	Volumen	4-8 repeticiones	4-12 repeticiones
	Objetivo de latido cardíaco de recuperación	110-120 latidos/minuto	125/130 latidos/minuto
	Duración de la recuperación	120-240 s	90-180 s

Adaptado de Plisk y Stone 2003 (116).

TABLA 11.15 Métodos de pruebas competitivas para el desarrollo de la resistencia de ejercicio de alta intensidad

Método	Intensidad	Duración o distancia	Ejemplo para un velocista de 400 m
Entrenamiento supramáximo	Competición	< Competición	Intervalos de esprints 100-200 m
Entrenamiento máximo	> Competición	= Competición	Intervalos de esprints 200-400 m
Entrenamiento submáximo	< Competición	≥ Competición	Intervalos de esprints 400-600 m

mación se encuentra en la literatura científica, que sugiere que se produce una reducción de los marcadores de la forma física y de la fuerza muscular cuando se reduce significativamente el volumen del entrenamiento a intervalos anaeróbicos (por ejemplo, entrenamientos de esprint y agilidad), o se elimina por completo, durante la temporada competitiva (105). Es probable que la magnitud de dicha reducción sea diferente entre los iniciados y los no iniciados (84). Por tanto, las estrategias de entrenamiento de ERAI deben implementarse en el plan de entrenamiento de la temporada.

Cuando el entrenador examina las respuestas de la temporada, primero debe considerar qué ha ocurrido en las 6 a 8 semanas previas a su inicio. Si en ese tiempo se provoca un sobreentrenamiento agudo, predominará en el deportista un estado de catabolismo general, que se mantendrá durante el resto de temporada, con el consecuente declive de su capacidad de rendimiento (84). Y, a pesar de que se implemente adecuadamente el plan de entrena-

miento de pretemporada, el rendimiento durante la temporada puede disminuir si la ERAI no se incorpora correctamente en el plan de trabajo anual (105). La mejor aproximación es incluir una combinación de entrenamiento de fuerza junto con prácticas específicas del deporte y de acondicionamiento basadas en la ERAI (49b, 137). Se piensa que, cuando la frecuencia de las competiciones supera la de una por semana, los jugadores que juegan tres partidos dentro de los 7 días, estarían mejor entrenados siguiendo la modalidad ERBI para evitar su sobreentrenamiento y facilitar su recuperación.

La ERAI puede entrenarse junto con las destrezas específicas del deporte para maximizar el tiempo de entrenamiento. Por ejemplo, en fútbol, pueden utilizarse sus ejercicios específicos como una herramienta de acondicionamiento (121). Rampinini y colaboradores (121) señalaron que programar entrenamientos con partidos a tres bandas, en campo grande, puede incrementar la intensidad del ejercicio a un nivel similar que la experimentada en un partido real. Con este tipo de estrategia, se permitirá al futbolista desarrollar la resistencia específica estrechamente relacionada con las exigencias de juego. Puede modificarse el estímulo de entrenamiento manipulando las dimensiones del campo, el número de jugadores, la duración de los partidos y las destrezas utilizadas durante los partidos en áreas pequeñas (tabla 11.16), con el fin de dirigir las metas del acondicionamiento, a la vez que se practican las destrezas específicas del deporte en un entorno similar al que se juega el partido (121).

TABLA 11.16 Cómo se maneja el efecto del entrenamiento de los cambios en los parámetros de carga en partidos de fútbol en área reducida

Reglas	Efecto del entrenamiento	
Número de jugadores por equipo	+	Menos frecuencia de juego por jugador
	-	Más frecuencia de juego por jugador
Dimensiones del terreno	+	Menos frecuencia de juego por jugador
	-	Más frecuencia de juego por jugador
Toques de balón	+	Más tiempo de razonamiento y menos velocidad de juego
	-	Menos tiempo de razonamiento y más velocidad de juego
Duración del partido	+	Menor promedio de intensidad de juego
	-	Mayor promedio de intensidad de juego
Duración de los intervalos de descanso	+	Mayor promedio de intensidad de juego
	-	Menor promedio de intensidad de juego

Aunque para evitar las típicas pérdidas de capacidad de rendimiento que surgen durante la temporada son importantes los ejercicios de acondicionamiento basados en destrezas, también lo son el entrenamiento de fuerza (105), junto con la ERAI y los entrenamientos de esprint y de agilidad (137). Diferentes factores de entrenamiento (por ejemplo, ejercicios ERAI y entrenamiento de fuerza) deben integrarse para evitar el sobreentrenamiento, ya que este solo agravaría la degradación en el rendimiento durante la temporada. El entrenador debe permitir la recuperación entre las sesiones de trabajo y los eventos competitivos. Y tiene que realizar un ejercicio de equilibrio para promover el estímulo de entrenamiento adecuado para mantener la forma física y el rendimiento, a la vez que evita el sobreentrenamiento.

Monitorización de los jugadores de deportes de equipo utilizando un acelerómetro con giroscopio y GPS

Al comienzo de los 2000, los análisis del movimiento con vídeo se utilizaban para monitorizar el rendimiento de los jugadores durante el entrenamiento y, especialmente, durante los partidos. En esa época, el rendimiento de cada jugador se categorizaba por grupos de velocidad (figura 11.9). Aunque esto constituía un avance en las ciencias del deporte, la categorización por grupos de velocidad era insuficiente para analizar el rendimiento del jugador durante un partido, ya que los deportes intermitentes se caracterizan por numerosas aceleraciones y desaceleraciones, las cuales no necesariamente significan una gran velocidad, ni se traducen en esfuerzos de alta intensidad (figura 11.10).

En 2005, Di Prampero y colaboradores llevaron a cabo un estudio de investigación en el que demostraron que «la fase de aceleración durante un sprint en terreno plano, es biomecánicamente equivalente a correr en cuesta a velocidad constante; a la inversa,

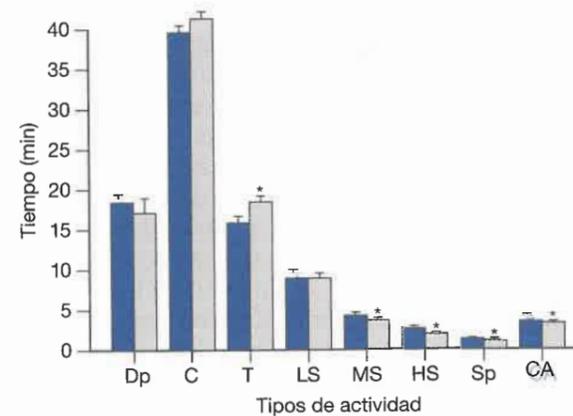


FIGURA 11.9 Categorías locomotoras de jugadores de nivel alto (columnas negras) y nivel medio (columnas blancas) durante un partido de fútbol.

Dp = de pie; C = caminar; T = trotar; LS, MS, y HS = carrera a velocidad baja, moderada y alta, respectivamente; Sp = esprintar; CA = correr hacia atrás; * = diferencia significativa (P < 0.05) entre grupos.

De M. Mohr, P. Krustup y J. Bangsbo, 2003, «Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue», *Journal of Sports Sciences* 21(7): 519-528. Reprinted by permission of the publisher (Taylor & Francis Ltd., www.tandfonline.com).

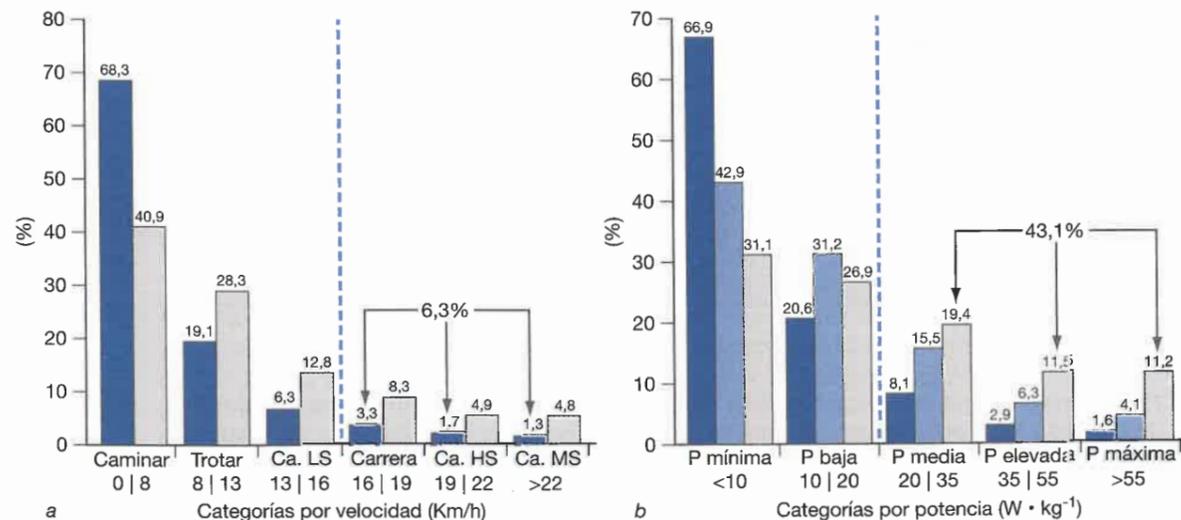


FIGURA 11.10 (a) La categorización por producción de potencia ofrece una mejor representación del nivel de esfuerzo durante un partido de fútbol comparada con (b) la categorización por velocidad.

LS, MS y HS = carrera a velocidad baja, moderada o alta, respectivamente; P = potencia.

Datos de C. Osgnach, S. Poser, R. Bernardini, R. Rinaldo y P. E. di Prampero, 2010, «Energy cost and metabolic power in elite soccer: A new match analysis approach», *Medicine & Science in Sports & Exercise* 42: 170-178. Utilizado por cortesía de P.E. di Prampero, C. Osgnach y S. Poser.

Categorías de potencia
MinP (de 0 a 10 W·kg ⁻¹)
BajaP (de 10 a 20 W·kg ⁻¹)
IntermP (de 20 a 35 W·kg ⁻¹)
AltP (de 35 a 55 W·kg ⁻¹)
MáxP (>55 W·kg ⁻¹)

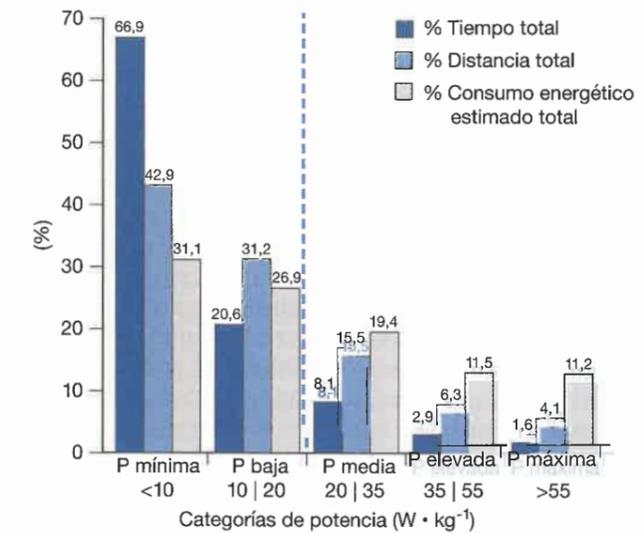


FIGURA 11.11 Datos significativos de producción de potencia por encuentro durante los 56 partidos de fútbol profesional en Italia.

Reproducido con permiso de C. Osgnach, S. Poser, R. Bernardini, R. Rinaldo y P. E. di Prampero, 2010, «Energy cost and metabolic power in elite soccer: A new match analysis approach», *Medicine & Science in Sports & Exercise* 42(1): 170-178.

correr cuesta abajo impone la aceleración hacia delante, por lo que es biomecánicamente equivalente a la fase de desaceleración del sprint (40c)». Esto permitió crear un algoritmo para medir la potencia metabólica de cada acción de una actividad intermitente, típica de los deportes de equipo (109b). Los aparatos acelerómetros con GPS y giroscopio comenzaron a ser más prácticos y más baratos que las herramientas de análisis con vídeo, permitiendo representar la evaluación del rendimiento de los jugadores de deportes de equipo. Con ello, se ha conseguido categorizarlos en grupos de rendimiento de potencia: potencia mínima (0 a 10 WKg⁻¹), potencia baja (10 a 20 W·Kg⁻¹), potencia intermedia (20 a 35 W·Kg⁻¹), potencia elevada (35 a 55 W·Kg⁻¹) y potencia máxima (55 W·Kg⁻¹ y mayores) (Figura 11.11). Estos aparatos permiten una mejor descripción de las exigencias físicas del partido (4b, 56b); y también que los entrenadores de la fuerza y el acondicionamiento puedan cuantificar el trabajo realizado por cada jugador durante las actividades de entrenamiento basadas en el juego, cada vez más utilizadas (es decir, partidos en áreas reducidas), como método para mejorar los niveles de destreza y de forma física de los deportistas de deportes de equipo (56b, 56c).

A día de hoy, la literatura científica indica que son muy escasos los estándares de entrenamiento basados en la monitorización del rendimiento con estos aparatos; por tanto, los entrenadores de la fuerza y el acondicionamiento que usan esta tecnología están desarrollando sus propias bases de datos, y analizándolos para estimar los perfiles de la carga de trabajo de ejercicios específicos y las fluctuaciones individuales de la puesta en forma de los jugadores. En efecto, este proceso es excelente cuando sustituye los métodos generales de entrenamiento (por ejemplo, carreras) con ejercicios específicos (por ejemplo, partidos en áreas reducidas), en los que se incrementa excesivamente la carga. Además, en determinados ejercicios, se requiere un buen nivel técnico del equipo para alcanzar la intensidad suficientemente elevada, que es más difícil de lograr con los métodos generales.

Entrenamiento de fuerza

Los investigadores han demostrado repetidamente que la mejora en el entrenamiento de fuerza ERAI (66, 67, 99, 125, 147), y sus ganancias en el rendimiento, es probable que estén relacionadas con el incremento de la fuerza muscular, las adaptaciones morfológicas o las adaptaciones metabólicas que elevan la capacidad tampón (102, 125).

Con la ERAI, el rendimiento mejora cuando el plan de entrenamiento incluye trabajo con cargas con 12 o más repeticiones por serie (125). Esta mejora se nota más cuando se incrementa la intensidad del ejercicio (66). Con más repeticiones por serie (más de ocho), realizadas en series múltiples, parece que aumenta en mayor medida el rendimiento que con protocolos con pocas repeticiones y una sola serie (51, 99, 146). Parece que el rendimiento mejora en una mayor proporción con elevados volúmenes de trabajo con cargas (volumen de carga).

Varios autores han sugerido que intervalos cortos de descanso entre las series del trabajo con cargas pueden incrementar la capacidad de la ERAI (51, 146). Esta teoría fue apoyada recientemente por Hill-Haas y colaboradores (67), quienes demostraron que un programa de entrenamiento con cargas con intervalos cortos de descanso (20 s) producía un aumento del rendimiento de la ERAI significativamente mayor (+12,5 %), comparado con un programa de entrenamiento con cargas con mayores intervalos de descanso (80 s). Es probable que los programas que incluyen intervalos cortos de descanso aumenten la capacidad de tamponar el lactato, secundario al entrenamiento, dado que la exposición repetida a niveles altos de lactato permite un mayor rendimiento de la ERAI. Por el contrario, Robinson y colaboradores (125) señalaron que intervalos cortos de descanso (30 s) no producían una mayor mejora en el rendimiento de la ERAI, comparado con intervalos de descanso más largos (180 s). Sus hallazgos sugieren que para mejorar la ERAI, simplemente es más efectivo incrementar el volumen de entrenamiento con cargas sin comprometer otras adaptaciones inducidas por el entrenamiento.

Ambos estudios encontraron discretas ganancias de la fuerza como respuesta a los intervalos cortos de descanso (67, 125). Dado que la velocidad del esprint está estrechamente relacionada con la fuerza muscular (6, 37), puede cuestionarse la validez de la disminución de los intervalos de descanso entre series debido a que son el incremento del volumen y la intensidad del entrenamiento los que mejoran la ERAI (99, 125). Por tanto, el entrenador y el deportista deben ser cautos cuando manipulen la duración de los intervalos de descanso, dado que su disminución drástica interseries parece que deteriora el desarrollo de la fuerza.

Periodización de la resistencia

Aunque la metodología para desarrollar habilidades biomotoras en el deporte mejora constantemente, aún siguen utilizándose algunos métodos antiguos, especialmente en el área del desarrollo de la resistencia. En los deportes basados en la velocidad y la potencia, el papel de la resistencia aeróbica es menos importante (excepto en algunos deportes de equipo, como el fútbol, el lacrosse y el waterpolo). Aún se sigue prescribiendo en algunos deportes, como el fútbol americano, el críquet, el béisbol, el hockey y el baloncesto, el trote de larga distancia para desarrollar la resistencia aeróbica, aunque este trabajo no corresponde a las exigencias de rendimiento específicas de los sistemas energéticos dominantes en ellos. Por ejemplo, durante un partido, un defensa en fútbol americano realiza de 40 a 60 aceleraciones cortas, de 3 a 6 s cada una, con intervalos de descanso de 1 a 3 min. Esta resistencia no mejorará

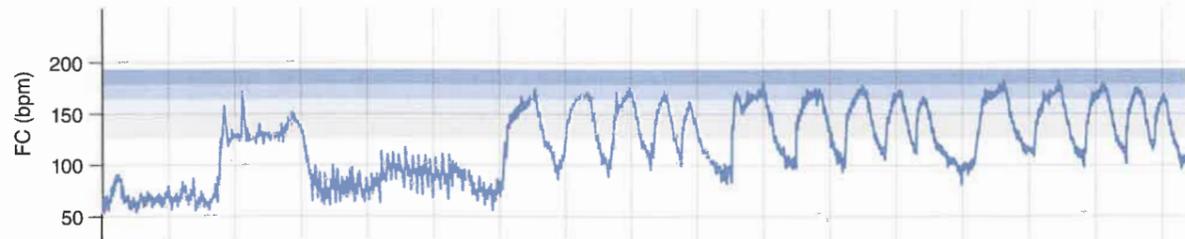


FIGURA 11.12 Variaciones del latido cardíaco durante una sesión de entrenamiento escalonada de potencia aeróbica, consistente en tres series de repeticiones de 600-500-400-300-200 m, al 95-95-100-100-100 % de la velocidad aeróbica máxima, con intervalos de descanso de 1:1 entre repeticiones.

Gráfico de plan anual

Tipo: Entrenador:

Fechas	Meses	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	
Fases		Preparación			Específica			Competición			Transición		
Subfases		General			Específica			Competitiva			Transición		
Macrociclos		1		2		3		4		5		6	
Microciclos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Periodización de la resistencia	Resistencia	A tiempo	Intervalos aeróbicos	Intervalos anaeróbicos	Resistencia específica	Resistencia específica	Resistencia específica	Mantenimiento	Mantenimiento	Mantenimiento	Mantenimiento	Mantenimiento	Mantenimiento
Intensidad (% VO₂ máx)		70	75	80	85	90	90	90	90	90	90	90	90
		75	80	85	90	90	90	90	90	90	90	90	90
		80	85	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
		85	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
		90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
		95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		100/60	100/60	100/60	100/60	100/60	100/60	100/60	100/60	100/60	100/60	100/60	100/60
		95/60	95/60	95/60	95/60	95/60	95/60	95/60	95/60	95/60	95/60	95/60	95/60
		90/60	90/60	90/60	90/60	90/60	90/60	90/60	90/60	90/60	90/60	90/60	90/60
		40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
		42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
		44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
		46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57

FIGURA 11.13 Periodización hipotética de un plan anual de resistencia para un deporte de equipo con una fase de preparación de 20 semanas. LLD = entrenamiento lento de larga distancia.

corriendo 10 kilómetros. En estos deportes de potencia, el primer macrociclo de la preparación general puede consistir en un trabajo a ritmo (400-600 m), en series de repeticiones de igual distancia, o en descenso escalonado (variando la intensidad según la distancia de cada repetición; figura 11.12), o en carreras intermitentes de baja intensidad. En ambos casos, hay una variación semanal de las distancias y las intensidades, a partir de los parámetros de entrenamiento, desde los más generales a los más específicos. También pueden desglosarse las distancias para realizar más carreras lanzadas específicas del deporte.

La progresión natural del ciclo anual debe hacerse desde los tipos de dominio aeróbico del entrenamiento (zonas de intensidad 5 a 3) hacia los del sistema láctico anaeróbico (zona 2), desde el comienzo de la fase preparatoria hasta pasar a la fase competitiva (ver el ejemplo de la figura 11.13)

Programa de entrenamiento de resistencia con seis valores de intensidad

En todo programa deportivo, el entrenador debe modificar la intensidad del entrenamiento durante el microciclo para mejorar la adaptación fisiológica del deportista al trabajo y establecer la recuperación tras la sesión de entrenamiento exigente. Sin embargo, tales modificaciones dependen de la ergogénesis del evento y de las características de la fase de entrenamiento.

Dado que la mayoría de los deportes utilizan el combustible producido por todos los sistemas energéticos, el entrenamiento tiene que ser más complejo, exponiendo a los deportistas a todos los sistemas energéticos, en especial, durante la última parte de la fase preparatoria y a lo largo de la fase competitiva.

TABLA 11.17

Seis zonas de intensidad del entrenamiento de resistencia

Zona de intensidad	Tipo de entrenamiento
1	Entrenamiento del sistema aláctico (ESA)
2	Entrenamiento de tolerancia al lactato (TOLA)
3	Entrenamiento de máximo consumo de oxígeno ($\dot{V}O_2$ máxT)
4	Entrenamiento a umbral anaeróbico (EUA)
5	Entrenamiento a umbral aeróbico (EUAe)
6	Entrenamiento de compensación aeróbica (ECAe)

cortos de trabajo, de 2 a 8 s, a una velocidad superior al 95 % del máximo. Dicho plan de entrenamiento emplea el sistema energético del fosfato; su consecuencia es el incremento de la cantidad de los depósitos de creatín-fosfato (CP) del músculo y el aumento de la actividad de las enzimas que liberan energía a través del sistema ATP-CP.

Para rellenar por completo los depósitos de CP en los músculos, son necesarios intervalos de recuperación entre los períodos de trabajo (proporción de intervalos de recuperación-trabajo = 1:50-1:100). Si el intervalo de descanso es corto, la reposición de CP será incompleta; como resultado, la glucólisis anaeróbica se convertirá en la fuente energética principal en lugar de la reacción del fosfato. Esto, a su vez, producirá ácido láctico que disminuirá la velocidad, y el deportista no obtendrá los efectos deseados del entrenamiento ESA; por tanto, el entrenamiento del esprint no debería causar acidosis muscular, que es un signo de glucólisis anaeróbica.

En la tabla 11.17, proponemos seis valores de intensidad para ayudar a los entrenadores a conseguir entrenamientos científicos y bien planificados, considerando los perfiles fisiológicos y los requerimientos energéticos del deporte. Estas intensidades están listadas en el orden de la magnitud de sus resultados de potencia; el número 1 es el sistema energético con mayor producción de potencia, y el 6 el de menor.

Zona 1: Entrenamiento del sistema aláctico (ESA)

El propósito del ESA es incrementar la capacidad del deportista en ser más rápido con menos esfuerzo. Este debería mejorar la salida y la aceleración. Esto es posible aplicando períodos

Zona 2: Entrenamiento de tolerancia al lactato (TOLA)

El TOLA incrementa la capacidad del deportista para rendir durante los esfuerzos lácticos y tolerar la producción de ácido láctico; es útil para las repeticiones rápidas de 15 a 90 s. La producción de niveles muy altos de ácido láctico puede ser el resultado de repeticiones a alta intensidad, de 40 a 50 s, aunque mayores porcentajes de acumulación más rápida de ácido láctico pueden ocurrir con esfuerzos máximos entre 12 y 16 s. La producción de potencia durante los esfuerzos lácticos mejora por la vía del incremento de enzimas metabólicas de los sistemas energéticos lácticos, así como también por las adaptaciones del sistema nervioso. En efecto, los rendimientos en los eventos de potencia láctica (10 a 20 s de duración) parecen estar sujetos principalmente a la limitación de la habilidad del sistema nervioso para mantener la frecuencia de descarga a los músculos más que por razones estrictamente metabólicas (155b).

Por otro lado, la tolerancia al ácido láctico se incrementa como resultado de la eliminación continua de este del torrente sanguíneo por parte de los músculos esqueléticos. Los estudios han demostrado que los transportadores de lactato aumentan tanto su número como su función con el entrenamiento de alta intensidad (17g). La capacidad para eliminar ácido láctico de la sangre y transportarlo a las fibras musculares de contracción lenta para utilizarlo como energía, es una respuesta adaptativa que retrasa la fatiga e, indudablemente, mejora el rendimiento en los deportes que requieren tolerancia al ácido láctico.

Un deportista puede rendir mejor y durante más tiempo si su sistema nervioso está entrenado para mantener la frecuencia de descarga mientras dure el esfuerzo láctico, o si puede tolerar el dolor de la acidosis (concentración elevada de ácido láctico en sangre). Por tanto, el propósito de entrenar la intensidad en la zona 2 es el de adaptar la tensión nerviosa a un esfuerzo de intensidad máxima durante más tiempo, resistir el efecto ácido producto del ácido láctico, tamponar los efectos del ácido láctico, incrementar su eliminación por los músculos que trabajan y aumentar la tolerancia, tanto fisiológica como psicológica, al dolor del entrenamiento y al reto de las competiciones.

El entrenamiento en la intensidad de la zona 2 consta de las dos siguientes variaciones:

1. **Potencia láctica corta:** Organizar una serie de repeticiones o ejercicios más breves, a intensidad cerca del máximo o máxima (3 a 10 s), con intervalos de descanso más cortos (15 s a 4 min, en función de la duración del esfuerzo, el número de repeticiones y la intensidad relativa), que provoquen solo la eliminación parcial del ácido láctico del sistema. La consecuencia fisiológica de este tipo de trabajo es que el deportista tolerará el aumento de la cantidad de ácido láctico, mientras produce altos niveles de potencia anaeróbica bajo condición de acidosis extrema. Con frecuencia, este método se utiliza cuando se acerca la temporada competitiva y se exige al sistema del deportista su máxima capacidad.
2. **Potencia láctica larga:** Organizar una serie de repeticiones de mayor duración, a intensidad cerca del máximo o máxima (10 a 20 s), para conseguir que el sistema energético del ácido láctico trabaje a máxima velocidad en la producción de energía. Probablemente, este método es uno de los más estresantes para el sistema neuromuscular. Por tanto, para repetir la misma calidad de trabajo, el deportista necesita intervalos de descanso muy largos (12 o 30 min, en función del nivel de rendimiento del deportista y del número de repeticiones) para facilitar la casi completa eliminación del ácido láctico y la recuperación del sistema nervioso central. Si el intervalo de descanso no es suficientemente largo, la recuperación será incompleta y el riesgo de lesión elevado.
3. **Capacidad láctica:** Organizar repeticiones de alta intensidad, o de duraciones más largas (20 a 60 s), que produzcan mayores incrementos de la cantidad (aproximadamente, 12 mmol) de ácido láctico. Para repetir la misma calidad de trabajo, el deportista necesita intervalos moderados de descanso (4 a 8 min, en función de la duración del esfuerzo, las repeticiones y la intensidad relativa) para facilitar la eliminación casi completa del ácido láctico. Si los intervalos de descanso no son suficientemente largos, la eliminación es incompleta y la acidosis es severa. En estas condiciones, el deportista se ve forzado

a ralentizar la velocidad de la repetición, o del ejercicio, por debajo del nivel previsto. Consecuentemente, este no conseguirá los efectos de entrenamiento planificados, que son incrementar su capacidad para tolerar la producción de ácido láctico. En lugar de ello, acabará entrenando con el sistema aeróbico.

Psicológicamente, el propósito de entrenar la tolerancia al lactato es situar al deportista más allá del umbral de dolor. Sin embargo, este tipo de trabajo no debe utilizarse más de dos veces por semana, ya que expone al deportista a niveles críticos de fatiga. Hacerlo en exceso, puede provocar efectos indeseables, acercándole a la lesión, a la extralimitación o al sobreentrenamiento.

Zona 3: Entrenamiento de máximo consumo de oxígeno ($\dot{V}O_2$ máxT)

Durante el entrenamiento y la competición, las dos partes del sistema de transporte de oxígeno –la central (corazón) y la periférica (capilares a nivel de los músculos que trabajan) – se ven sometidas a fuertes exigencias para aportar el oxígeno que se necesita. Dado que el aporte de oxígeno, a nivel de los músculos que trabajan, es un factor limitante en el rendimiento, y que los deportistas con gran capacidad de $\dot{V}O_2$ han demostrado mejores rendimientos en los eventos de resistencia, el $\dot{V}O_2$ máxT debe ser considerado como una cuestión importante, tanto para los entrenadores como para los deportistas.

El incremento del $\dot{V}O_2$ máx, provocado por la mejora del transporte de oxígeno por parte del sistema circulatorio, aumenta la extracción y utilización del O_2 por el sistema muscular. Consecuentemente, se debe dedicar una gran parte del programa de entrenamiento a desarrollar el $\dot{V}O_2$ máx. Para conseguir estos efectos, se precisan períodos de entrenamiento de 1 a 6 min entre el 90 y el 100 % del consumo máximo de oxígeno (más intensidad para repeticiones más cortas y ligeramente menos intensidad para repeticiones más largas). El número de repeticiones realizadas en la sesión de trabajo depende de la duración específica del evento deportivo: cuanto mayor es la duración, menor es el número de repeticiones (más largas). Por tanto, en una sesión de entrenamiento dada, el deportista puede conseguir beneficios similares de rendimiento, por ejemplo, con 6 repeticiones de 3 min cada una al 100 % de $\dot{V}O_2$ máx, que con 8 repeticiones de 5 min cada una al 95 % del $\dot{V}O_2$ máx, con un intervalo de descanso 1:1.

Los deportistas pueden mejorar el $\dot{V}O_2$ máx mediante períodos de trabajo más cortos (30 s a 2 min), con intervalos de descanso también más cortos (10-30 s) y una intensidad por encima del $\dot{V}O_2$ máx. En tales condiciones, el trabajo será efectivo por el efecto acumulativo de muchas repeticiones (4 a 12) que alcancen el $\dot{V}O_2$ máx, y no con una o dos, que pueden utilizar en primer lugar al sistema anaeróbico.

Zona 4: Entrenamiento a umbral anaeróbico (EUA)

El EUA se refiere al nivel de intensidad de un ejercicio en el que el porcentaje de difusión de ácido láctico al torrente sanguíneo iguala al de su eliminación (EUA = 4-6 mmol). El ácido láctico producido en los músculos se difunde entre los músculos adyacentes en reposo y, por tanto, disminuye su nivel de concentración. Este se metaboliza en los músculos que trabajan y se elimina de la sangre por el corazón, el hígado y los músculos a la misma velocidad con la que se acumula.

Este entrenamiento puede utilizar repeticiones más cortas, de 1 a 6 minutos, con una intensidad entre el 85 y el 90 % del $\dot{V}O_2$ máx, o entre el 92 y el 96 % del latido cardíaco máximo, pero con una duración del descanso ligeramente mayor entre los episodios de ejercicio (proporción trabajo-descanso entre 1:0,5 y 1:1). Tal tipo de trabajo puede estimular tanto el metabolismo aeróbico como el anaeróbico, sin que aumente significativamente la producción de ácido láctico. Dicho efecto también puede conseguirse mediante repeticiones más largas: entre 5 y 7 repeticiones de 8 a 15 min entre el 80 y el 85 % del $\dot{V}O_2$ máx, o entre el 87 y el 92 % del latido cardíaco máximo, con una proporción trabajo-descanso de 1:0,3 y 1:0,5. En estos programas de entrenamiento, la sensación

subjetiva del deportista debe ser de fatiga media, manteniendo una velocidad ligeramente mayor de la que considere cómoda.

Zona 5: Entrenamiento a umbral aeróbico (EUAe)

La capacidad aeróbica elevada es un factor decisivo en todos los eventos de duración de media a larga. Igualmente, es determinante en todos los deportes en los que el aporte de oxígeno representa un factor limitante. El uso del EUAe es beneficioso para la mayor parte de los deportes, ya que mejora la velocidad de recuperación tras el entrenamiento y la competición, desarrolla la eficiencia funcional de los sistemas nervioso y cardiorrespiratorio, y mejora el funcionamiento económico del sistema metabólico. También incrementa la capacidad para tolerar el estrés durante largos períodos.

El EUAe se realiza fundamentalmente con elevados volúmenes de trabajo sin interrupción (ritmo uniforme), o utilizando entrenamiento a intervalos con repeticiones de más de 10 min. La duración de una sesión de EUAe puede oscilar entre 1 y 2 horas. El deportista solo consigue el efecto de entrenamiento pretendido cuando las concentraciones de ácido láctico se mantienen entre 2 y 3 mmol, y un latido cardíaco de 130 a 150 latidos por minuto. Si las cifras son inferiores, el efecto del entrenamiento es dudoso.

Durante la fase competitiva, el EUAe se puede planificar una o dos veces por semana como método para mantener la capacidad aeróbica, y como sesión de recuperación reduciendo la intensidad pero manteniendo el nivel general de forma física.

Zona 6: Entrenamiento de compensación aeróbica (ECAe)

El ECAe facilita la recuperación del deportista tras las competiciones y las sesiones de entrenamiento de alta intensidad, características de las zonas 2 y 3. Específicamente, para eliminar los metabolitos del sistema y acelerar la recuperación y la regeneración, las sesiones de trabajo deben planificarse con una intensidad muy ligera (45 al 60 % del $\dot{V}O_2$ máx).

El entrenamiento de resistencia de alta intensidad es un componente necesario para la adaptación y la mejora del rendimiento. Sin embargo, generalmente, el ejercicio extenuante afecta negativamente al organismo antes de que pueda recuperarse y fortalecerse. Los métodos de recuperación activa, como los 5 a 20 min de ciclismo o carrera al 50 % de la capacidad máxima, pueden ayudar a la recuperación y la regeneración del deportista.

Por contra, el reposo estático (permanecer tumbado o sentado) tras un entrenamiento extenuante de resistencia, puede retrasar la regeneración de los sistemas orgánicos y la eliminación de los subproductos del entrenamiento. La recuperación y la regeneración van a ser más lentas, con la elevación de los niveles plasmáticos de cortisol y adrenalina, la disminución del número de glóbulos blancos y menores niveles de los catalizadores del sistema inmune (por ejemplo, los neutrófilos y los monocitos) (66b, 72b, 159b).

Por otro lado, se ha demostrado que la recuperación activa (junto con una nutrición adecuada postsesión de trabajo) contrarresta el incremento de cortisol y adrenalina, anula la caída del número de glóbulos blancos y elimina el descenso de los neutrófilos y los monocitos (66b, 72b, 159b). En otras palabras, tras un entrenamiento extenuante, la recuperación activa reinicia las funciones del sistema inmune lo cual, a su vez, permite que el cuerpo se recupere más rápidamente.

Por tanto, al finalizar la sesión de entrenamiento se completa la parte difícil del trabajo, pero los deportistas con voluntad de sacrificarse por la necesidad de mejorar la adaptación, deben dedicar otros 15 a 20 min a fomentar la regeneración y mantenerse sanos. Si se opta por no hacerlo, se ralentizarán los procesos de recuperación, pudiéndose afectar negativamente la siguiente sesión de entrenamiento; también, puede llevar al sobreentrenamiento y a la lesión. Durante las semanas muy exigentes de entrenamiento, la zona de intensidad 6 se puede utilizar una o tres veces, en ocasiones, combinada con otras intensidades (en tal caso, al final de la sesión de trabajo).

Diseño de un programa semanal

Una vez descritas las seis intensidades del entrenamiento, la cuestión crítica es cómo incorporarlas al programa de entrenamiento. Tradicionalmente, el entrenador diseña un programa de trabajo asignándole ciertos objetivos físicos, técnicos o tácticos a ciertos días del microciclo. Con todo, el elemento fundamental es entrenar los sistemas energéticos, que representan las bases del buen rendimiento. El técnico debe hacerlo, junto con los elementos técnicos y tácticos, basándose en el conocimiento de los perfiles fisiológicos prevalentes del evento. Cuando planifica un microciclo, el técnico no necesita anotar el contenido del entrenamiento, sino los valores matemáticos de las intensidades necesarias en el ciclo. Esto le sugerirá los componentes de los sistemas energéticos que debe enfatizar en esa sesión de entrenamiento. La distribución por microciclos de seis intensidades depende de la fase de entrenamiento, las necesidades del deportista y de si la competición se planifica al final del ciclo.

El problema esencial del entrenamiento en la distribución de los valores de intensidad en el microciclo, es la reacción fisiológica del deportista al trabajo y el nivel de fatiga que se genera a una determinada intensidad. La correspondiente a la parte alta de la escala de intensidad siempre generará elevados niveles de fatiga. Por consiguiente, la sesión de entrenamiento con tal nivel de intensidad debe seguirse de otra de intensidad cinco, que facilitará la supercompensación por ser menos exigente. Este es el principio de la alternancia de intensidades y de sistemas energéticos dentro del microciclo. Por otro lado, en los deportes aeróbicos puros (la maratón, el esquí nórdico), se deberá planificar justamente con alternancia de intensidades, ya que todas las sesiones serán de ergogénesis aeróbica.

A menudo, es necesario combinar diferentes intensidades en una sesión de entrenamiento. Por ejemplo, la selección de intensidades uno y tres, o dos y seis, sugiere que, después de trabajar un componente anaeróbico (es decir, de intensidad uno y dos) más exigente y que provoca mayor fatiga, el entrenador puede planificar una intensidad menos agotadora (es decir, intensidad seis). Tal combinación mejorará el desarrollo, o el mantenimiento, de la resistencia aeróbica y, en especial, facilitará el ritmo de recuperación entre las sesiones de entrenamiento.

También, las adaptaciones fisiológicas para el perfil determinado de un evento pueden condicionar otras combinaciones posibles. Posiblemente, una de ellas podría ser 1+3+2. Tal modelo de combinación es similar al de una carrera en la que su inicio (una salida agresiva) se basa en la energía producida por el sistema del fosfato (1), su tramo medio utiliza la energía proporcionada por los sistemas láctico y del oxígeno (3) y, en su final, el deportista puede tolerar niveles elevados de ácido láctico (2), que es lo que marca la diferencia entre ganar o perder.

Si el entrenador espera conseguir la máxima eficacia por el tiempo invertido en la planificación, necesita incorporar una base científica en su metodología. Al aplicar las seis intensidades en el plan de entrenamiento, incorpora el espectro completo de los sistemas energéticos necesarios en todos los deportes de resistencia dominante, o relacionados con la resistencia: desde el sistema del fosfato al aeróbico, pasando por el del ácido láctico. Con este método, el entrenador planifica valores numéricos que administra y distribuye en el microciclo, en función de la ergogénesis del deporte, la fase del entrenamiento y las necesidades del deportista.

Para evitar los efectos indeseables del sobreentrenamiento, el técnico debe considerar la secuencia y frecuencia de los signos de la intensidad, mientras que se ajusta estrictamente al concepto de la supercompensación. Bajo tales circunstancias, la planificación se vuelve más científica, tiene una secuencia lógica y respeta las importantes exigencias de entrenamiento de alternar los estímulos de alta intensidad con los de baja intensidad, de tal forma que la fatiga generada se siga de la regeneración.

Resumen de los conceptos principales

Todos los deportes requieren algún nivel de resistencia. El entrenador debe determinar cuál es la necesaria para optimizar el rendimiento en un deporte determinado. La resistencia se clasifica como resistencia por ejercicio de baja intensidad (ERBI) y resistencia por ejercicio de alta intensidad (ERAI). Normalmente, la ERBI es necesaria en los deportes aeróbicos, en los que el trabajo se realiza de forma continuada durante largo tiempo. Por el contrario, la ERAI requiere el rendimiento repetido de actividades de alta intensidad, intercaladas con períodos de recuperación. Los deportes que se basan en la ERAI, se realizan sobre la capacidad de expresar resultados de gran potencia, o de generar altos niveles de fuerza. Curiosamente, los métodos de entrenamiento de la ERAI parece que mejoran el rendimiento de la ERBI, pero los métodos de esta última no mejoran el rendimiento de la primera. Cuando ajusta el rendimiento de un deporte de equipo, el entrenador debe hacerlo particularizando el programa de resistencia según la posición de juego del deportista –su sistema energético dominante, su volumen de carrera en el partido a diferentes velocidades o su producción de potencia y, por último, su velocidad aeróbica máxima– con el fin de ajustar la intensidad y los intervalos de descanso. Solo un programa de entrenamiento individualizado puede maximizar el desarrollo de la resistencia específica del deporte de un deportista.

Entrenamiento de la velocidad y la agilidad

12

Velocidad, agilidad, y resistencia de velocidad son habilidades cruciales que pueden afectar al rendimiento en diversos deportes. Estas habilidades están relacionadas entre sí y dependen, en gran medida, de la fuerza muscular del deportista. Integrar el trabajo de la velocidad, la agilidad y la resistencia a la velocidad en el plan de entrenamiento anual, y manipular las variables de entrenamiento específicas, puede optimizar la capacidad de rendimiento. Por tanto, la comprensión de los factores que las afectan, capacitará al entrenador para desarrollar planes de entrenamiento específicos del deporte y maximizar el rendimiento de sus deportistas.

Entrenamiento de la velocidad

La velocidad es la capacidad de cubrir una distancia rápidamente. La habilidad para moverse con rapidez, en línea recta o en diferentes direcciones (cambios de dirección), es un componente integral del rendimiento con éxito en una gran variedad de deportes. La carrera en línea recta se puede desglosar en tres fases: aceleración, alcance de la velocidad máxima y mantenimiento de la velocidad máxima (27, 75).

La aceleración es la capacidad de incrementar la velocidad hasta alcanzar la máxima en la menor cantidad de tiempo. La aceleración determina la capacidad de rendimiento en el esprint sobre distancias cortas (por ejemplo, 5 y 20 m) y, por lo general, se mide en m/s o, simplemente, en unidades de tiempo (por ejemplo, s). La capacidad de acelerar difiere entre los deportistas de los diversos deportes. Por ejemplo, en una carrera de 100 m, los velocistas no entrenados logran su velocidad máxima entre los 20 y 30 m (27), mientras que los velocistas altamente entrenados no la alcanzan hasta los 50 a 60 m (65). Es probable que los niveles de fuerza máxima de los extensores de la rodilla, los extensores de la cadera y los flexores plantares (músculos de la pantorrilla) expliquen la habilidad de aceleración de diversos deportistas, ya que la fuerza está estrechamente relacionada con la capacidad de esprintar. En apoyo a esta afirmación, la literatura recoge informes de que los velocistas que son capaces de acelerar a un ritmo más rápido que sus homólogos más lentos, son significativamente más fuertes (6, 24, 69, 110).

En muchos deportes, como el fútbol, la capacidad para acelerar subyace en el éxito de juego en los partidos. Durante un encuentro, el porcentaje de duración del esprint es de alrededor de 17 m (9), con rangos desde 5 a 50 o 60 m. Con frecuencia, se inician mientras el deportista ya se está moviendo a velocidad lenta (110), o cuando está haciendo una entrada o iniciando una escapada. Por tanto, la habilidad de acelerar rápidamente es el primer paso fundamental para un juego efectivo. Estos datos revelan que el programa de entrenamiento de velocidad, cuyo objetivo es la fase de aceleración, debe desarrollar las características de fuerza específica (fuerza y potencia máximas) y de las destrezas mecánicas (110).

Tras completar la fase de aceleración del esprint, el deportista alcanza la velocidad máxima de carrera. Aunque pueda tener una gran capacidad de aceleración, es posible que carezca de la habilidad para conseguir gran velocidad en esta fase del esprint, lo que sugiere que la aceleración y la máxima velocidad de carrera son cualidades muy específicas para esprintar (26).



El entrenamiento de velocidad no es tan solo para deportistas de atletismo: debe incorporarse a los planes de entrenamiento de los deportistas de cualquier disciplina.

Las diferencias cinemáticas de sus tramos de aceleración y de velocidad máxima apoyan esta observación, sugiriendo que tanto la mecánica de carrera (78, 110) como las cualidades de fuerza específica (69) tienen un papel en el desarrollo de la velocidad máxima de carrera.

La fase final del esprint en línea recta exige al deportista una velocidad máxima mantenida, denominada entre los velocistas como **resistencia a la velocidad**. Aunque el deportista se esté moviendo a velocidad máxima, el desarrollo de la fatiga comienza a afectar a su capacidad para mantener la producción de fuerza, su mecánica de carrera eficaz y, por tanto, su velocidad. Durante un episodio de esprint máximo, la falta de intervalos de descanso suficientes puede provocar el vaciamiento de fosfocreatina y la acumulación de ácido láctico, el cual se forma en respuesta al aumento de la velocidad glucolítica rápida (91). Al disminuir los niveles de fosfocreatina, se produce una mayor dependencia del sistema anaeróbico láctico; cuando se incrementa el **ácido láctico**, hay una acumulación de iones de hidrógeno (H^+), que puede reducir la capacidad del deportista para ejercer fuerza (99) y provocar el deterioro de la mecánica de la carrera y de la eficiencia mecánica. Tanto los programas de esprint con repeticiones cortas e intervalos incompletos de descanso, como los programas de esprint con repeticiones largas e intervalos completos de descanso, parecen efectivos para mejorar la capacidad tampón del músculo y reducir la fatiga (25, 27, 91). Por otra parte, la velocidad máxima debe entrenarse con repeticiones cortas e intervalos completos de descanso.

La velocidad es la expresión de una serie de destrezas y habilidades que permiten una gran rapidez de movimiento. Aunque, con frecuencia, se sugiere que las destrezas y las habilidades no tienen relación, están íntimamente relacionadas y, por tanto, pueden desarrollarse con prácticas de entrenamiento específico (91, 92). La aplicación de métodos apropiados de entrenamiento del esprint, junto con un plan de trabajo periodizado, puede mejorar el rendimiento de velocidad (por ejemplo, la aceleración, la velocidad máxima y mantenerla) y, por tanto, mejorar el rendimiento competitivo.

factores que afectan al desarrollo de la velocidad

Para desarrollar la velocidad, tanto el entrenador como el deportista deben comprender los factores que afectan a la capacidad del deportista para generar movimientos muy rápidos. Varios factores fisiológicos, y de rendimiento afectan a la habilidad de esprintar, como se describe en los párrafos siguientes.

Sistemas de energía

Esprintar implica la liberación rápida de energía, que permite una gran velocidad en los ciclos de los puentes de unión intramusculares, y una rápida y repetida producción de fuerza muscular. En las condiciones del esprint, el organismo satisface las exigencias de energía de los músculos mediante (1) la modificación de la actividad enzimática de las vías específicas productoras de energía, (2) el incremento de la cantidad de energía almacenada dentro del músculo y (3) el aumento de la capacidad muscular para superar la acumulación de la fatiga inducida por los metabolitos (91).

Actividad enzimática. Los tres sistemas energéticos del organismo (del fosfágeno, glucolítico y oxidativo) contribuyen al aporte energético (67). Sin embargo, los sistemas del fosfágeno y glucolítico predominan en la mayor parte de las actividades del esprint. El grado en que contribuye el sistema energético oxidativo depende de la duración, el recorrido y el número de sprints realizados, así como también de los intervalos de descanso entre las repeticiones. Por ejemplo, si el esprint es largo (≥ 30 s de duración), y se repite muchas veces con intervalos cortos de descanso entre cada repetición, se incrementará progresivamente la contribución del sistema energético oxidativo (67). Por tanto, las adaptaciones enzimáticas serán muy específicas de las actividades de velocidad realizadas en el entrenamiento (91).

La respuesta del sistema del fosfágeno (ATP-PC) en los episodios de entrenamiento del esprint se traduce en una reducción significativa de los depósitos musculares de adenosín trifosfato (ATP) y de fosfocreatina (PCr) (45). La velocidad de metabolización de la PCr es significativamente mayor en los velocistas más rápidos (45), lo cual puede ser consecuencia del incremento de la actividad de la **creatina-fosfoquinasa (CPK)** como respuesta al entrenamiento de velocidad (78, 83, 102). Para afrontar el incremento de la demanda de ATP durante el entrenamiento del esprint, se estimula el aumento de la actividad enzimática de la **miocinasa (MK)**, la cual puede aumentar la velocidad de resíntesis de ATP (25, 93). Se ha descrito que este incremento de la actividad MK se produce en respuesta al entrenamiento del esprint, tanto de corta como de larga duración (25, 83).

También, varias enzimas clave asociadas con el sistema glucolítico se afectan por las diferentes formas del entrenamiento del esprint (91). Por ejemplo, la glucógeno **fosforilasa (PHOS)**, enzima responsable de la estimulación del desdoblamiento del glucógeno muscular, se incrementa en respuesta tanto a episodios de esprint cortos (< 10 s) como largos (> 10 s) (25, 51, 66, 83, 91). La actividad de la fosfofructocinasa (PFK-1) (enzima que regula la velocidad del sistema glucolítico) parece que se incrementa en las actividades de esprint de corta duración, de larga o de su combinación. Los cambios en la actividad en la PFK-1 pueden ser de particular importancia, ya que la rapidez de su acción se ha relacionado con el rendimiento en los ejercicios de alta intensidad, como el esprint (101). Finalmente, se ha demostrado el aumento de la actividad de la **lactato-deshidrogenasa (LDH)** en respuesta a los sprints tanto de corta como de larga duración (19, 47, 66, 79, 90, 91).

Se considera que la contribución del sistema oxidativo a un episodio de esprint agudo de 10 s, es mínima ($\sim 13\%$) (11). Sin embargo, durante los múltiples sprints de larga duración (≥ 30 s), hay una disminución significativa del aporte energético glucolítico y una disminución concomitante en la producción máxima de potencia y de velocidad (10). Es posible que esto se deba al aumento de la concentración de H^+ , que ralentiza la velocidad glucolítica y promueve la disminución de producción de lactato. Para afrontar las exigencias energéticas del músculo que hace ejercicio, aumenta la contribución del metabolismo oxidativo (8, 10, 97). Sin embargo, dicha contribución del metabolismo

oxidativo al aporte energético está condicionada en gran medida por la duración del esprint (8, 97) y el intervalo de descanso entre episodios (7). Por ejemplo, los más largos, que muchas veces se realizan con intervalos cortos de descanso, incrementarán la contribución del sistema oxidativo en el sistema energético. Con este incremento del aporte energético por parte del metabolismo oxidativo, no son sorprendentes los aumentos de la actividad de la succinato-deshidrogenasa y citrato-sintasa (enzimas claves del sistema oxidativo) en respuesta al esprint (19, 47, 66).

Los episodios de entrenamiento a intervalos con esprints cortos y largos pueden incrementar significativamente la potencia aeróbica del deportista ($\dot{V}O_2$ máx) (57, 97). Por tanto, el entrenamiento a intervalos de alta intensidad es una herramienta importante para el desarrollo de la forma física específica del deporte, en aquellos en los que predomina tanto el aporte energético anaeróbico (por ejemplo, el fútbol, el fútbol americano, el béisbol) como aeróbico (por ejemplo, las carreras de larga distancia, el ciclismo, el esquí). Aunque los episodios de esprint repetidos, similares a los que se ven en la competición, puedan tener una gran contribución aeróbica, ello no significa que el entrenamiento aeróbico con distancias largas sea el mejor modo de desarrollar la forma física (44, 46). Por ejemplo, Helgerud y colaboradores (44) comunicaron que el entrenamiento a intervalos de alta intensidad provocaba incrementos significativamente mayores en el $\dot{V}O_2$ máx que el trabajo aeróbico tradicional. Durante un partido de fútbol, dichos aumentos, provocados por el entrenamiento a intervalos, se relacionaron con incrementos significativos en la economía de la carrera, en la distancia cubierta, en el número de implicaciones con el balón y en el porcentaje de la intensidad de trabajo (43).

Las modificaciones enzimáticas estimuladas por el entrenamiento del esprint, pueden tener una función integral en la facilitación de contracciones musculares rápidas, al permitir una mayor velocidad de aporte de ATP a partir de los sistemas glucolíticos. La adaptación a múltiples episodios de intervalos de esprint de alta intensidad parece producir un estímulo de entrenamiento superior, lo cual se traduce en que los deportistas de los deportes de equipo juegan mejor que con el entrenamiento de resistencia tradicional. Entonces, el entrenamiento a intervalos de alta intensidad debe ser la modalidad de entrenamiento de resistencia preferida para los deportes de equipo, en especial, durante la fase de preparación específica.

Depósitos de los sustratos de energía. Poder disponer de mayor cantidad de los sustratos metabólicos (PCr, ATP, glucógeno) antes de iniciar un episodio de ejercicio, puede mejorar la capacidad del deportista para realizar o mantener actividades de alta intensidad (91, 106). Parra y colaboradores (83) comunicaron que un protocolo de esprints cortos elevó los niveles en reposo de PCr y glucógeno, mientras que el protocolo de esprints largos solo elevó los niveles de glucógeno en reposo. Esto sugiere que el programa de entrenamiento del esprint puede modificar los depósitos de los sustratos energéticos musculares. Estos cambios de los depósitos de sustratos energéticos, detectados en la investigación, pueden contribuir al incremento del rendimiento en el esprint (83).

Acumulación de metabolitos inducidos por la fatiga. La acumulación de ácido láctico, secundaria a los episodios de esprints múltiples, parece que contribuye al deterioro del rendimiento (62, 107). Al aumentar la acumulación de ácido láctico, se produce una mayor concentración de iones H^+ (la cual puede inhibir la actividad PFK-1) (41), la disminución de la velocidad de transporte del Ca^{2+} (59) y la ralentización de la velocidad de los ciclos de los puentes de unión intramusculares (100). Si los iones H^+ no se tamponan, se deteriorará la habilidad para esprintar y, lo más importante, para hacer esprints repetidos (57).

El entrenamiento a intervalos de alta intensidad ha demostrado que produce un incremento de la capacidad tampón (70, 107). Con este aumento, se incrementa la habilidad para mantener el flujo energético y, por tanto, mantener la producción elevada de potencia, como en el esprint. Por tanto, cuando se desarrolla una base fisiológica para esprintar y rendir con agilidad, es importante incluir en el plan de trabajo global el entrenamiento a intervalos de alta intensidad, ya que estos poseen la cualidad de incrementar la capacidad tampón, la cual permite al organismo afrontar la acumulación de los factores metabólicos

inducidos por la fatiga (por ejemplo, el ácido láctico o el H^+). Para mayor información sobre el incremento de la capacidad de resistencia y actividad tampón, consultar el capítulo 11.

Sistemas neuromusculares

Las características morfológicas del músculo, así como también las adaptaciones de actividad en los esquemas de activación neural, pueden desempeñar una función significativa en la expresión de los movimientos a gran velocidad. A finales del siglo xx, la literatura sugería que el rendimiento en las actividades de esprint dependía sobre todo de factores genéticos, pero la literatura actual sugiere que pueden modificarse las características de la fibra muscular, así como también los esquemas neurales de activación, en respuesta a diferentes estímulos de entrenamiento (92, 103-105, 108, 109).

Composición muscular. El tipo, o composición, de la fibra muscular parece que tiene un papel en la determinación de las habilidades del rendimiento del esprint. Poseer un porcentaje elevado de isoformas tipo IIb o IIx de cadenas fuertes de miosina (MHC) (fibras de contracción rápida), es ventajoso para las actividades que requieren la expresión de una producción elevada de potencia o de fuerza (17, 84), como ocurre en el esprint. Puede trazarse un *continuum* de isoformas MHC de fibras musculares, que incluye un rango que abarca desde las de tipo I (contracción lenta) a las de tipo IIa, IIb o IIx, junto con formas híbridas específicas en estado de transición (por ejemplo, I/IIa, I/IIa/IIx, IIa/IIx) que se hallan entre los subtipos principales (5, 85, 108). Dentro de este *continuum* de isoformas MHC individuales, puede crearse un espectro con capacidad para generar fuerza y potencia (figura 12.1). En él, las fibras tipo I muestran menor capacidad para generar fuerza y potencia, mientras que las isoformas MHC de tipo IIb o IIx se asocian con la posibilidad de producirlas en mayor cantidad.

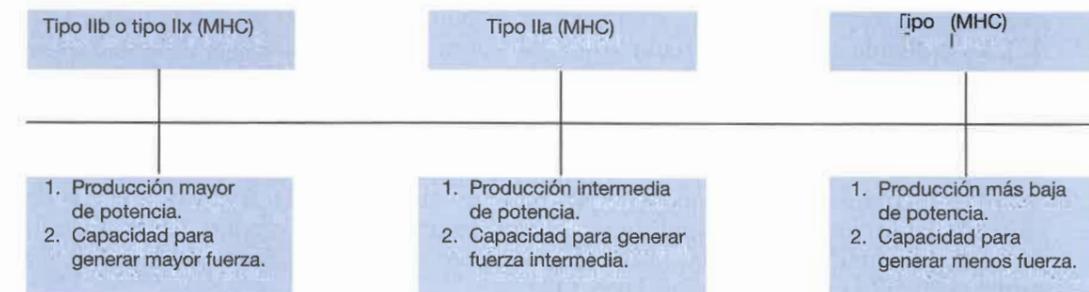


FIGURA 12.1 Capacidad para producir potencia y generar fuerza de los subtipos de fibras musculares de cadena fuerte de miosina (MHC).

Debido a las interrelaciones entre la potencia, la fuerza y el tipo de fibra, parece que la capacidad de rendimiento en el esprint puede explicarse parcialmente por el tipo de fibra del deportista. La literatura científica soporta esta afirmación al sugerir que su rendimiento se correlaciona significativamente con su porcentaje de fibras tipo II (25, 32, 73). Quienes entrenan el esprint parece que muestran mayor desarrollo de la fuerza y de producción de fuerza que los individuos no entrenados, al igual que los entrenados en resistencia (39, 68), lo cual parece estar relacionado con el mayor porcentaje de fibras tipo II que poseen los primeros. En efecto, los velocistas muestran un nivel elevado de este tipo de fibras (23). Por tanto, una posible explicación del mejor rendimiento en el esprint puede hallarse en las adaptaciones específicas de la composición de la fibra muscular inducidas por el entrenamiento.

La habilidad para entrenar el esprint con el fin de modificar la fibra muscular depende parcialmente de las diferencias individuales y de la predisposición genética hacia los diferentes tipos de entrenamiento (31, 59, 61, 91). Por lo general, el trabajo prolongado de resistencia provoca un cambio en la composición de la fibra, pasando del tipo II al tipo I (por ejemplo,

IIx o IIb → IIa → I), lo cual es una desventaja para el rendimiento del velocista (104). Por el contrario, el entrenamiento de velocidad puede incrementar el contenido de fibras tipo II (25, 31, 47, 48). Un programa de entrenamiento de velocidad que provoque la exposición frecuente a episodios lácticos induce un cambio bidireccional hacia el tipo de fibras IIa (I → IIa → IIb o IIx) (3, 4, 91). Sin embargo, parece que si se incorpora trabajo de resistencia en el plan de entrenamiento, esta adaptación favorable en la composición de la fibra muscular puede cambiar (91). Proporcionar descanso insuficiente entre repeticiones o series de esprint (42, 60, 91), e incluir solo sprints de larga duración (19, 58, 91, 96), provoca una transición similar en el tipo de fibra que la observada en el entrenamiento de resistencia. Con esta información, los entrenadores deben considerar cuidadosamente el contenido del programa de periodización del entrenamiento. El primer problema del plan es que los deportistas que han de expresar gran velocidad, deben evitar el entrenamiento de resistencia tradicional, como el trabajo lento de larga distancia (LLD). En segundo lugar, dependiendo de las necesidades del deportista y del deporte que entrena, la utilización de intervalos cortos de descanso y de repeticiones de sprints más largos debe reservarse para la fase preparatoria general del plan de entrenamiento anual. A medida que el deportista progresa a su fase preparatoria específica, y a su fase competitiva, la utilización de sprints más cortos, con intervalos de descanso más largos, le ayudará a producir movimientos a mayor velocidad.

Factores neurales. El entrenamiento a gran velocidad, como los sprints a intensidad máxima, requiere un elevado nivel de activación neural (29, 52, 81, 92). Varios factores neurales influyen en la habilidad de esprintar, incluidos la secuencia de la activación muscular, el reflejo de estiramiento y el desarrollo de la fatiga neural (92).

Activación muscular. Cuando se realiza un movimiento de velocidad, se activa una gran cantidad de músculos diferentes, a intensidades y momentos específicos, para optimizar la rapidez de movimiento (92). Parece que el entrenamiento provoca la perfección de los esquemas de inervación neural y un mayor desarrollo y eficacia del programa motor (72, 92). Es probable que la proporción en la que contribuyen los músculos co-agonistas se modifique con los cambios en la velocidad de la contracción muscular (20, 92). También se ha descrito que las modificaciones del ciclo estiramiento-acortamiento (CEA) (92) contribuyen a las fuerzas de propulsión durante la carrera (29). Finalmente, parece que es importante la capacidad para reclutar selectiva o totalmente las fibras musculares tipo II en la optimización de la capacidad de rendimiento en el esprint (92). Realizar prácticas de entrenamiento con actividades balísticas o explosivas (por ejemplo, sprints, levantamiento de peso, pliometría) puede modificar el reclutamiento de las unidades motoras, de tal forma que la fibra tipo II se reclute antes (38).

Reflejo de estiramiento. Es posible que los reflejos de estiramiento de latencia corta influyan en el rendimiento de carrera del esprint (92). En particular, el **reflejo de estiramiento** parece que mejora la producción de fuerza cuando el deportista esprinta. Durante la fase de vuelo (se discute más adelante en la sección titulada «Técnica»), se activan los numerosos músculos implicados en el desarrollo de la fuerza (35) y hay un incremento de la sensibilidad de las espinas musculares (36, 40, 92). Las adaptaciones en la sensibilidad de las espinas musculares, inducidas por el entrenamiento, se producen como respuesta al trabajo del esprint (55, 56), y pueden mejorar la rigidez muscular sobre la superficie de contacto (92). Tal incremento de la rigidez muscular parece que está relacionado tanto con la velocidad máxima de carrera como con el mantenimiento de la velocidad (21, 64). También parece que dicho aumento disminuye el tiempo de contacto durante la fase de apoyo, incrementando la velocidad de desarrollo de la fuerza y los picos de fuerza generados en ese momento (92).

Fatiga neural. La fatiga neural, o nerviosa, puede afectar al rendimiento del esprint reduciendo la capacidad para generar fuerza voluntariamente (90). Cuando la fatiga se manifiesta durante un esprint máximo de 100 m, hay un ligero declive de la velocidad, especialmente en la última fase de la carrera, que corresponde a la disminución de la velocidad

de zancada (2, 92). Ross y colaboradores (92) sugieren que esta reducción de la velocidad de zancada es producto de la fatiga neural, la cual modifica los esquemas de reclutamiento y el porcentaje de disparo de la unidad motora.

Durante un esprint, como la carrera de 100 m lisos, hay un reclutamiento preferente de las fibras musculares tipo II (contracción rápida), las cuales son especialmente susceptibles a la fatiga neural aguda, como resultado de los tiempos cortos de contracción y la gran velocidad de conducción axónica (74). A medida que progresa la carrera, hay una reducción progresiva del reclutamiento, producido probablemente como resultado del funcionamiento «menor-que-el-óptimo» del córtex motor (92). Se ha descrito una reducción de la activación muscular del 4,9 al 8,7 %, una vez conseguida la velocidad máxima de la carrera. Esta reducción en el reclutamiento puede estar causada por la fatiga de la unión neuromuscular, la disminución de la velocidad de disparo o la reducción del reclutamiento de unidades motoras de umbral más elevado (tipo IIb o IIx) (92).

Ross y colaboradores (92) postularon que la fatiga neural real puede disminuir la sensibilidad refleja. Incluso pensando que está por demostrar que ocurra como respuesta al ejercicio del esprint, es posible que una gran cantidad de estiramientos-acortamientos traumáticos puedan reducir la sensibilidad refleja, lo cual puede disminuir la producción de fuerza durante la carrera (92). Esta reducción en la producción de fuerza puede deteriorar el rendimiento en el esprint.

Técnica

El esprint es una actividad balística en la que una sucesión de zancadas de carrera lanzan el cuerpo hacia delante, a velocidad máxima, sobre cierta distancia. El esprint consta de dos fases principales: la de no contacto (o de vuelo) y la de contacto o soporte. La primera fase contiene la recuperación y la preparación del aterrizaje, mientras que la segunda incluye tanto el aterrizaje como las subfases de frenado excéntrico y de propulsión concéntrica (1). Durante el esprint, el deportista alterna las fases de apoyo y de vuelo. Cuando entra en la fase de apoyo, una acción excéntrica de absorción de fuerzas precede a una contracción concéntrica explosiva (fase de propulsión). A medida que aumenta la velocidad de carrera, se incrementa el tiempo en que permanece en la fase de vuelo y disminuye el que ocupa durante su fase de apoyo (1). Cuando disminuye el tiempo que emplea en esta fase, es especialmente importante que el deportista demuestre una alta producción de fuerza por unidad de tiempo (RFD) para mantener, o continuar aumentando, la velocidad de carrera. La disminución de la duración de la fase de apoyo es esencial para el éxito de cualquier actividad a gran velocidad, la cual depende directamente de la capacidad de mejora de la fuerza máxima y la potencia. Este es el motivo por el que podemos afirmar que:

- Nadie puede ser rápido sin ser fuerte previamente (el entrenamiento de fuerza hace que se sea rápido).
- Si se desea ser rápido, hay que tener una fase de contacto de una duración corta. Solo ganando fuerza máxima y potencia se podrá disminuir la duración de la fase de contacto (de apoyo). Para conseguirlo, se deben mejorar la fuerza máxima y la potencia de los músculos cuádriceps, gemelos y sóleos.

La velocidad a la que corre o esprinta un deportista depende en gran medida de la interacción entre la velocidad y la longitud de zancada. Cuando acelera, y se aproxima a su velocidad máxima, aumentan la velocidad y la amplitud de zancada. La longitud de zancada se relaciona tanto con la altura corporal como con la fuerza ejercida durante la fase de propulsión. Sin embargo, los velocistas de élite tienden a conseguir mayor velocidad y longitud de zancada en menos tiempo, lo cual sugiere que ambas cosas pueden optimizarse con intervenciones apropiadas de entrenamiento. Las fases del esprint son: de salida, de aceleración y de velocidad máxima.

Salida. La posición óptima de salida es la posición media talón-punta del pie, independientemente de si el deportista está sobre dos puntos de apoyo (de pie), tres o cuatro (agachado). El comienzo del esprint desde la posición de salida es para superar la inercia,

lo que se logra con la aplicación explosiva de fuerza con ambas piernas contra el terreno. La pierna adelantada se extiende mientras que la atrasada bascula hacia atrás, lo que se ha denominado la recuperación del talón bajo, que se puede mantener hasta, al menos, dos pasos antes de la elevación gradual. Cuando la pierna atrasada se dirige hacia delante, la cadera se flexiona hasta, al menos, 90° y el tobillo queda en dorsiflexión preparando el pie para aplicar la fuerza hacia abajo, contra el terreno. A la vez, el brazo opuesto a la pierna que inicia la acción de salida, se balancea hacia delante y arriba, con el codo flexionado aproximadamente 90°, y la trayectoria de la mano sobrepasa la cabeza. A medida que la pierna adelantada se extiende para pasar a la fase de apoyo, el brazo opuesto se balancea hacia atrás, con el codo completamente extendido. Cuando la salida se realiza correctamente, el cuerpo se encuentra en un ángulo de 45° o menos de la horizontal, la cabeza está alineada con la espalda y el empuje se realiza con un alineamiento perfecto de la punta de los pies con los hombros.

Aceleración. Durante el período de aceleración inicial, desde la posición de salida estática, tanto la velocidad como la longitud de zancada se incrementarán de los primeros 15 a 20 m, o de las 9 a 12 zancadas. El análisis de velocistas de élite demuestra que el aumento de la longitud de zancada es mayor que el de la frecuencia durante los 20 primeros metros de la carrera de 100 m (65). Sin embargo, parece que, en los deportes de equipo, es la frecuencia de zancada la que determina el rendimiento entre deportistas rápidos y lentos (78). Durante la parte preliminar del período de aceleración, el cuerpo mantiene una inclinación hacia delante ($\leq 45^\circ$) que, a medida que el deportista se aproxima a su velocidad máxima, cambiará a la posición erguida. La inclinación hacia delante del deportista le permitirá mantener una proyección vertical de su centro de gravedad por delante de la pierna de apoyo, posición técnica que es favorable para una mayor aceleración. Durante toda la fase de aceleración, la pierna se extiende por completo, y en línea con el eje longitudinal del cuerpo al producirse el empuje. Desde esta posición, la recuperación de la pierna se realiza pasando el pie cada vez más alto en cada paso, terminando siempre con el muslo perpendicular al tronco. Cuando la pierna entra en la fase de apoyo, se extiende hacia abajo y atrás; al mismo tiempo, el ángulo del codo del brazo que se balancea simultáneamente hacia atrás se cierra un poco más con cada paso, manteniéndose finalmente a 90° durante todo el ciclo en el que el deportista se mantiene en la posición erguida, típica de la fase de velocidad máxima.

El movimiento del brazo debe originarse siempre desde el hombro, y su desplazamiento ser hacia atrás y hacia delante. El movimiento de los brazos compensa el impulso axial generado por la pierna y cadera contralaterales. Durante la fase de apoyo, el deportista hará una transición de la subfase excéntrica a la concéntrica utilizando el ciclo de estiramiento acortamiento (CEA) (87). Cuando este acelera, deben desarrollarse mayores fuerzas de reacción sobre el terreno para continuar la aceleración (54, 77). Estos datos parecen sugerir que el entrenamiento de fuerza, especialmente con actividades que mejoren la velocidad del desarrollo de la fuerza, es un componente esencial del programa de entrenamiento diseñado para mejorar el rendimiento en el sprint. En particular, parece que las fuerzas horizontales de reacción sobre el terreno son discriminativas entre los velocistas más lentos y los más rápidos (18, 18b, 53, 71, 77, 82), lo cual sugiere que debe darse mayor énfasis a los métodos de entrenamiento con un vector de fuerza anteroposterior (basculaciones con *kettlebell* versus levantamientos olímpicos, empujes de cadera versus sentadillas (22)), o que requieren más aplicación de fuerza horizontal (saltos horizontales versus saltos verticales) que los usados tradicionalmente.

Velocidad máxima. Cuando se consigue la velocidad máxima (dentro de los 30 a 60 m, en función del deportista), la posición del tronco estará más erguida (figura 12.2) y tanto la velocidad como la longitud de la zancada contribuirán a la velocidad del movimiento. Durante este tramo de carrera, se maximizará el tiempo empleado en la fase de vuelo, por la aplicación de fuerzas verticales de reacción sobre el terreno durante la fase inicial de apoyo, dejando tiempo suficiente para que la pierna se balancee para recolocarse en la

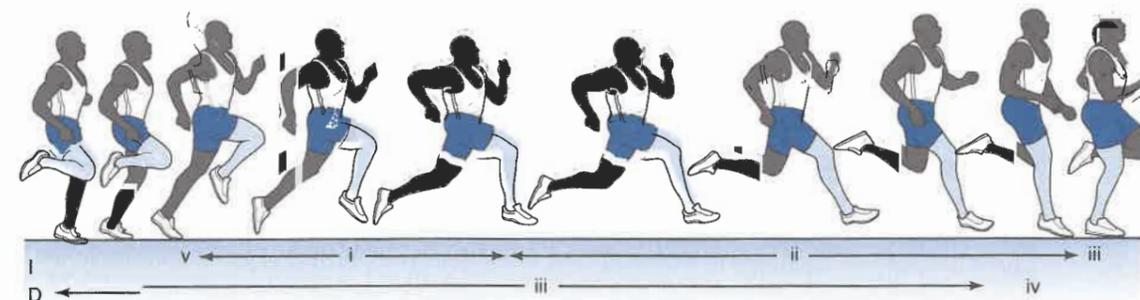


FIGURA 12.2 Técnica para esprintar a velocidad máxima.

i = fase precoz de vuelo; ii = fase media de vuelo; iii = fase tardía de vuelo; iv = fase precoz de apoyo; v = fase tardía de apoyo; i = Izquierda; D = Derecha.

Reproducido con permiso de G. Schmolinsky, ed., 1993, *Track and field: The East German textbook of athletics* (Toronto: Sport Books).

preparación de la transición de la siguiente fase de apoyo. Se piensa que los deportistas que durante el tramo de máxima velocidad del sprint son capaces de aplicar grandes fuerzas horizontales de reacción sobre el terreno en la fase de apoyo, pueden alcanzar y mantener mayor velocidad de movimiento (18, 18b, 53, 71, 77, 82). Esto afianza más la afirmación de que el entrenamiento de fuerza y la potencia son componentes esenciales del plan de periodización del entrenamiento dirigido al desarrollo de la velocidad.

Cuando el deportista entra en la fase de apoyo, contactará con el terreno directamente bajo su centro de gravedad. Mientras se mueve durante la fase de apoyo, efectuará una transición desde la acción excéntrica de frenado a la acción concéntrica, mediante la activación del CEA. Durante la fase concéntrica, el deportista hace una «triple extensión» de las caderas, las rodillas y los tobillos para aplicar correctamente fuerza contra el terreno. Tras realizar la triple extensión, iniciará una triple flexión del tobillo, la rodilla y la cadera, llevando el talón cerca de las nalgas. En este punto, el talón de la pierna de recuperación pasa por encima de la rodilla (figura 12.3). Este movimiento de triple flexión permite al deportista mover rápidamente la rodilla por delante de la cadera, colocando con efectividad la pierna delante del cuerpo. Este movimiento prepara el pie para un descenso rápido, permitiendo al velocista maximizar las fuerzas de reacción sobre el terreno cuando el pie se desplaza hacia abajo y atrás al golpear sobre el suelo (87).

Fatiga

Durante el entrenamiento del sprint, el deportista debe ser consciente de la fatiga, ya que su aparición puede reducir su capacidad de rendimiento. Cuando esta se manifiesta, puede disminuir su velocidad de zancada, mientras que su longitud se incrementa, al igual que la duración de la fase de apoyo sobre el terreno. Estos eventos realmente disminuyen la eficacia del CEA que se aplica entre las fases excéntrica y concéntrica de la fase de apoyo. Los altos niveles de fatiga también pueden reducir los rangos de extensión de las piernas (87). Esta ruptura de la mecánica de carrera puede explicarse parcialmente por la aparición de la fatiga metabólica (91).

La fatiga puede reducir la capacidad de esprintar, en especial cuando se realiza una serie de sprints máximos (92). Este tipo de fatiga puede producirse como resultado de un fallo supraespinal, de la inhibición aferente segmental, de la depresión de la excitabilidad de la neurona motora, por pérdida de zonas de reunificación de la excitación y por la disminución de la capacidad de la unión neuromuscular para activar el



FIGURA 12.3 Talón sobre la rodilla en la recuperación de la posición erguida a máxima velocidad.

músculo por completo (92). La fatiga neuromuscular puede tener una gran función en la reducción de la velocidad en el esprint.

Métodos para desarrollar la velocidad y la resistencia a la velocidad

La velocidad y la resistencia a la velocidad pueden desarrollarse manipulando múltiples factores de entrenamiento. Por ejemplo, la fase de aceleración puede desarrollarse teniendo como objetivo el sistema ATP-PC, con esprints cortos (10 a 40 m), a velocidad máxima del 95 al 100 %, y períodos de recuperación más largos entre repeticiones y series. Por el contrario, el trabajo extensivo a tiempo, en el que se cubren distancias largas (> 200 m) con menor intensidad (< 70 % del máximo), intercalando intervalos cortos de descanso (< 60 s), desarrollará la capacidad aeróbica del deportista (33). La tabla 12.1 proporciona ejemplos de manipulación para desarrollar varios de los diversos aspectos de la velocidad y la resistencia de velocidad.

TABLA 12.1 Métodos para desarrollar velocidad y resistencia a la velocidad

Tipo de entrenamiento	Sistema energético objetivo		Objetivos	Distancia (m)	% del mejor tiempo	Tiempo de recuperación	
	Global	Específico				Repeticiones	Series
Velocidad	Anaeróbico	ATP-PC	Aceleración	10-40	95-100	1 min por 10 m	—
			Velocidad máxima	50-60	95-100	1 min por 10 m	—
Resistencia a la velocidad	Anaeróbico	ATP-PC y glucolítico	Resistencia a la velocidad corta	5-30	95-100	0,5-1,5 min	3-5 min
			Resistencia a la velocidad corta	60-100	90-95	1-3 min	3-6 min
		Resistencia a la velocidad larga	120-200	90-95	3-5 min	6-10 min	
	Anaeróbico/aeróbico	Glucolítico y oxidativo	Resistencia especial	250-400	90-95	5-6 min	8-12 min
					95-100	10-20 min	—
A ritmo	Intensivo	Anaeróbico/aeróbico	Capacidad anaeróbica	80	80-90	30 s-5 min	3-5 min
	Extensivo	Aeróbico	Metabolismo oxidativo	Potencia aeróbica	100	50-70	<1 min

Entrenamiento de la agilidad

La capacidad para esprintar en línea recta es importante tanto para los deportistas de atletismo como para los que participan en otros deportes que se desarrollan en terrenos de juego (por ejemplo, el fútbol, el fútbol americano, el béisbol); pero la habilidad para acelerar, desacelerar

y cambiar de dirección con rapidez es determinante en los deportes de equipo y en los que se juegan en cancha. Muchas veces, estos deportistas tienen que acelerar rápidamente, parar y volver a acelerar en otra dirección en respuesta a estímulos externos. Por lo general, estas habilidades se consideran expresión de la agilidad. Algunos autores utilizan el término de rapidez como sinónimo de agilidad o de velocidad en el cambio de dirección (76, 94). Sin embargo, Sheppard y Young (94) señalaron que en la definición de rapidez no se considera la desaceleración ni el cambio de dirección, y que, en sí misma, forma parte de la agilidad. El término recorte se ha utilizado para describir la capacidad de cambio de dirección (94) y, en ocasiones, se ha empleado erróneamente para describir la agilidad. Este término solo incluye los cambios de dirección iniciados con el pie que está en contacto con el suelo (94), obviando el papel determinante que juega la fuerza excéntrica de los extensores.

La agilidad es una serie compleja de destrezas interdependientes, que convergen en el deportista para responder a un estímulo externo mediante una desaceleración rápida, un cambio de dirección y una re-aceleración. Young y colaboradores (111), y Sheppard y Young (94), sugirieron que la percepción del deportista, su capacidad para tomar decisiones y la de cambiar rápidamente de dirección afectan a su agilidad (Figura 12.4).

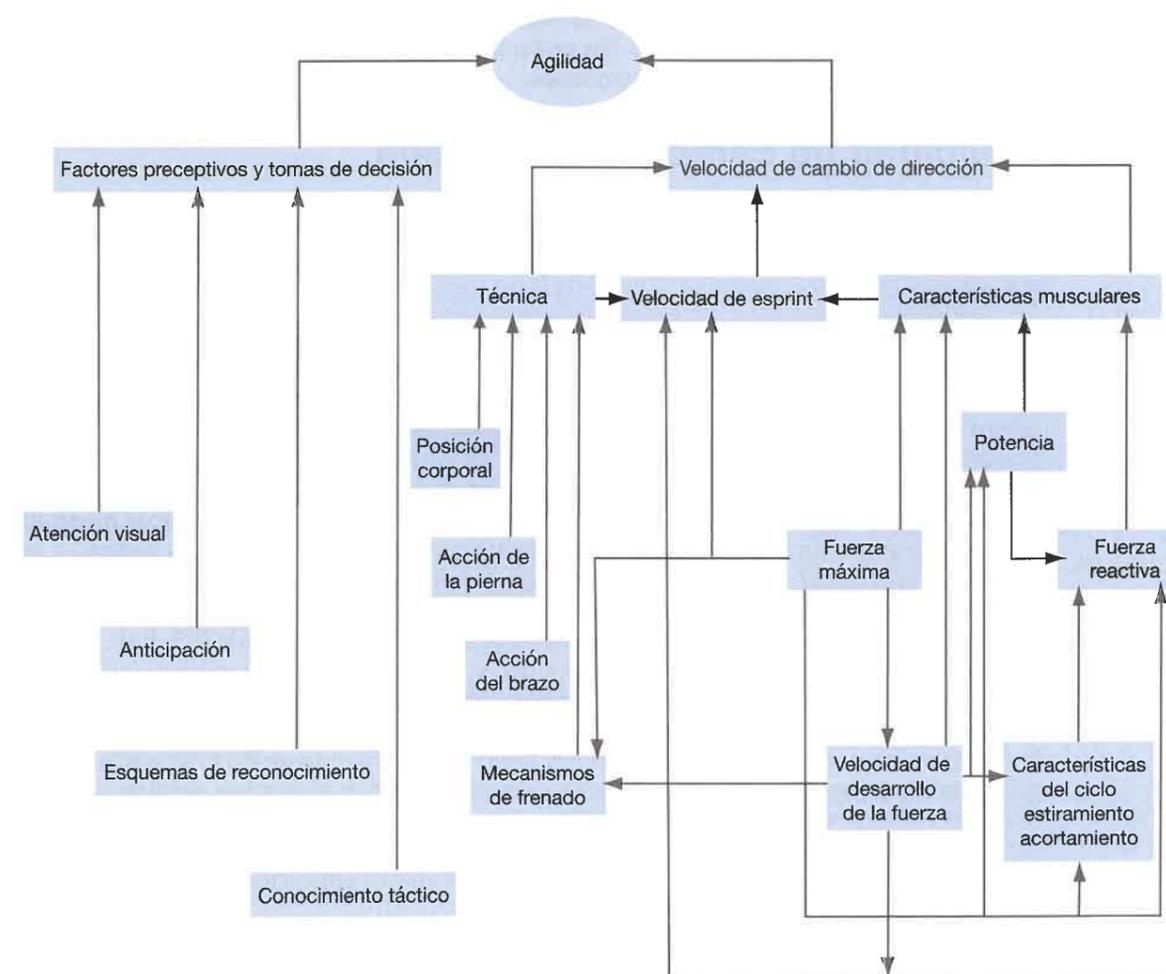


FIGURA 12.4 Modelo de los factores que afectan a la agilidad. Adaptado de Young, James y Montgomery, 2002 (111) y Sheppard y Young, 2006 (94).

Factores perceptivos y de toma de decisión

Durante la competición, el deportista debe ser capaz de percibir la situación, tomar una decisión y, a continuación, cambiar la dirección del movimiento y la velocidad, en respuesta a ciertos estímulos de externos. La capacidad de engranar todo ello en un proceso único implica la compleja interacción de interpretaciones visuales, anticipación, reconocimiento de esquemas y conocimiento de situaciones tácticas (94, 111).

La habilidad para explorar visualmente, o focalizar la atención, mientras se realizan tareas multidireccionales, parece que tiene una influencia positiva sobre el rendimiento (86). La capacidad para reconocer visualmente una acción específica procesa las ramificaciones de dicha acción y responde con los cambios de dirección apropiados o con esquemas de movimiento que marcan la diferencia entre los competidores. También afecta a la habilidad del deportista para cambiar de dirección de forma apropiada el conocimiento de las situaciones tácticas y su capacidad para anticipar los movimientos potenciales del oponente (94). Aunque parece que los factores perceptivos de las tomas de decisión pueden afectar a la habilidad competitiva, hay pocos datos científicos que avalen dicha interrelación.

Debido a que puede establecerse la relación entre las interpretaciones visuales y los cambios de dirección, está justificado incluir actividades o ejercicios que exijan al deportista realizar movimientos específicos en respuesta a estímulos visuales o auditivos (58). Estas actividades pueden integrarse tanto en los entrenamientos de velocidad como en los de agilidad, y traducirse a la actividad competitiva. Sin embargo, hay pocas investigaciones que exploren la eficacia de tales prácticas de entrenamiento.

Velocidad de cambio de dirección

Tres factores claves influyen en la capacidad del deportista para realizar tareas de cambio de dirección: la técnica, la velocidad del sprint y sus características musculares (94, 111).

Técnica

La acción de la pierna, del brazo y la mecánica de frenado pueden afectar a la habilidad del deportista en la expresión de la agilidad de movimiento. Cuando acelera o desacelera, ha de aumentar el apoyo del cuerpo para lograr que la base de sustentación se separe de su centro de gravedad (87), a la vez que este desciende. Estas acciones permiten al deportista mantener una estabilidad dinámica y cambiar de dirección rápidamente (94). Cuando inicia la acción de desaceleración, antes de cambiar de dirección, disminuirá su longitud de zancada (93). Después, en la re-aceleración, incrementará progresivamente tanto la longitud como la velocidad de zancada, mientras mantiene la posición del cuerpo más vertical, o se inclina hacia la nueva dirección del movimiento. Cuando el deportista participa en deportes que requieren frecuentes cambios de dirección, está justificado que corra con el centro de gravedad más bajo y con una inclinación hacia delante más pronunciada (93, 94).

La acción potente del brazo es un componente fundamental de los movimientos multidireccionales, dado que el empuje del brazo afecta directamente a la frecuencia de la pierna del deportista durante la aceleración o la re-aceleración. Esto no ocurre así durante la desaceleración, en la que la frecuencia y el radio de movimiento de los brazos se reducen visiblemente para favorecer una desaceleración más rápida y el cambio de dirección. La fuerza es esencial, tanto para la aceleración como para la desaceleración. En la aceleración, la fuerza de propulsión se expresa concéntricamente, mientras que la fuerza de desaceleración lo hace excéntricamente. La desaceleración exige mayor aplicación de fuerza ya que el deportista ha de superar la inercia (12).

En una desaceleración con éxito, el deportista tiene que contactar con el suelo con todo el pie, con el fin de maximizar el área de la superficie de contacto y reducir la carga excéntrica empleando toda la extremidad inferior (86).

Velocidad del sprint

Algunos entrenadores creen que entrenar directamente el sprint en línea recta influye en la habilidad del deportista para cambiar de dirección (94). Esto está lejos de ser así en los deportes que se juegan sobre cancha o campo. La capacidad de esprintar en línea recta explica solo algunas de las diferencias que se observan en las actividades con cambios de dirección (94, 111, 112). Cuando únicamente se utiliza el sprint en línea recta, se consiguen muy pocas mejoras en el rendimiento de las tareas con cambios multidireccionales de trayectoria. Añadiendo un balón (por ejemplo, de fútbol o de baloncesto) a los ejercicios de agilidad, se mejorará significativamente la habilidad del deportista para realizar tareas multidireccionales, como los movimientos de cambio de dirección (94, 112). Por ello, tanto las tareas que incorporen el sprint en línea recta como cambios de dirección, con o sin implementos, deben incorporarse en las diferentes fases del desarrollo del deportista y en la preparación para la competición.

Características musculares

Durante muchos años, ha sido de aceptación común que las características de fuerza muscular y de potencia caracterizan la capacidad del deportista para esprintar. Parece que existe una relación entre fuerza muscular y potencia con el rendimiento en los cambios de dirección. La literatura indica que esta puede ser más fuerte en los diferentes movimientos de cambio de dirección que cuando se realizan cambios direccionales rápidos cuya duración sea más larga (como es, con frecuencia, el caso de un delantero en fútbol) (94). El deportista debe esforzarse siempre en ser más fuerte y potente, ya que lo traducirá en su habilidad para cambiar de dirección.

También, parece que la fuerza reactiva, o capacidad para implicar al ciclo de estiramiento acortamiento (CEA), contribuye a la capacidad del deportista para cambiar de dirección (34, 111). La habilidad para utilizar el CEA en respuesta a la carga excéntrica permite generar mayor fuerza durante la fase concéntrica de los cambios de dirección (56). Ello permite una aceleración más rápida al cambiar el sentido de la marcha. Por tanto, es muy recomendable incorporar habilidades pliométricas al entrenamiento, dada su fuerte relación con el rendimiento en los cambios de dirección (111).

El diseño del programa

Desarrollar un plan de entrenamiento implica planificar varios niveles distintos. Entre ellos, se incluyen los microciclos, los macrociclos y el plan de entrenamiento anual. En cada nivel de planificación, el entrenador ha de tener en cuenta los principios del desarrollo de la velocidad y la agilidad, y comprender las respuestas fisiológicas y de rendimiento de las variables específicas de entrenamiento.

Principios del desarrollo de la velocidad y la agilidad

Al tratar del desarrollo de la velocidad, se deben considerar varios principios básicos (28).

Calidad sobre cantidad

El entrenamiento de la velocidad somete al deportista a un gran estrés fisiológico. Para maximizar sus efectos, el trabajo de velocidad necesita ser dosificado meticulosamente e incorporar bajos volúmenes de entrenamiento, intercalando largos períodos de recuperación. La utilización excesiva de actividades de sprint puede provocar, finalmente, sobreentrenamiento. No es sensato realizar sprints y entrenamiento de agilidad bajo condiciones de fatiga, o emplear intervalos de descanso excesivamente cortos.

La técnica adecuada en todo momento

Para desarrollar los esquemas de movimiento apropiados, el entrenador debe enfatizar en la técnica adecuada en todas las actividades del entrenamiento. Si el deportista realiza ejercicios con técnica defectuosa, fijará unos esquemas motores erróneos que impedirán el desarrollo de la velocidad y la expresión de la agilidad. Desde el propio calentamiento, ya debe centrarse en adquirir la técnica correcta y continuar así durante el tramo principal de la sesión de trabajo. Si la fatiga causa desajustes técnicos, puede ser razonable reducir el volumen de entrenamiento de esa sesión.

Especificidad del desarrollo de la velocidad y la agilidad

Cuando desarrolla la velocidad y la agilidad, el deportista debe ejercer las destrezas que cubran las exigencias de su deporte. Por ejemplo, puede ser razonable para un futbolista realizar alguna actividad de velocidad y agilidad con el balón, ya que este es un componente principal de su rendimiento competitivo. Cuando los entrenadores diseñan sesiones específicas de sprint y de agilidad, también han de considerar la bioenergética, la relación trabajo-descanso y la dinámica del deporte en cuestión. El entrenador debe desarrollarlas basándose en las necesidades que impone el deporte. Por ejemplo, en fútbol, puede organizar partidos en áreas reducidas o ejercicios en pistas de regate (ver figura 5.14 del capítulo 5), ya que estas actividades están estrechamente relacionadas con el modelo que se produce en la competición (45).

Desarrollo de las características de apoyo

Muchos factores pueden contribuir a la habilidad del deportista para mostrar velocidad y efectividad en los movimientos de cambio de dirección. Los entrenadores deben comprender las exigencias bioenergéticas de las diferentes actividades que entrenan el sprint y la agilidad, y cómo se relacionan con el deporte que practica el deportista. Los aspectos añadidos que se han de considerar son el papel del entrenamiento de fuerza en la expresión de la velocidad y el desarrollo de las habilidades de cambio de dirección.

Información de retorno (*feedback*)

Es importante registrar los objetivos del deportista y la información de retorno subjetiva que se produce mediante los procesos de entrenamiento. Este *feedback* objetivo puede incluir los tiempos de registro y los análisis de vídeos de rendimiento, y la información subjetiva, el concepto de velocidad máxima percibida (28). Con deportistas principiantes, o cuando la



Añadir entrenamiento de agilidad para el deporte. De este modo, el deportista puede desarrollar destrezas específicas de su práctica, al mismo tiempo que lo hacen su velocidad y agilidad.

serie de destrezas son complejas, el entrenador debe proporcionar permanentemente información de retorno y refuerzos. Dicha información parece ser esencial durante las primeras fases del desarrollo de las destrezas; una vez que el deportista ya las ha adquirido, se precisa menos información de retorno. Se ha de considerar la necesidad de aportar información sobre el rendimiento adecuado y sobre los métodos para corregir los errores. Las correcciones técnicas no han de ser más de una o dos por sesión, y deben seguir una secuencia de prioridad. Cuando la destreza está desarrollada, la información de retorno tendría que establecerse con menor frecuencia, y progresar de la calidad a la cantidad.

Motivación

Para desarrollar la velocidad o la agilidad, el deportista debe estar altamente motivado. Las actividades que desarrollan gran potencia requieren siempre un elevado nivel de motivación y de concentración máxima. Además, los sprints y los entrenamientos de agilidad producen una gran cantidad de fatiga, en especial, cuando su objetivo es la **resistencia a la velocidad** (86). Es probable que un deportista motivado tolere mejor este tipo de entrenamiento. La motivación puede cultivarse proporcionándole información de retorno, especialmente aquella en la que se enfatizan los aspectos positivos de su entrenamiento, e incluirle en los procesos de planificación. Si el plan se implementa correctamente, es posible que el deportista logre alcanzar niveles más elevados de rendimiento.

Variables asociadas con el entrenamiento de la velocidad o la agilidad

Cuando se integra el entrenamiento de velocidad o agilidad dentro del plan de trabajo anual periodizado, el entrenador debe considerar manipular diversas de sus variables (87).

Densidad

La densidad de entrenamiento es la cantidad de trabajo producido durante un período de tiempo determinado (sesión de entrenamiento). En una sesión de sprint, de resistencia al sprint o de agilidad, la densidad es la proporción entre los intervalos de ejercicio y de descanso dentro de una serie, o series, de sprint. Si la calidad de trabajo es la esperada, se necesitan intervalos de descanso más largos para facilitar una buena recuperación entre las series de sprints, o de los ejercicios de agilidad. Esto se debe a que la densidad de ambos entrenamientos, de velocidad y de agilidad, ha de ser baja.

Duración y distancia

Para determinar la duración del ejercicio, la carrera puede medirse tanto en segundos como en minutos. La distancia de desplazamiento también puede cuantificarse en metros o en yardas. Por ejemplo, si un deportista hace un sprint de 100 m (distancia) en 12 s (duración), ambos parámetros pueden utilizarse para calcular el factor de intensidad.

La duración o la distancia de una actividad determinan las vías bioenergéticas y la especificidad del objetivo de calidad. Las actividades de cortas duración y distancia tienden a que su objetivo sea el del sistema del fosfágeno y el desarrollo de la aceleración o la velocidad. Por ejemplo, la aceleración se estimula cuando el deportista corre sprints cortos (10 a 40 m), mientras que la velocidad máxima se fomenta con sprints largos (50 o 60 m). Si, por otro lado, el objetivo es entrenar la resistencia a la velocidad, la distancia aumenta hasta los 80 o 150 m. Los velocistas de élite parece que alcanzan su velocidad máxima después de los primeros 5 o 6 s, a los 50 o 60 m aproximadamente, mientras que los velocistas principiantes logran alcanzarla a los 20 o 30 m (65, 87). Si se amplía el sprint, aumentará la dependencia del sistema energético oxidativo. Por tanto, tanto su distancia como su duración son consideraciones importantes cuando el objetivo del deportista son las características de aceleración, de velocidad máxima o de resistencia.

Duración de los ejercicios de agilidad

Un ejercicio de agilidad no debe tener una duración estándar (es decir, la misma para todos los deportistas). Al contrario, estos ejercicios han de crearse basándose en el sistema energético dominante, en el deporte específico y ser específicos de la posición del jugador. Por tanto, la duración e intensidad de los ejercicios de agilidad depende directamente de las adaptaciones específicas del deporte de que se trate. Lo mismo ocurre con respecto a la posición de juego del deportista.

En el caso del entrenamiento de la agilidad, la duración ha de seleccionarse en función de los sistemas energéticos que predominen en el deporte seleccionado, y es específica de la posición del jugador. En la mayoría de los casos, el tipo y duración de los ejercicios de agilidad suelen ser relativamente cortos y muy intensos (entre 5 y 10 s). Esto puede ser aconsejable para algunos, al menos para deportes como el voleibol y el fútbol americano, en los que el sistema energético dominante es el del fosfágeno. En otros deportes de equipo, en los que el sistema oxidativo es el que aporta principalmente la energía (por ejemplo, el fútbol o el rugby), la duración total de los ejercicios de agilidad puede ser mucho más larga, y los más cortos estar separados por intervalos de descanso muy breves.

Una discrepancia similar se prevé para las posiciones específicas de algunos deportes de equipo. Por ejemplo, para un defensa central en fútbol, la duración de los ejercicios de agilidad ha de ser más corta (10 a 15 s), muy intensa e incorporar ejercicios de tiempo de reacción y de ritmo de movimiento. Por otro lado, los centrocampistas, en los que el sistema energético predominante es el aeróbico, el entrenador ha de crear ejercicios de agilidad de más duración, de 20 a 40 s o más.

Orden de los ejercicios

El orden de los ejercicios es la secuencia en la que se realizan las tareas específicas del entrenamiento. Cuando se prescribe el orden de los ejercicios en las sesiones de velocidad, de resistencia a la velocidad o de agilidad, el entrenador debe tener en cuenta tanto el manejo de la fatiga como el desarrollo de la forma física. Dado que las actividades que entrenan el sprint y la agilidad imponen grandes exigencias neuromusculares y de coordinación, estas deberán realizarse cuando el nivel de fatiga del deportista sea mínimo.

Muchos factores pueden contribuir a generar fatiga, y deben tenerse en cuenta al secuenciar una sesión de entrenamiento. Las actividades se realizan mejor tras un calentamiento dinámico que prepare al deportista para los episodios de trabajo, llevado a cabo antes de la parte más fatigante de entrenamiento. Dentro del plan de trabajo diario, puede ser recomendable separar las sesiones de entrenamiento en segmentos específicos. Por ejemplo, la sesión matinal (9:00 a.m.) después de un día de recuperación puede centrarse en el entrenamiento de la velocidad, y la sesión de la tarde (4:00 p.m.) tener como objetivo el entrenamiento de la resistencia a la velocidad y de la fuerza resistencia. Sin embargo, las sesiones en las que la meta sea la velocidad máxima o la agilidad de alta intensidad, es mejor realizarlas por la tarde, en especial, si se ha tenido un descanso completo por la mañana.

Idealmente, los deportistas deberían estar en un estado de supercompensación, ya que la velocidad máxima es una cualidad determinante en el entrenamiento de velocidad. Se recomienda, como más favorable, estructurar las sesiones de trabajo de velocidad y agilidad con breves periodos de trabajo separados por intervalos frecuentes de descanso de, al menos, entre 3 y 5 min. Un método efectivo para realizar este tipo de actividad es el método de repetición, compuesto por episodios de trabajo de alta intensidad muy cortos, realizados con bajos volúmenes y con largos intervalos de descanso que maximicen la recu-

peración y el desarrollo de la competencia técnica y la velocidad (tabla 12.1). Es posible crear sesiones que tengan como objetivo la velocidad y la resistencia a la velocidad, pero el entrenador debe tener mucho cuidado en establecer en ellas el orden de los ejercicios.

Intensidad

Con frecuencia, cuando un deportista entrena la velocidad, la resistencia a la velocidad o la agilidad, la intensidad se cuantifica en relación con la velocidad máxima o velocidad de movimiento.

$$\text{Intensidad (m/s)} = \frac{\text{Distancia (m)}}{\text{Tiempo (s)}}$$

Según esta ecuación, si el deportista corre 100 m en 12 s, la intensidad equivaldría a 8,33 m/s. En las tablas 12.2 y 12.3 se presentan más ejemplos de cálculo de intensidad para diferentes sprints. El entrenador debe tener en cuenta que realizar sprints cortos a gran velocidad son episodios de ejercicio de alta intensidad.

Cuando el técnico diseña un plan de entrenamiento, puede establecer las zonas de intensidad basándose en los mejores tiempos del deportista en la distancia establecida (tabla 12.3).

TABLA 12.2 Determinación del volumen de carga y el porcentaje de intensidad en una sesión de entrenamiento de sprint

Sesión de trabajo 1				Sesión de trabajo 2			
Distancia (m)	Tiempo (s)	Intensidad (m/s)	Volumen de carga	Distancia (m)	Tiempo (s)	Intensidad (m/s)	Volumen de carga
200	48	4,17	833,33	400	79	5,06	2.025,32
200	35	5,71	1.142,86	400	89	4,49	1.797,75
200	36	5,56	1.111,11	200	42	4,76	952,38
200	39	5,13	1.025,64	200	40	5,00	1.000,00
Intensidad de entrenamiento =		5,14		Intensidad de entrenamiento =		4,83	
Volumen de carga de la sesión de entrenamiento = 4112,94				Volumen de carga de la sesión de entrenamiento = 5.775,45			

Nota: El volumen de carga se expresa en unidades arbitrarias. La intensidad de entrenamiento es el porcentaje de velocidad de la sesión de trabajo. Este concepto se basa en métodos presentados por Plisk (87).

TABLA 12.3 Intensidades de zona de entrenamiento para entrenar el sprint

Zona	Porcentaje máximo	Velocidad (m/s)	Tiempo (s)	Intensidad
1	>100	>9	<11,0	Máxima
2	95-100	8,6-9	11,6-11,0	Elevada
3	90-95	8,1-8,5	12,2-11,7	Media-elevada
4	85-90	7,6-8	12,8-12,3	Medía
5	80-85	7,1-7,5	13,4-12,9	Baja

Nota: Los tiempos se basan en el mejor tiempo de 11 s en 100 m.

Con el fin de crear zonas de intensidad, este puede utilizar la siguiente fórmula para determinar el porcentaje máximo de intensidad (velocidad):

$$\text{Porcentaje máximo de velocidad (m/s)} = \text{intensidad máxima} \times \text{porcentaje}$$

Si el deportista corre un máximo de 100 m en un tiempo de 11 s, su intensidad máxima al 90 % estaría representada por la siguiente ecuación:

$$90\% \text{ velocidad máxima} = 9,1 \text{ m/s} \times 0,90 = 8,2 \text{ m/s}$$

Si la zona de entrenamiento se fijara del 90 al 100 % del máximo, los límites de tiempo deberían calcularse con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Tiempo de entrenamiento (s)} = \text{distancia (m)} / \text{porcentaje de velocidad máxima (m/s)}$$

$$\text{Tiempo de entrenamiento al 90 \% de intensidad} = 100 \text{ m} / 8,2 \text{ m/s} = 12,2 \text{ s}$$

Por tanto, en un macrociclo de 4 semanas, los tres microciclos de carga podrían progresar desde el 90, al 92,5 y al 95 %, exigiendo correr al deportista 100 m a 12,2 s, 11,9 s y 11,6 s, respectivamente. Más ejemplos de zonas de entrenamiento pueden encontrarse en la tabla 12.3.

Intervalos de descanso

La manipulación de los intervalos de descanso entre repeticiones y entre series puede afectar significativamente al estrés fisiológico y a la producción de los rendimientos de las sesiones de entrenamiento de velocidad, resistencia a la velocidad o agilidad. Deben usarse intervalos largos de descanso (trabajo/descanso = 1:50-1:100) cuando el objetivo sea desarrollar la velocidad absoluta, ya que esto determina una mayor reposición de los depósitos de fosfágeno y permite una expresión máxima de producción de potencia. Cuando el objetivo es la resistencia de intervalos de alta intensidad, el entrenador debe utilizar intervalos de descanso más cortos (trabajo/descanso = 1:4-1:24). Finalmente, los intervalos de descanso más cortos (trabajo/descanso = 1:0,3-1:1) se usan cuando el objetivo es el sistema oxidativo (aeróbico) (13). En las tablas 11.9, 11.13 y 11.14 del capítulo 11, puede hallarse un resumen del efecto de la manipulación de los intervalos de descanso.

Al establecer la proporción trabajo-descanso, el entrenador puede examinar las que se producen en los eventos deportivos. Por ejemplo, la relación trabajo-descanso en los partidos de rugby es entre 1:1-1,9 y 1-1,9:1 (30), mientras que, por lo general, en fútbol americano es de 1:6 (88) y en fútbol de 1:7 a 1:8 (63). Mediante la determinación de dichas proporciones, el técnico puede diseñar el programa de entrenamiento según sea el objetivo de las exigencias metabólicas del deporte, a la vez que también desarrolla las características de velocidad apropiadas que exige el rendimiento con éxito.

Intensidad de entrenamiento

La intensidad de entrenamiento se asocia con el porcentaje de la producción de trabajo o el porcentaje en el que se consume la energía (100). Cuanto mayor sea la intensidad del entrenamiento, mayor será el porcentaje de producción de trabajo, lo cual corresponde a un mayor gasto energético. La intensidad de entrenamiento del esprint y de la agilidad puede calcularse como sigue:

$$\text{Intensidad de entrenamiento (m/s)} = \frac{\text{Volumen de carga de la sesión de entrenamiento}}{\text{Distancia total cubierta en el entrenamiento}}$$

En la tabla 12.2, se presenta un ejemplo de entrenamiento en series en el que la carga de volumen del deportista es de 4.112,94, y la distancia total cubierta durante la sesión de trabajo de 800 m.

$$\text{Intensidad de entrenamiento (m/s)} = \frac{4.112,94 = 5,14 \text{ m/s}}{800} = 5,14 \text{ m/s}$$

Por tanto, la intensidad de entrenamiento de la sesión es de 5,14 m/s. Nótese que cuando se incrementa el volumen de la carga, en general hay una tendencia a disminuir la intensidad o la velocidad de movimiento.

Volumen

El volumen de entrenamiento representa la cantidad de trabajo realizada en una sesión, o en una fase de entrenamiento, y con frecuencia se expresa como repeticiones totales de la carga de trabajo prescrita o de la tarea asignada. El método más seguro para determinar el volumen de la carga de trabajo de una sesión de entrenamiento es calcular el **volumen de la carga**, el cual es el producto de la intensidad y la distancia completada por repetición (87).

Volumen de la carga

Cuando se buscan los efectos interactivos de la intensidad y el volumen, los entrenadores y los deportistas deben contar con un método cuantificable para evaluar el estrés del entrenamiento (87). El volumen de la carga es un indicador excelente para ello; generalmente, se calcula multiplicando el volumen de trabajo por la intensidad (87, 100). En el contexto del entrenamiento del esprint y la agilidad, el volumen de la carga de entrenamiento puede determinarse utilizando las velocidades de carrera (intensidad) y la distancia cubierta (87), utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Carga del volumen de entrenamiento del esprint o de la agilidad} = \text{velocidad (m/s)} \times \text{distancia (m)}$$

Al igual que ocurría con el entrenamiento de la resistencia (ver capítulo 10), cuando disminuye la intensidad (velocidad) de la sesión, el volumen de la carga puede incrementarse. En la tabla 12.2 puede encontrarse un ejemplo para calcular el volumen de la carga.

Cuando el entrenador diseña el plan de entrenamiento, está justificado predecir las fluctuaciones del volumen de carga del entrenamiento del esprint, e integrarlo con el establecido para las actividades del entrenamiento de fuerza. Si se hace adecuadamente, esta integración permitirá un mejor manejo de la fatiga, a la vez que se maximiza la puesta en forma y la preparación para la competición.

Periodización del entrenamiento de la velocidad y la agilidad

Un aspecto clave para implementar el plan de entrenamiento de la velocidad y la agilidad, es asegurar la integración de los factores de trabajo para permitir que el deportista alcance las metas propuestas. En ocasiones, es más fácil desarrollar un programa de velocidad para un velocista que hacerlo para un deportista de disciplinas de equipo, en el que se deben incluir la agilidad y las destrezas técnicas y tácticas. Nótese la periodización de las habilidades biomotoras fundamentales de cada plan anual, que se ejemplifican más adelante.

Plan de entrenamiento anual

El desarrollo de un plan para entrenar la velocidad y la agilidad se inicia al comienzo del propio plan anual. Como se anotó en el capítulo 6, la información clave para elaborarlo debe incluir las fechas de las competiciones importantes y las fases individuales de preparación, competición y transición. El plan de entrenamiento anual se estructurará basándose en las características del deporte. Por ejemplo, comúnmente un velocista utilizará un

plan de entrenamiento anual biciclo, mientras que otro de un deporte de equipo puede que no, dependiendo de las exigencias de la liga.

El plan de entrenamiento anual para un velocista de élite utiliza un modelo triciclo en el que se planifican tres picos de rendimiento, mientras que la estructura monociclo puede ser aconsejable para velocistas de menor nivel. En el modelo triciclo presentado en la figura 12.5, el primer pico de rendimiento (para la temporada en pista cubierta) se produce el 20 de marzo, el segundo (para los campeonatos nacionales) se planifica para el 7 de julio y el pico final (para las Olimpiadas) se establece para el 17 de agosto.

La dinámica de la estructura del plan anual para los deportes de equipo puede ser muy diferente si se compara con la de los deportistas de deportes individuales, como los velocistas. Generalmente, la fase competitiva la dictan la liga o la federación en las que el deportista compete, y ello implica las competiciones semanales.

La figura 12.6 es un ejemplo de plan de entrenamiento anual para un programa de fútbol universitario. Este tiene una estructura biciclo, en la que el énfasis competitivo principal se produce en la fase competitiva 1. Nótese que, en los planes tradicionales de entrenamiento anual, el año se divide en fase preparatoria, competitiva y de transición.

Macrociclo

En el plan de entrenamiento anual para un velocista presentado en la figura 12.5, la fase preparatoria 1 es sustancialmente más larga que la fase preparatoria 2. La primera contiene dos subfases, denominadas de preparación general y de preparación específica. El objetivo de la subfase de preparación general es el acondicionamiento, enfatizando sobre las adaptaciones anatómicas, o lo que también se denomina como fuerza resistencia. El objetivo secundario se establece sobre el trabajo a ritmo, cuya meta es el desarrollo tanto anaeróbico como aeróbico. En la primera parte del trabajo preparatorio general, se completa con trabajo a ritmo prolongado o intervalos aeróbicos; en el tramo final de la fase se utiliza trabajo a ritmo de corta duración (intervalos anaeróbicos). Cuando el deportista pasa a la subfase de preparación específica, el mayor énfasis se sitúa sobre el desarrollo de la fuerza máxima y la utilización del trabajo a intervalos anaeróbicos. Este se utiliza entonces para desarrollar la resistencia a la velocidad repetitiva. Cuando el deportista hace la transición hacia la fase competitiva, el propósito cambia hacia el desarrollo de la velocidad máxima, a la vez que se incrementa la capacidad para generar potencia y mantener la resistencia a la velocidad.

El plan de entrenamiento anual puede estructurarse para atender diferentes aspectos del desarrollo del deportista, según la fase de entrenamiento en la que se encuentra. Por ejemplo, en la fase de preparación general, el objetivo principal es el desarrollo de la fuerza y la resistencia general, mientras que en la de preparación específica son la resistencia anaeróbica y la resistencia a la velocidad corta las que se priorizan. Cuando estructura las fases del plan de entrenamiento anual, el entrenador debe considerar las metas de cada una, ya que estas dictarán qué factores asociados con el esprint son los objetivos. Por ejemplo, en la fase de preparación general, el desarrollo de la capacidad aeróbica y de la potencia se mantiene en un plano secundario. Seleccionar al comienzo de la fase un trabajo a ritmo amplio puede satisfacer estas metas. Cuando el deportista progresa durante la fase, puede acortarse la distancia cubierta y utilizar el trabajo a ritmo intensivo para aprovechar tanto el aporte energético aeróbico como el anaeróbico. Una vez que el deportista cambia a la fase de preparación específica, pueden seleccionarse actividades de resistencia a la velocidad (por ejemplo, actividades de velocidad corta).

Un factor importante a considerar es que la utilización del entrenamiento lento de larga distancia (LLD) para desarrollar la capacidad aeróbica es perjudicial para el desarrollo de la velocidad (88). Es mejor desarrollar la capacidad aeróbica y la potencia, o la resistencia a la velocidad, utilizando métodos de tiempo extensivo e intensivo, los cuales pueden también denominarse intervalos aeróbicos o anaeróbicos (87, 88). Investigaciones recientes sugieren que estos métodos provocan adaptaciones psicológicas que mejoran el rendimiento de la resistencia a la velocidad (57).

Fecha	Meses	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ag.	
Fases	Fines de semana (domingos) Internacionales Nacionales Locales												
Subfases	Fuerza Velocidad Resistencia												
Macrociclos	Microciclos												
Períodización de las habilidades biomotoras	Fuerza Velocidad Resistencia												

FIGURA 12.5 Modelo de periodización para un velocista de nivel olímpico.

X = Torneos de importancia secundaria; T = Transición; PG = Preparación general; PS = Preparación específica; PC = Precompetición; C = Competición; AA = Adaptaciones anatómicas; FxM = Fuerza máxima; P = Potencia; Co = Compensación; P-E = Resistencia a la potencia; TE = Tiempo extensivo; TI = Tiempo intensivo.

Meses	Macro ciclo	Semanas	Énfasis	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Mayo	1	1-3	Entrenamiento de fuerza	ST	ST		ST	ST		
			Velocidad y agilidad	SA			SA			
			Resistencia a la velocidad		SE			SE		
Junio	2	4-7	Entrenamiento de fuerza	ST		ST		ST		
			Velocidad y agilidad	SA				SA		
			Resistencia a la velocidad		SE		SE		SE	
Julio	3	8-10	Entrenamiento de fuerza	ST	ST		ST	ST		
			Velocidad y agilidad	SA			SA			
			Resistencia a la velocidad							
	4 (Descarga)	11-14	Entrenamiento de fuerza	ST			ST			
			Velocidad y agilidad	SA						
			Resistencia a la velocidad				SE			
Agosto										

FIGURA 12.7 Estructura de microciclos de una fase de preparación, secuenciada en 14 semanas, del plan de entrenamiento para jugadores de fútbol americano profesionales o universitarios.

ST= entrenamiento de fuerza; SA = velocidad de la agilidad; SE = resistencia a la velocidad.

Nota: Los días programados con actividades múltiples, estas deben separarse de tal forma que un factor se trabaje en la sesión matinal y el otro, al menos, 4 horas más tarde. Si la escasez de tiempo impone que ambos factores deban entrenarse en la misma sesión, el prioritario debe trabajarse primero. Por lo general, los días que coincidan el SA y el ST, este último se trabaja después.

velocidad se considera como la acción de correr en línea recta (como en atletismo o en las recepciones del fútbol americano). En otros deportes (por ejemplo, los deportes de raqueta), la rapidez, o los movimientos rápidos, son de hecho agilidad. Muchos deportistas gastan gran cantidad de tiempo realizando tareas de trabajo en línea recta, pero puede ser deseable utilizar más acciones de cambio de dirección, con énfasis sobre la aceleración, la desaceleración, los cambios de dirección y la re-aceleración. También puede ser sensato incluir los implementos utilizados en la competición (por ejemplo, el balón en fútbol o en baloncesto).

Glosario

aceleración. Capacidad para incrementar la velocidad de movimiento en la mínima cantidad de tiempo.

ácido láctico. Producto final del sistema glucolítico rápido que, con frecuencia, se asocia con la fatiga, ya que puede inhibir las uniones de calcio con la troponina o interferir en la formación de los puentes de unión.

acidosis. Estado en el que se produce una acumulación de H⁺ incrementando la acidez muscular.

adenosín difosfato (ADP). Compuesto fosfato de alta energía que puede utilizarse para formar ATP.

adenosín trifosfato (ATP). Compuesto fosfato de alta energía que libera energía cuando se rompe un enlace fosfato.

agilidad. Capacidad para cambiar rápidamente de dirección, y de acelerar o desacelerar en respuesta a una señal externa.

agilidad reactiva. Entrenamiento de agilidad en el que predominan los ejercicios reactivos.

agotamiento. Entrenamiento hasta el punto del fallo muscular momentáneo.

anabólico. Entorno en el cual puede producirse una síntesis de tejido.

ángulo de torsión. Fuerza de rotación que un músculo, o grupo muscular, puede generar.

Aparición de acumulación de lactato en sangre (OBLA). Punto en el que la concentración de lactato en sangre alcanza los 4 mmol/l.

arrancada de potencia. Movimiento de halterofilia en el que la barra se levanta desde el suelo a la posición de brazos extendidos por encima de la cabeza, en un solo movimiento.

asíncrono. Disparo asíncrono de las unidades motoras producido por la desactivación de una unidad motora mientras se activan otras.

bioenergética. Proceso por el que el organismo convierte los alimentos, como los carbohidratos, las proteínas y las grasas, en forma de energía biológicamente utilizable.

bloque. Período de entrenamiento que, por lo general, dura 4 semanas; en ocasiones, se denomina mesociclo.

buffer. Diferencia entre el porcentaje de 1RM necesaria para llegar al fallo con el número de repeticiones realizadas en una serie, y el porcentaje de 1RM reales utilizadas para ese número de repeticiones.

cadena dura de miosina (MHC myosin heavy chain). La MHC consiste fundamentalmente en la cabeza de un puente de unión; se asocia típicamente con el tipo de fibra muscular.

capacidad aeróbica máxima. Capacidad máxima de consumo de oxígeno; también conocida como $\dot{V}O_2$ máx, captación máxima de oxígeno o potencia aeróbica máxima.

capilarización. Incremento en la red capilar que lleva oxígeno y nutrientes a los tejidos corporales.

captación de oxígeno en el rendimiento. Valores máximos de consumo de oxígeno durante el rendimiento de un ejercicio, sin acumulación de lactato.

carbohidrato. Elemento compuesto por carbono, hidrógeno y oxígeno.

carga concentrada. Período a corto plazo en el que se incrementan espectacularmente las cargas de entrenamiento.

cargada de potencia. Movimiento de halterofilia en el que la barra se eleva desde el suelo hasta los hombros con un solo movimiento.

ciclo de estiramiento acortamiento (CEA). Combinación de acciones musculares excéntricas y concéntricas.

complejidad. Grado de sofisticación y dificultad biomecánica de una destreza.

complejo postactivación potenciación. Realizar un ejercicio explosivo o intenso para excitar el sistema neuromuscular antes de saltar o esprintar; ello proporciona una mejora del rendimiento a corto plazo.

concepto de entrenamiento cruzado. Ejercicios de baja intensidad que obtienen su ATP fundamentalmente a partir de la oxidación de las grasas y algunos carbohidratos.

coordinación inter-muscular. Estrategia del sistema nervioso en la organización de la cadena cinética, en términos de ritmos de activación y desactivación de los músculos agonistas y antagonistas.