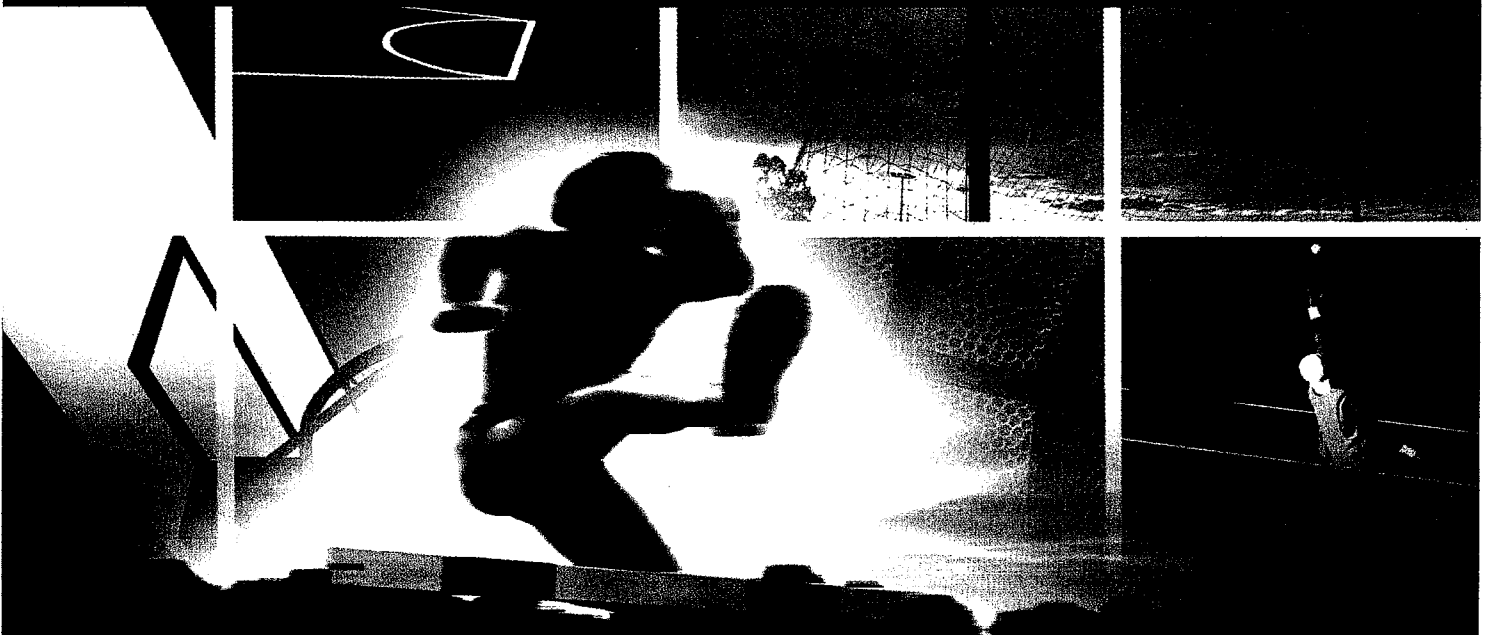




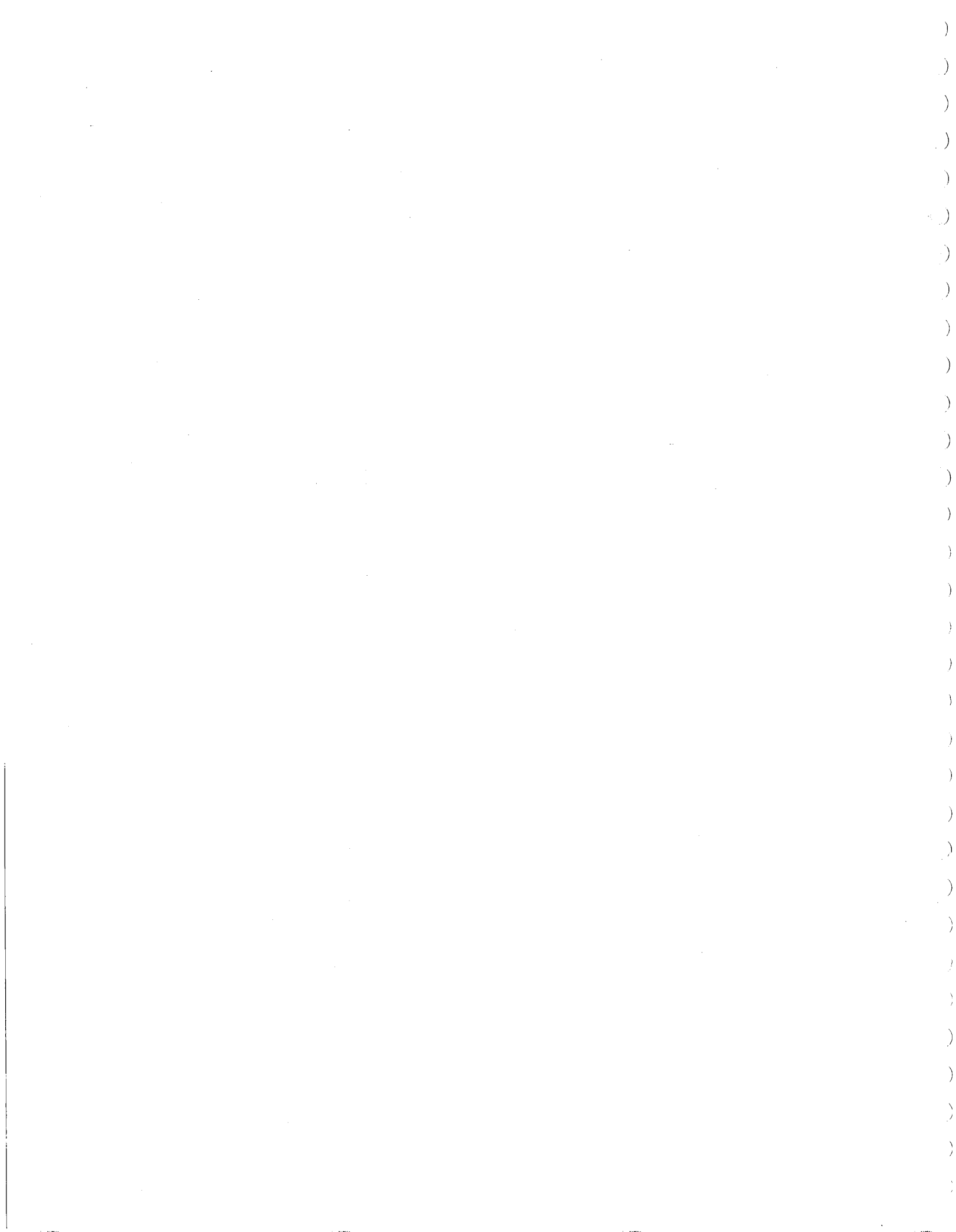
ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

Periodización en bloques



Vladimir Issurin





ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

Periodización en bloques

Vladimir Issurin

Departamento de deportes de elite
en el Instituto Wingate de Educación Física y Deporte, Israel



España

Editorial Paidotribo
Les Guixeres
C/ de la Energía, 19-21
08915 Badalona
Tel.: 00 34 93 323 33 11
Fax: 00 34 93 453 50 33
www.paidotribo.com
paidotribo@paidotribo.com

Argentina

Editorial Paidotribo Argentina
Adolfo Alsina, 1537
C1088 AAM Buenos Aires
Tel.: 00 54 11 4383 64 54
Fax: 00 54 11 4383 64 54
www.paidotribo.com.ar
paidotribo.argentina@paidotribo.com

México

Editorial Paidotribo México
Lago Viedma, 81
Col. Argentina
11270 Delegación Miguel Hidalgo
México D.F.
Tel.: 00 52 55 55 23 96 70
Fax: 00 52 55 55 23 96 70
www.paidotribo.com.mx
paidotribo.mexico@paidotribo.com

Título original de la obra: *Block Periodization: Breakthrough in sport training*

Traducción: Valle-Nara García Fernández

Revisión técnica: Manuel Pombo Fernández

Cubierta: Rafael Soria

© 2012, Vladimir Issurin

Editorial Paidotribo
Les Guixeres
C/ de la Energía, 19-21
08915 Badalona (España)
Tel.: 93 323 33 11 – Fax: 93 453 50 33
<http://www.paidotribo.com>
E-mail: paidotribo@paidotribo.com

Primera edición:
ISBN: 978-84-9910-085-2
BIC: WSD

Fotocomposición: Editor Service, S.L
Diagonal 299 – 08013 Barcelona
Impreso en España por Sagrafic, S.L

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

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

Índice

Dedicatoria	IX
Agradecimientos	XI
Prólogo	XIII

SECCIÓN 1. GENERALIDADES DEL ENTRENAMIENTO. CONCEPTOS BÁSICOS	1
--	---

CAPÍTULO 1. TÉRMINOS BÁSICOS Y PRINCIPIOS DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO	3
--	----------

La esencia del entrenamiento deportivo y la preparación deportiva.....	5
Objetivos, propósitos y metas del entrenamiento	8
Conceptos básicos del entrenamiento deportivo.....	11
Métodos del entrenamiento	13
El entrenamiento y los principios de la adaptación.....	16
Magnitud de la carga del entrenamiento y principio de la sobrecarga	17
Especificidad de la carga del entrenamiento	21
Acomodación.....	27
El principio de la supercompensación y su aplicación en la práctica	29
Ciclo de supercompensación tras una carga única.....	30
Suma de cargas en una serie de entrenamientos.....	31
Principios especializados del entrenamiento deportivo	35
Especialización.	35
Individualización.....	37
Variedad	39
Interacción de la carga.....	42
Diseño cíclico del entrenamiento.....	44

RESUMEN	48
---------------	----

BIBLIOGRAFÍA	50
--------------------	----

CAPÍTULO 2. EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO	51
--	-----------

Efectos del entrenamiento: visión general.....	53
Efecto agudo del entrenamiento	56

Efecto agudo del entrenamiento calculado con indicadores deportivos específicos	56
Efecto agudo del entrenamiento calculado con variables psicofisiológicas	60
Programación del efecto agudo del entrenamiento.....	61
Efecto inmediato del entrenamiento	65
Indicadores del efecto inmediato del entrenamiento.....	65
Control del efecto inmediato del entrenamiento	68
Efecto acumulativo del entrenamiento.....	70
Índice de mejora de las variables fisiológicas	71
Mejora de las capacidades motrices.....	74
Mejora del rendimiento deportivo	76
Comentarios finales	78
Efecto retardado del entrenamiento.....	79
Efecto residual del entrenamiento	83
Concepto básico y tipos de efectos residuales del entrenamiento	83
Factores que afectan los efectos residuales del entrenamiento a corto plazo	86
RESUMEN	91
BIBLIOGRAFÍA	93

CAPÍTULO 3. ENTRENABILIDAD DEL DEPORTISTA	95
Herencia relacionada con los determinantes de la entrenabilidad	97
Familias destacadas en el mundo del deporte	98
Determinación genética de los rasgos somáticos y fisiológicos	101
Determinación genética del efecto acumulativo del entrenamiento.....	105
Entrenabilidad y nivel de rendimiento	108
Tendencia a largo plazo de la entrenabilidad.....	108
Niveles altos y bajos de respuestas al estímulo de entrenamiento.....	110
Entrenabilidad y diferenciación por el sexo	112
Diferencias entre sexos en los rendimientos deportivos máximos.....	113

Diferencias entre sexos en los determinantes fisiológicos de la capacidad motriz	115
Diferencias entre sexos en la respuesta al entrenamiento	124
RESUMEN	131
BIBLIOGRAFÍA	133

SECCIÓN 2. DISEÑO DE LOS PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO	137
---	-----

CAPÍTULO 4. PERIODIZACIÓN EN BLOQUES FRENTE A TEORÍA

TRADICIONAL	139
Teoría tradicional de la periodización: principios y limitaciones.....	141
El alcance de la teoría tradicional.....	142
Méritos y deméritos del enfoque tradicional	148
Por qué se debería revisar el planteamiento del enfoque tradicional.....	155
Concepto de periodización en bloques. Nociones generales.....	160
Nuevos conceptos que afectan la racionalización y el diseño de la periodización del entrenamiento alternativo	160
Principios generales del concepto de periodización en bloques	166
Composición del ciclo anual	168
Las principales consecuencias del enfoque moderno	172
RESUMEN	175
BIBLIOGRAFÍA	177

CAPÍTULO 5. SESIÓN DE ENTRENAMIENTO: POSICIONES

GENERALES Y DIRECTRICES PARA DISEÑARLA	179
Tipos y clasificaciones de las sesiones de entrenamiento.....	181
Tipos de sesión de entrenamiento según su organización	181
Clasificación en relación con las tareas	184
Clasificación en relación con el objetivo de la carga	187
Sesiones de entrenamiento clave como las sesiones decisivas de entrenamiento del desarrollo	190

Estructura de la sesión de entrenamiento.....	192
Calentamiento	192
Parte principal de la sesión de entrenamiento.....	199
Vuelta a la calma.....	205
Directrices para diseñar una sesión de entrenamiento	209
Secuencias de ejercicios para diferentes modalidades de entrenamiento.....	209
Compatibilidad de los diferentes ejercicios	212
Series de sesiones de entrenamiento para un día.....	214
Cómo diseñar una sesión de entrenamiento	220
RESUMEN	222
BIBLIOGRAFÍA	224

CAPÍTULO 6. MICROCIclo, MESOCICLO Y LAS ETAPAS

DEL ENTRENAMIENTO	227
Microciclos	229
Tipos y especificación	229
Variaciones de carga dentro del microciclo (diseño en forma de olas)	232
Microciclo para desarrollar capacidades aeróbicas (fuerza-aeróbico)	235
Microciclo de cargas anaeróbicas de alta intensidad.....	240
Microciclo para la fuerza explosiva en ejercicios de alta coordinación	245
Microciclo precompetitivo	249
Cómo diseñar un microciclo	253
Mesociclos	255
Mesociclo de acumulación	256
Mesociclo de transformación	261
Mesociclo de realización	266
Etapa de entrenamiento.....	273
Competición en el marco de la etapa de entrenamiento	274
Cómo prolongar los efectos residuales del entrenamiento	276

RESUMEN	279
BIBLIOGRAFÍA	281

CAPÍTULO 7. PREPARACIÓN DEPORTIVA A LARGO PLAZO.....283

Ciclo anual.....	285
Objetivo, metas y direcciones básicas del plan anual.....	285
Diseño de los programas anuales	287
Tendencias generales de la planificación de cargas en el ciclo de preparación anual.....	291
Ciclo cuatrienal de la preparación deportiva	294
Longevidad deportiva de atletas altamente cualificados.....	297
Preparación a largo plazo de deportistas jóvenes	303
Etapas y detalles de la preparación a largo plazo.....	303
Fases sensibles en el desarrollo de diferentes capacidades motrices	310
Identificación de deportistas con talento	313

RESUMEN	322
BIBLIOGRAFÍA	324

SECCIÓN 3. INTENSIFICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO.....327

**CAPÍTULO 8. MODELIZACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN, LA
EVALUACIÓN Y LA GUÍA DEL ENTRENAMIENTO329**

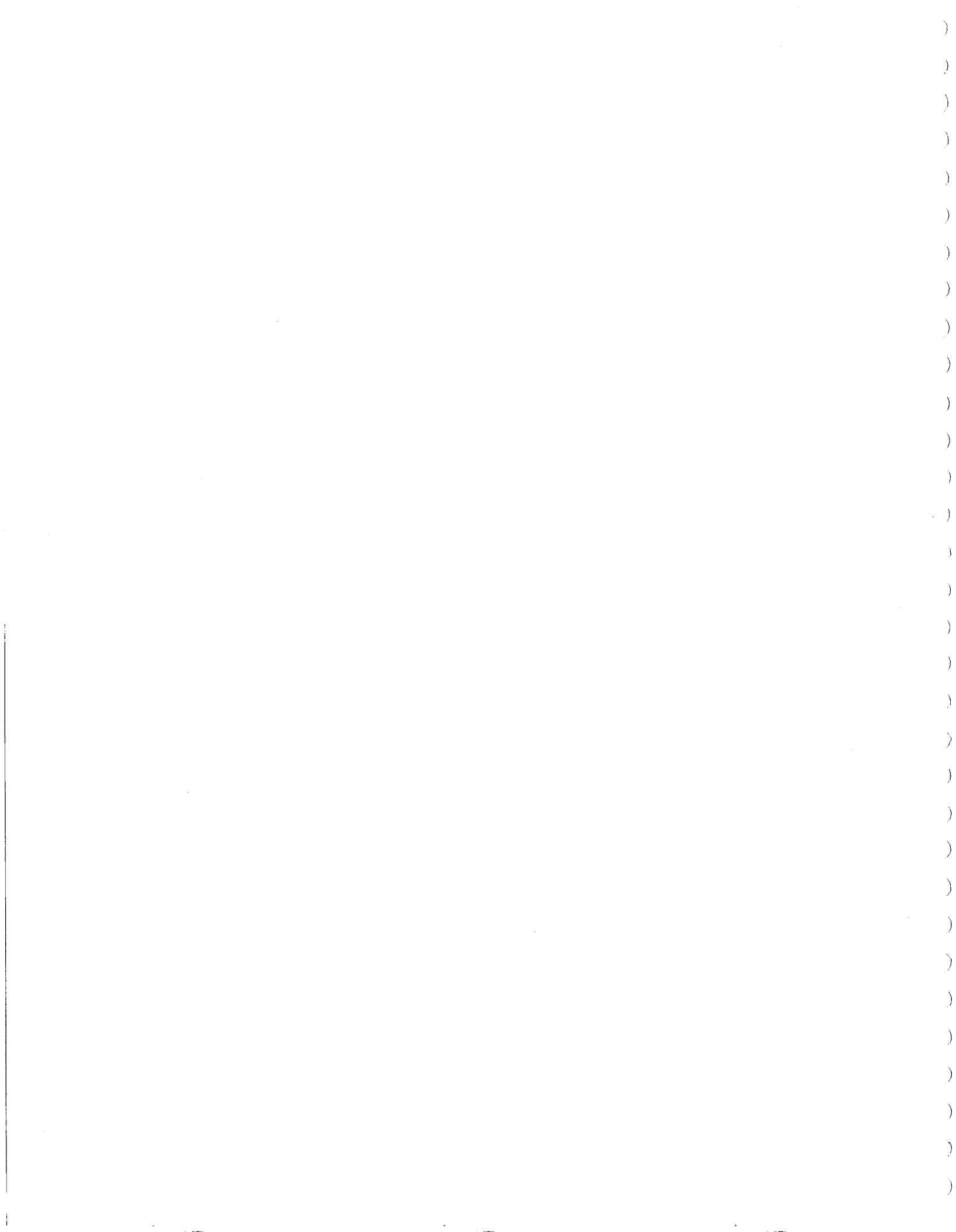
Modelo general para la preparación de deportistas.....	331
Modelo para el alto rendimiento	334
Deportes individuales	334
Deportes de equipo.....	338
Modelo para las capacidades específicas del deporte	340
Factores generales de las capacidades específicas del deporte.....	341
Constitución y composición corporales	342
Capacidades fisiológicas	346
Capacidades motrices específicas del deporte.....	348

Modelos para los programas de entrenamiento.....	351
Modelos estructurales	352
Modelos de contenido del entrenamiento.....	354
Características del modelo para las cargas del entrenamiento	356
RESUMEN	359
BIBLIOGRAFÍA	361
CAPÍTULO 9. ENTRENAMIENTO EN ALTURA	363
Fundamentos científicos	365
Factores generales que afectan el rendimiento en altura ..	366
Bases de la adaptación a la altura	368
¿Aporta beneficios el entrenamiento en altura?	373
Bases del entrenamiento	377
Principios generales y aspectos básicos del entrenamiento en altura	377
Fases de la aclimatación a la altura y diseño del programa de entrenamiento	382
Reaclimatación después de la exposición a la altura y rendimiento deportivo	386
Etapa del entrenamiento que contiene la concentración en altura	391
Opiniones no convencionales sobre el entrenamiento en altura y la exposición a ésta.....	396
Entrenamiento en altura como parte del ciclo de preparación anual.....	401
Directrices para diseñar un programa de entrenamiento en altura	405
RESUMEN	407
BIBLIOGRAFÍA	409
Glosario	413
Sobre el autor.....	417



Dedicatoria

A mis padres, Sofia (Sonia) y Boris Issurin.
Que su memoria bendiga los años que han de venir.



Agradecimientos

Este libro resume los descubrimientos de muchos estudios realizados con la cooperación de mis colegas y amigos. Lo primero que se publicó sobre la periodización en bloques fue obra de Vassily Kaverin (Moscú), que fue entrenador jefe del equipo de canoa y kayak de la URSS. Varias publicaciones se escribieron con la colaboración de Leonid Kaufman, Gilad Lusting, Vladimir Shkliar y Oleg Verbitsky, de Israel; del profesor Gershon Tenenbaum de la Universidad del Estado de Florida (Estados Unidos), y del profesor Jan Szopa de la Academia de Educación Física de Katowice (Polonia). Es de apreciar su voluntariosa cooperación.

Esta obra contiene ejemplos prácticos que aportaron mis colegas y amigos, el Dr. Boris Blumenshtein, Gennadi Hiskia, Mark Tunis, Ormit Yanilov-Eden (todos de Israel) y el Profesor Anatoli Bondarchuk, de Canadá. El gran entrenador de natación Gennadi Touretski, que representa a Rusia y Suiza, aportó información muy valiosa. Les estoy extremadamente agradecido a todos por su contribución.

Varios entrenadores y deportistas de fama mundial han revisado muchas partes de este libro y/o han cooperado conmigo en diferentes etapas de mi vida. Son entrenadores de campeones mundiales y olímpicos: Chris Carmichael (Estados Unidos), Oreste Perri (Italia), Gennadi Touretski (Rusia y Suiza), y grandes deportistas que ganaron medallas de oro en competiciones mundiales y en los Juegos Olímpicos: Ivan Klementiev (Letonia), Michael Kologanov (Israel), Alexander Popov (Rusia) y Nikolai Juravschi (Moldavia). Les agradezco especialmente a estos grandes profesionales y sorprendentes personalidades que hayan compartido conmigo sus experiencias y sus conocimientos para escribir este libro.

He conversado y deliberado sobre varias posiciones científicas con el profesor Atko Viru (Estonia), cuyos valiosos comentarios no pueden subestimarse. También doy las gracias al Sr. Mike Garmise por su valiosa ayuda a la hora de editar este libro.

Y por último, pero no por ello menos importante, la persona que más fuertemente ha influido en mi obra y en mi vida, el profesor Vladimir Zatsiorsky (Universidad del Estado de Pensilvania). Aprecio enormemente sus valiosos comentarios sobre la primera versión de este libro, su disponibilidad para ayudarme y su amistad de toda la vida.

Finalmente, quiero dar las gracias a mi esposa Irena. Aunque no ha participado en ninguno de los estudios descritos en este libro, su mano me ha guiado en todos los sentidos mientras trabajaba en este manuscrito. Al final, estos esfuerzos han dado su fruto.

Prólogo

Este libro se ocupa de cómo mejorar el proceso de entrenamiento y de preparar a los deportistas de manera más satisfactoria para alcanzar el rendimiento máximo. Las bases del entrenamiento contemporáneo se fundaron hace unas décadas, cuando aún no se conocía su complejidad y el nivel de las cargas, y los resultados y las demandas eran bastante inferiores a los de ahora. En aquel tiempo se propuso y se fundamentó la *periodización del entrenamiento* tradicional, lo cual significó una división del programa anual completo en pequeños períodos y unidades de entrenamiento. Esta periodización tradicional se volvió a publicar muchas veces y se convirtió en un enfoque universal de la planificación del entrenamiento y su análisis. Sin embargo, el siguiente progreso deportivo enfatizó las contradicciones entre la periodización tradicional y las experiencias satisfactorias de entrenadores y deportistas destacados. Poco a poco estas experiencias nos llevaron a conceptos de entrenamiento alternativos y, finalmente, al enfoque del entrenamiento renovado conocido como *periodización del entrenamiento en bloques*. Su idea general presupone el uso y la secuenciación de bloques de mesociclos especializados, en los que la cantidad de trabajo del entrenamiento concentrado se centra en un número mínimo de capacidades motrices y técnicas. Al contrario de la periodización tradicional, en la que el desarrollo simultáneo de muchas capacidades es prevalente, el concepto de bloque propone una estimulación consecutiva de entrenamientos con componentes de la condición física seleccionados cuidadosamente. El nuevo enfoque se ha llevado a cabo en varios deportes y nos ha conducido a logros deportivos destacados. Por ello, el propósito de este libro es introducir la periodización en bloques en el entrenamiento deportivo como un concepto general y la base para un enfoque renovado de la construcción y justificación del entrenamiento.

Este libro está dirigido a entrenadores que conciben su trabajo diario como una profesión creativa. El entrenamiento como profesión requiere una combinación muy especial de conocimiento y experiencia. El desafío del autor es enseñar cómo el conocimiento implementado en la práctica puede ser una experiencia nueva y positiva, y cómo sumando experiencia se puede crear un nuevo conocimiento.

Este libro está escrito para deportistas que quieran entender por qué sus resultados no siempre se ajustan a sus expectativas. El éxito en el deporte moderno requiere un esfuerzo enorme y una dedicación plena. Sin embargo, la buena voluntad de trabajar cada vez más depende del conocimiento del deportista respecto a los propósitos, los medios y los métodos de entrenamiento. El reto que este libro se ha propuesto a sí mismo es dar a los deportistas una explicación exhaustiva de por qué tienen que entrenar duro y de cómo hacerlo prudentemente.

Este libro es para los investigadores y otras personas curiosas que buscan nuevos (o relativamente nuevos) conceptos, enfoques y diseños de entrenamientos. De hecho, el entrenamiento deportivo trata sobre la investigación continua de la naturaleza humana y los entrenadores, al menos los más creativos, son los verdaderos investigadores. Es probable que este libro estimule la curiosidad y la creatividad de los lectores.

Este libro es para los estudiantes que aún tienen dudas acerca de la accesibilidad a los orígenes científicos de la práctica del entrenamiento. A lo mejor después de leer este libro deciden que sus dudas eran superfluas.

El libro contiene tres partes diferentes, las cuales están unidas por una idea general de la periodización en bloques que proporciona los fundamentos científicos y las consecuencias prácticas del sistema de entrenamiento renovado. La primera parte consta de tres capítulos que presentan los orígenes del entrenamiento y los conceptos básicos relacionados con la preparación de los deportistas; se pretende proporcionar al lector los fundamentos de la teoría del entrenamiento, la cual es necesaria para una explicación posterior. El capítulo 1 presenta los conceptos básicos, los métodos y los principios del entrenamiento deportivo, que aclaran el mecanismo comprensivo de la mejora de la condición física y de las particularidades del diseño del entrenamiento. El capítulo 2 explica la esencia y las características de los efectos agudos, inmediatos, acumulativos, retardados y residuales del entrenamiento. El capítulo 3 contiene un breve resumen de la entrenabilidad según la contemplan los estudios contemporáneos sobre genética deportiva, la preparación de los deportistas a largo plazo, y las diferencias de sexo en los rendimientos deportivos y en las respuestas al entrenamiento.

La segunda parte está dedicada al diseño de los programas de entrenamiento y contiene cuatro capítulos. El capítulo 4 tiene una función cla-

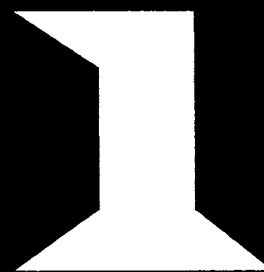
ve que consiste en explicar el concepto de periodización en bloques. Este capítulo presenta la crítica de la periodización tradicional y proporciona las bases y los beneficios del enfoque alternativo. Los siguientes capítulos describen las posiciones y directrices generales para la recopilación del programa del entrenamiento. El capítulo 5 se ocupa de las bases del entrenamiento; por ejemplo: se describen los tipos y la estructura del entrenamiento, la secuencia y la compatibilidad de los diferentes ejercicios y la recopilación de las series de entrenamiento diario. El capítulo 6 explica cómo diseñar microciclos de entrenamiento de diferentes tipos. Se analizan y se exponen los mesociclos de acumulación, transformación o realización. El capítulo 7 está dedicado a la preparación a largo plazo, por ejemplo, la planificación anual y cuatrienal, y a las bases de la preparación a largo plazo de los deportistas adultos y jóvenes. El enfoque básico para detectar a los jóvenes con altas aptitudes consiste en otorgarles una consideración especial.

La tercera parte consta de dos capítulos dedicados al aumento del rendimiento. El capítulo 8 resume los datos originales del enfoque modelo del diseño del entrenamiento y de la evaluación del estado de los deportistas. El fin del modelo de tres niveles es caracterizar el proceso completo de preparación, es decir, el modelo de máximo rendimiento, el modelo de capacidades específicas y el modelo de los programas de entrenamiento. Hay dos opciones principales para modelar un enfoque: recopilar los modelos colectivos para los grupos de deportistas y elaborar modelos individuales para varios deportistas. El capítulo 9 describe las bases del entrenamiento en altura; se centra particularmente en cómo construir un plan de periodización en bloques óptimo que incluya campos de entrenamiento en altura. Las directrices propuestas están basadas en la experiencia a largo plazo de deportistas de alto nivel en entrenamiento en altura.

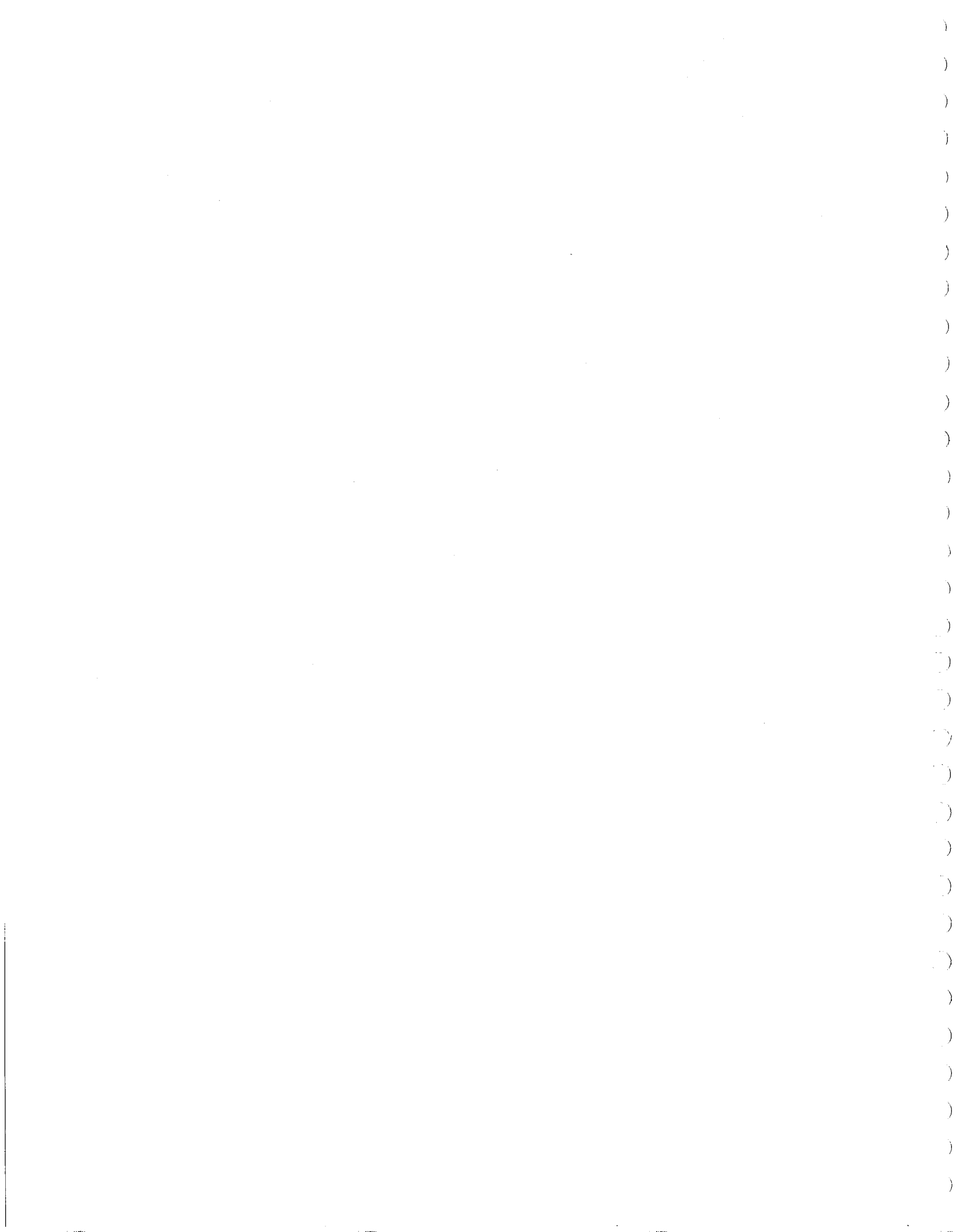
En resumen, durante las últimas décadas los logros de los deportistas y su dominio del deporte han mejorado de forma increíble. El factor principal de este hallazgo, obvio para todos los observadores profesionales, es el progreso en la preparación de los deportistas. Este progreso se ha evidenciado en muchos informes profesionales, en declaraciones anecdóticas y en varias publicaciones, la mayoría de ellas periódicos y revistas de entrenamiento. Sin embargo, los libros de texto de entrenamiento actuales

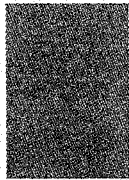
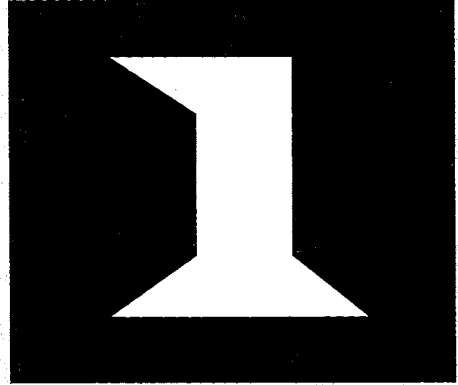
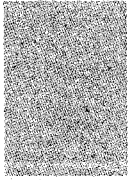
y las directrices de entrenamiento están aún lejos de estar completos, y gran parte de la información sobre el entrenamiento está disponible sólo para un pequeño grupo de expertos. Este libro es único en el sentido de que vincula la experiencia satisfactoria de la práctica del deporte y las bases científicas del entrenamiento deportivo que pueden consolidar tanto las posiciones probadas empíricamente como el conocimiento actual. El autor espera que este libro satisfaga las expectativas de los lectores que conciben el entrenamiento deportivo como un área de creatividad, autoconfirmación y progreso humano.

SECCIÓN

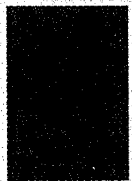


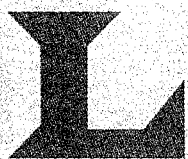
GENERALIDADES
DEL ENTRENAMIENTO.
CONCEPTOS BÁSICOS





**TÉRMINOS BÁSICOS
Y PRINCIPIOS DEL
ENTRENAMIENTO
DEPORTIVO**





La mayoría de los conceptos básicos habituales y los conceptos generales del entrenamiento deportivo que se usan hoy día se introdujeron a principios de la década de 1960, cuando el deporte se convirtió en parte indispensable de la vida social, cultural y política. Por supuesto, como en todas las áreas del esfuerzo humano, algunos conceptos habituales siguen siendo discutidos y su significado es ambiguo. Este capítulo pretende presentar y considerar los conceptos y los términos básicos para:

- a) prevenir posibles malentendidos;
- b) introducir los conceptos y términos básicos necesarios para posteriores aclaraciones y explicaciones.

LA ESENCIA DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO Y LA PREPARACIÓN DEPORTIVA

El entrenamiento deportivo en su sentido más estricto significa la aplicación de cargas físicas a través de ejercicios físicos con la intención de asegurar una participación satisfactoria en la competición. El entrenamiento y la competición están estrechamente interrelacionados. Por un lado, el entrenamiento se centra en un contenido competitivo, y, por el otro, las competiciones son también parte de la preparación general y sirven para preparar a los deportistas para lo que se llama competición u objetivo principal. Los deportistas de alto rendimiento suelen tener una o dos competiciones objetivo al año y entre ocho y doce competiciones secundarias que se incorporan a su programa anual. Además de las competiciones y el entrenamiento, el proceso de recuperación es extremadamente importante. El proceso de recuperación en sentido amplio comprende sesiones de entrenamiento y ejercicios específicos de recuperación especialmente programados, así como otros recursos como masajes, fisioterapia, procedimientos acuáticos, tratamiento médico, nutrición correcta, relajación mental y el uso de factores climáticos naturales. El trío de componentes: entrenamiento, competición y recuperación, constituye el contenido de la *preparación deportiva*.

Es extremadamente importante hacer notar que la preparación deportiva consta de varias partes esenciales orientadas de forma específica que de-

ben superar el reto de resolver los problemas fundamentales relacionados con las capacidades físicas, la técnica, la táctica, el estado psicológico y el conocimiento y el pensamiento específico del deporte (tabla 1.1).

Consideremos las partes esenciales de la preparación deportiva. La preparación física es su elemento más extenso y comprensivo. Consta de ejercicios físicos y pretende aumentar las capacidades físicas (motrices): fuerza, resistencia, velocidad, flexibilidad y agilidad. Estas capacidades motrices se basan en ciertos prerrequisitos fisiológicos que también están sujetos a mejora. En conceptos generales, este tipo de preparación está dedicado a mejorar la condición física de los deportistas, por lo que a veces se denomina *entrenamiento del acondicionamiento*.

La preparación técnica incluye ejercicios físicos y otras actividades (demostración, explicación, análisis, correcciones verbales y visuales, etc.) cuyo fin es enseñar y mejorar ciertas habilidades técnicas. En última instancia, se espera que este proceso ayude a los deportistas a conseguir el mayor grado de capacidad técnica, lo que se llama *dominio técnico*.

La preparación táctica incluye medios (ejercicios físicos organizados especialmente, pruebas, habilidades mentales, diseño, etc.) cuyo objetivo es desarrollar tácticas competitivas racionales. Esto permite a los deportistas hacer un uso más efectivo de las capacidades motrices y técnicas en las competiciones. Muy a menudo el concepto "estrategia" se utiliza como sinónimo de "táctica". En sentido estricto, estrategia se refiere a un programa y una regulación a largo plazo de los recursos físicos, técnicos, tácticos y materiales más amplios.

La preparación psicológica consta de varias medidas tendentes a trabajar en dos direcciones principales: 1) formación de la personalidad del deportista para que sea armoniosa, altamente motivada y moralmente estable; 2) adquisición y perfección de las habilidades cognitivas para dotar a los deportistas de herramientas efectivas para la autorregulación de su estado emocional y psicofisiológico. En última instancia, la preparación psicológica pretende facilitar la realización máxima de las capacidades del deportista en las actividades específicas del deporte y en último término en el rendimiento máximo.

La preparación intelectual cubre todo aquello que se refiere a la comprensión del mismo deporte y los detalles valiosos profesionalmente rela-

Tabla 1.1. Partes esenciales de la preparación atlética.

Partes de la preparación deportiva	Misión
Preparación física	Mejorar las capacidades físicas (motrices) e incrementar el potencial fisiológico de los deportistas
Preparación técnica	Adquirir habilidades técnicas y cognitivas y conseguir el nivel deseado de dominio técnico
Preparación táctica	Adquirir tácticas cognitivas específicas para el deporte, que permitan el uso más efectivo de las capacidades motrices y técnicas en las competiciones
Preparación psicológica (mental)	Desarrollar la personalidad del deportista para que éste tenga armonía, una alta motivación y una moral estable. Inculcar las habilidades de autorregulación cognitiva del estado emocional de los deportistas para facilitar la realización máxima de su potencial psico fisiológico
Preparación intelectual	Mejorar el conocimiento general y específico del deporte de los deportistas para completar de forma efectiva su programa de entrenamiento y competiciones

cionados con el entrenamiento, las competiciones, los criterios, el equipamiento, los medios de comunicación deportivos, etc. El conocimiento específico del deporte es de primordial importancia. Esto incluiría:

- los principios del deporte elegido: disciplinas, antecedentes técnicos y tácticos, propósitos y condiciones del entrenamiento, estándares de comportamiento –asociación, normas éticas principales;
- los principios de la competición: normas, programa, material, derechos y obligaciones de los deportistas, estándares del “juego limpio”;

- los principios de la metodología del entrenamiento: objetivos del entrenamiento, recursos y métodos, información sobre cargas y recuperación, conocimiento del cuerpo humano y del autocontrol.

Este conocimiento se transmite a través de conversaciones, conferencias, seminarios, literatura profesional, etc. En particular, la rutina del entrenamiento acompañada de instrucciones breves y explicaciones contribuye a la educación intelectual del deportista. No hay una correlación directa entre el nivel de preparación intelectual y los logros deportivos; sin embargo, es obvio que los deportistas de clase mundial están mucho más informados y más educados en conceptos de su propio conocimiento deportivo que los deportistas de clase media.

Se deduce de lo anterior que los ejercicios físicos se utilizan para solucionar problemas de preparación física, técnica, táctica y, en parte, psicológica. Especialmente valiosos son los ejercicios que combinan el trabajo sobre la capacidad motriz y la habilidad técnica, la habilidad técnica y la táctica, y la táctica y la estabilidad psicológica en el marco del estrés emocional. Tales habilidades, llamadas *ejercicios de efecto conjugado*, se usan extensamente en el entrenamiento deportivo.

El diagrama de la figura 1.1 muestra el contenido y la unidad de los componentes y partes esenciales de la preparación deportiva. En la parte superior del diagrama, el entrenamiento y las competiciones determinan la esencia de la preparación deportiva y forman su contenido. En la parte inferior, el contenido principal (entrenamiento y actividades competitivas) se realiza a través de las partes esenciales de la preparación deportiva: preparación física, preparación técnica, etc.

Un comentario más acerca de la relación entre “entrenamiento” y “preparación”. Muy a menudo, la palabra “entrenamiento” se utiliza para designar “preparación”. Este uso destaca la importancia del entrenamiento como el componente principal de la preparación deportiva.

Objetivos, propósitos y metas del entrenamiento

El entrenamiento deportivo es un proceso orientado a conseguir una meta que los deportistas siguen para alcanzar sus aspiraciones y ambiciones es-

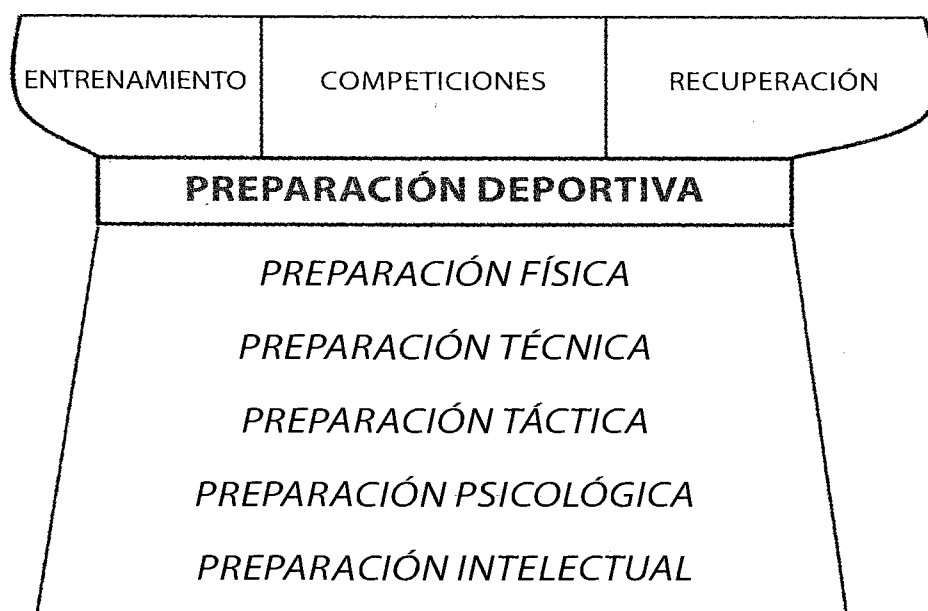


Figura 1.1. *Contenido (parte superior) y partes esenciales (parte inferior) de la preparación deportiva.*

forzándose por obtener sus objetivos y metas. No obstante, un deporte competitivo tiene un objetivo general específico: *conseguir la perfección en un deporte seleccionado*. Éste es el punto específico del entrenamiento de alto rendimiento, a diferencia de otras actividades deportivas como el entrenamiento del estado físico general, la educación física escolar o el entrenamiento físico profesional para las fuerzas armadas, la marina, la policía, etc. El objetivo general se puede plantear más específicamente en un período específico o en varios años. En deportes en los que se miden la velocidad, la distancia, la fuerza y otros criterios, se puede expresar como un resultado específico hacia el que los deportistas trabajan; en otros deportes puede ser la posición conseguida en las clasificaciones mundiales, etc.

La jerarquía de los objetivos se puede representar como una pirámide, donde el vértice expresa el objetivo general de la excelencia (figura 1.2).

Obviamente, los objetivos generales determinan la motivación a largo plazo de los deportistas, el estilo de vida, los hábitos y el comportamien-

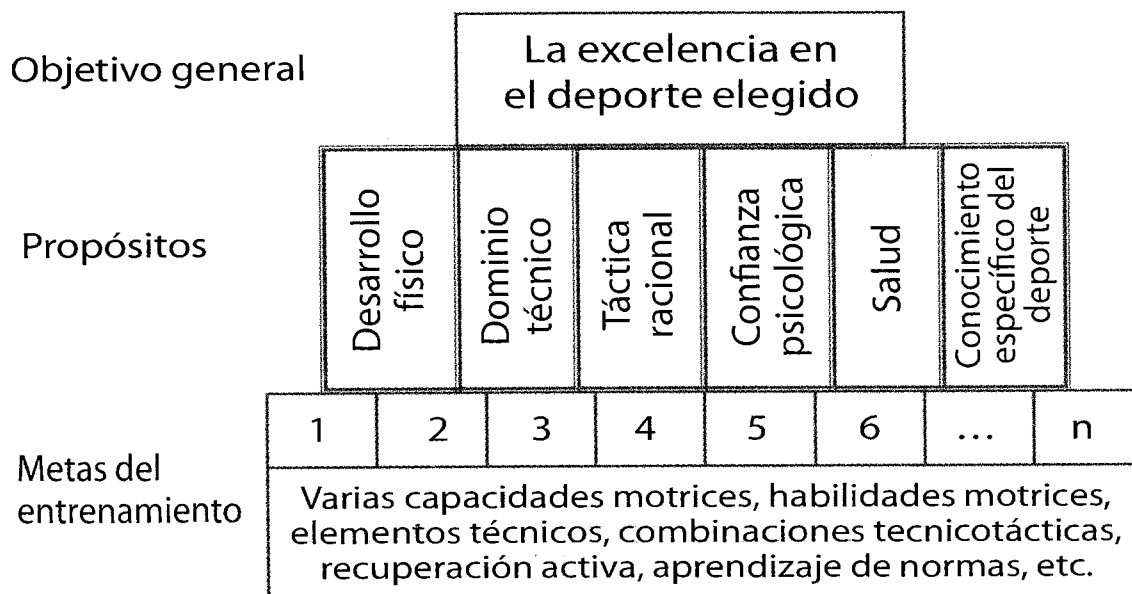


Figura 1.2. Jerarquía de los objetivos en la preparación deportiva.

to. El nivel medio de la pirámide presenta los propósitos del entrenamiento a través del desarrollo de las capacidades motrices, el dominio técnico, la táctica y la estrategia, la salud y el conocimiento específico del deporte. Evidentemente, cada deporte demanda su propio perfil en conceptos de estos propósitos, que deberían adaptarse a las condiciones específicas del deporte. Está comúnmente aceptado que el contenido y las particularidades de las capacidades tácticas en juegos de balón difieren mucho de los de deportes de resistencia o potencia.

La base de la pirámide del objetivo está formada por las metas del entrenamiento que corresponden a tareas concretas de ejercicios o entrenamientos individuales. Por ejemplo, el objetivo del ejercicio de press de banca con carga submáxima es la fuerza máxima de la parte superior del cuerpo. En otras palabras, las metas del entrenamiento son los objetivos más simples y claros que afectan el contenido y la magnitud de la carga de las sesiones específicas de entrenamiento. Las metas del entrenamiento tienen relación con varias capacidades motrices (fuerza, resistencia, rapidez, agilidad), habilidades o elementos técnicos, capacidad táctica o aspectos

cognitivos. Normalmente no se seleccionan más de dos o tres metas del entrenamiento para una única sesión de entrenamiento.

Establecer el objetivo es de gran importancia para la preparación del alto rendimiento y requiere especial atención y la competencia del entrenador. Como ya se ha indicado, el mejor enfoque consiste en definir los objetivos generales con la mayor precisión posible. Esto significa que el entrenador tiene que analizar las capacidades presentes del deportista y hacer un pronóstico realista del futuro. Este pronóstico se puede alterar basándose en dos factores: a) los resultados obtenidos y b) el grado de mejora. Es muy importante que los objetivos generales sean ambiciosos y estén bien fundamentados, y es vital que el deportista los reconozca y pueda alcanzarlos.

Todo lo anterior es relevante para las metas del entrenamiento. Es muy deseable traducir las metas en datos cuantitativos, en conceptos de tareas motrices, técnicas y tácticas, y, si es posible, también en características antropométricas. Este enfoque cuantitativo de las metas conduce a la creación de un “modelo personal” de la condición óptima del deportista (véase capítulo 8).

Establecer las metas del entrenamiento es una parte obligatoria del plan de cada sesión. Normalmente, fijar las metas del entrenamiento crea pocos obstáculos; las dificultades pueden empezar con la estructuración de un programa correcto.

Conceptos básicos del entrenamiento deportivo

Los conceptos básicos de la metodología del entrenamiento se han acuñado históricamente en respuesta a demandas prácticas; existen objetivos del entrenamiento, contenido del entrenamiento y métodos del entrenamiento. La tabla 1.2 muestra estos conceptos cuestionando primero qué preguntan estos conceptos y respondiendo después.

La lista de conceptos comienza con “objetivos del entrenamiento”, que ya se han revisado. El siguiente concepto básico es “contenido del entrenamiento”. Todas las actividades que normalmente se llevan a cabo en el entrenamiento tienen que ser sistematizadas de acuerdo con planes a largo, medio y corto plazo. Estos planes describen todos los aspectos y deta-

lles sustanciales del entrenamiento y, de hecho, caracterizan a fondo el contenido del entrenamiento y lo que significa: participación en las competencias y pruebas, modalidades de entrenamiento dominantes en diferentes períodos de tiempo, volumen, intensidad y repertorio de ejercicios, concentraciones de entrenamientos, pruebas y exámenes.

Los “medios del entrenamiento” se refieren a las técnicas incluidas en el programa. Se subdividen en ejercicios de competición y en ejercicios de preparación física general. Los ejercicios de competición tienen una afinidad cercana y cierta similitud con las habilidades técnicas principales y los componentes significativos del programa de competición, y se realizan en condiciones de competición (equipamiento estándar, respeto a las normas de competición, etc.). Los ejercicios específicos del deporte (especiales) incluyen procedimientos en los que las condiciones de competición se modifican para acentuar varios requerimientos y detalles, como el aumento o la reducción de la resistencia, la simplificación o la transformación de la técnica, la estimulación interna o externa, la participación de dispositivos o herramientas adicionales, etc. Los ejercicios de preparación física general constituyen una gran parte del repertorio del entrenamiento y contribuyen a aumentar el desarrollo físico general. Normalmente estos ejercicios no son similares a la técnica de competición; utilizan diferentes dispositivos y equipamiento, y un amplio espectro de condiciones naturales y artificiales. Los ejemplos típicos de tales procedimientos son ejercicios de correr o nadar para los deportistas de deportes de combate o de balón, ejercicios de fuerza en diferentes máquinas de entrenamiento para todos los deportistas, juegos de balón para remadores y nadadores, etc.

Un grupo adicional de medios del entrenamiento utiliza diferentes máquinas y dispositivos de entrenamiento, y equipamiento más o menos especializado usado para cualquier tipo de ejercicios. Este grupo se llama “medios técnicos del entrenamiento”. En los últimos años este grupo ha aumentado gracias a una variedad de sistemas y dispositivos de medición electrónica, como las máquinas de entrenamiento informatizadas, la optoelectrónica, los sistemas de vídeo y otros, etc.

Los “métodos del entrenamiento” están relacionados con la pregunta de cómo deberían realizarse los ejercicios. La respuesta a esta pregunta y a sus variados aspectos es el objeto de los párrafos siguientes.

Tabla 1.2.

Conceptos básicos del entrenamiento deportivo con una breve explicación.

Conceptos	Preguntas para responder	Respuestas breves
Objetivos del entrenamiento	¿Qué se debería conseguir y/o entrenar?	Objetivos generales Metas del entrenamiento Propósitos del entrenamiento (ejercicios)
Contenido del entrenamiento	¿Qué debería realizar?	Plan de entrenamiento a largo plazo Plan de entrenamiento a medio plazo Plan de entrenamiento a corto plazo
Medios del entrenamiento	¿Qué ejercicios, dispositivos y herramientas auxiliares deberían utilizarse?	<i>Ejercicios:</i> Ejercicios de competición, específicos del deporte (especiales) y de preparación física general <i>Medios técnicos del entrenamiento:</i> Máquinas de entrenamiento, dispositivos y equipamiento diversificados
Métodos del entrenamiento	¿Cómo deberían realizar los ejercicios?	Ejercicio continuo uniforme Ejercicio continuo no uniforme Ejercicios intermitentes con intervalos de descanso concretos Ejercicios intermitentes con intervalos de descanso sin limitaciones Ejercicios en forma de juego

Métodos del entrenamiento

Los métodos del entrenamiento son de primordial importancia para la teoría y la práctica del entrenamiento. A pesar de la enorme variedad de combinaciones de ejercicios posibles, los métodos de entrenamiento disponibles se pueden clasificar en cinco grandes grupos (tabla 1.3).

Los ejercicios continuos pueden realizarse uniformemente (de acuerdo con la velocidad, la potencia o la frecuencia de movimiento) o no unifor-

mamente, variando los parámetros de estos ejercicios. Por consiguiente, los métodos de entrenamiento se dividen en método continuo uniforme o continuo variable. El modo más conocido del método continuo variable es el *fartlek*, un concepto sueco que se puede traducir como "juego de velocidades". El método, como se propuso originalmente para entrenar a corredores, hace que se realicen cambios de velocidad, cambiando al corredor que va a la cabeza del grupo. Normalmente, este método se utilizaba en suelos irregulares, y los últimos esfuerzos se combinaban con subidas y bajadas del terreno. Cuando se utilizó por primera vez este método, el contenido del entrenamiento no estaba establecido de forma exacta. Algo más tarde se programaron con precisión cambios de velocidad y las fases de baja

Tabla 1.3. Principios metodológicos y características de los métodos del entrenamiento.

Principio metodico	Relaciones entre el ejercicio y el descanso	Nombre del método del entrenamiento
Ejercicio continuo	Rendimiento uniforme	Método continuo uniforme
	Rendimiento no uniforme (incluye variaciones de velocidad)	Método continuo variable (<i>fartlek</i>)
Ejercicio intermitente	La relación ejercicio-descanso está definida de forma precisa; el intervalo de descanso está predeterminado	Método interválico (métodos de intervalos largos, medios y cortos)
	La duración del ejercicio está predeterminada; el intervalo de descanso no está estrictamente prescrito y permite la recuperación completa (o casi completa)	Método de repeticiones
Ejercicio de competición	Segun modelo de competición	Método de competiciones

intensidad. Éste no es el *fartlek* original, pero el concepto ha permanecido para describir un amplio espectro de entrenamientos no uniformes o variables.

Los ejercicios intermitentes tienen características más complejas que los ejercicios continuos. Los intervalos de trabajo, el número de repeticiones, y la naturaleza del descanso (estático, tumbado, carrera, relajación activa, etc.) normalmente se programan de forma específica. La diferencia entre los dos principales métodos intermitentes se basa en la recuperación completa. El método de repeticiones describe esfuerzos con intervalos de descanso lo suficientemente largos como para tener una recuperación completa (o casi completa), y este método permite a los deportistas realizar entrenamientos que requieren una mayor intensidad. Por consiguiente, es adecuado para la simulación de diferentes tipos de pruebas y competiciones. El rendimiento intermitente con intervalos de descanso específicamente establecidos se conoce como el método interválico, el cual se subdivide en tres variantes (tabla 1.4).

El método interválico corto se utiliza normalmente para cargas de trabajo que varían de intensidad máxima a alta; la duración del descanso difiere en función de diferentes factores y dura entre 15 segundos y 3 minutos. El método interválico medio se refiere a intervalos de esfuerzo entre 1,5 y 6 minutos a una intensidad relativamente reducida e intervalos de descanso de entre 1 y 4 minutos. El método interválico largo se refiere a intervalos de esfuerzo de 6 a 20 minutos con intensidad reducida a media intensidad

Tabla 1.4. *Variantes del método interválico (adaptado de Harre, 1982).*

Nombre del método	Duración de carga	Nivel de intensidad
Método interválico corto	Menos de 1,5 minutos	Máxima-alta
Método interválico medio	De 1,5 a 6 minutos	Alta-intermedia
Método interválico largo	De 6 a 20 minutos	Intermedia-media

y una duración del descanso de 1 a 6 minutos. Por consiguiente, el tiempo neto de todas las cargas de trabajo realizadas utilizando estos métodos en un entrenamiento varía de 3 minutos (entrenamiento de un velocista) a 2,5 horas (entrenamiento de un corredor de maratón).

El método de competiciones utiliza métodos tradicionales en los que el factor principal de carga es el propio juego competitivo, en el cual se podrá variar mucho las reglas de ciertas competiciones. Los minijuegos y los ejercicios en los que se utilizan actividades de juego son muy conocidos en casi todos los deportes para jóvenes y adultos. Evidentemente, el nivel de la carga de estos entrenamientos puede variar enormemente y tiene muchos menos elementos predeterminados. De todos modos, el nivel de la carga se puede regular eficazmente usando condiciones específicas de tareas motrices y el juego mismo.

EL ENTRENAMIENTO Y LOS PRINCIPIOS DE LA ADAPTACIÓN

El entrenamiento produce múltiples transformaciones en los cuerpos de los deportistas y en cómo aumenta su capacidad de trabajo. Desde un punto de vista biológico, el entrenamiento es un proceso continuo de adaptación de los deportistas a diferentes cargas. En consecuencia, los ejercicios del entrenamiento, las sesiones del entrenamientos y las diferentes tareas sirven como estímulo para la adaptación. En biología, la adaptación se considera el proceso del ajuste de un organismo al cambio de las condiciones de vida. En conceptos generales, la adaptación inicialmente descrita por el gran fisiólogo Selye (1950) es una de las leyes fundamentales de las ciencias de la vida. El profesor Vladimir Zatsiorsky (1995) llevó a cabo la aplicación de los principios de la adaptación al entrenamiento deportivo. La adaptación de los deportistas al incremento de la carga está condicionada por tres factores generales: la magnitud del estímulo, la especificidad y la acomodación (figura 1.3).

Según la ley de la adaptación, un entrenamiento eficaz proporciona una combinación óptima de estos tres factores generales, y esto determina el progreso del potencial de trabajo de los deportistas. Para resumir, los fac-

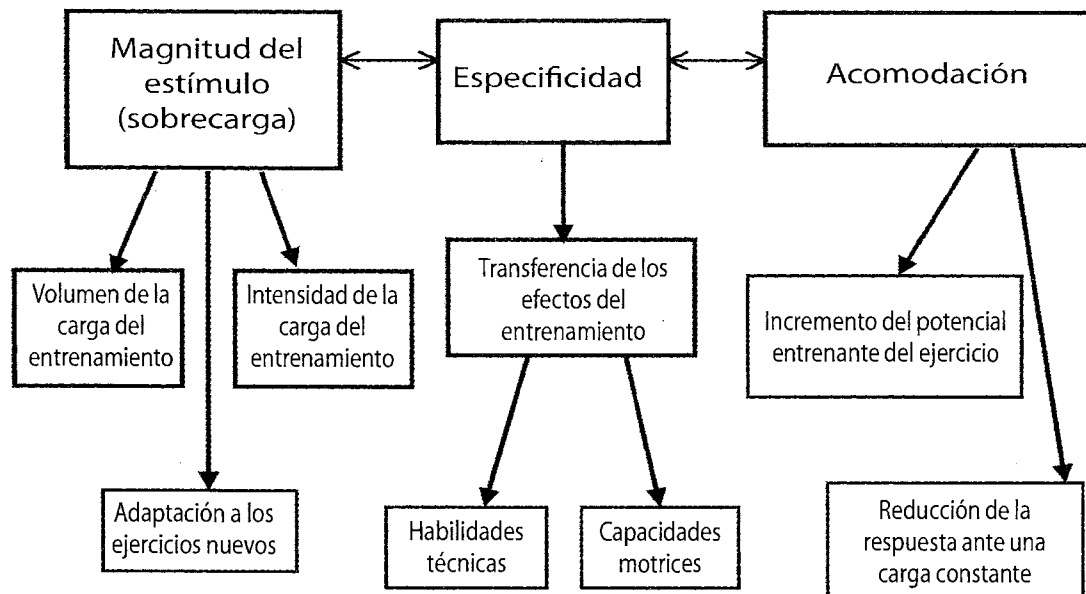


Figura 1.3. Representación de la ley de la adaptación respecto al entrenamiento de los deportistas (basado en Zatsiorsky, 1995).

tores mencionados antes son los principios de la adaptación relacionados con el entrenamiento.

Magnitud de la carga del entrenamiento y principio de la sobrecarga

La carga de trabajo del entrenamiento causa las respuestas de los deportistas y sirve como estímulo para su adaptación. Tres son los factores que pueden regular la magnitud del estímulo: el volumen de la carga, la intensidad de la carga y la adaptación a los ejercicios nuevos. Es importante tener en cuenta que las mejoras de la condición física se consiguen sólo cuando la magnitud del estímulo es suficiente. El **principio de la sobrecarga** postula que el aumento de la condición física requiere una magnitud de carga (estímulo) que exceda el nivel acostumbrado.

La consecuencia del principio de sobrecarga es que la magnitud de la carga es de importancia primordial y debe ser evaluada y programada mi-

nuciosamente. A continuación se muestra el enfoque general de la caracterización de la magnitud de la carga (tabla 1.5).

Volumen de la carga de entrenamiento. A lo largo de la historia, el modo más sencillo de aumentar la magnitud de la carga ha consistido en incre-

Tabla 1.5. *Caracterización de la magnitud de carga.*

Componente de la carga	Características generales	Indicadores posibles
Volumen de la carga de entrenamiento	Suma de todos los ejercicios realizados representados por una característica cuantitativa	Número total de entrenamientos durante un período, por ejemplo: por semana, por mes, por año, etc. Duración y distancias totales del entrenamiento durante un período Número total de arrancadas, lanzamientos, saltos, etc. durante un período
Intensidad de la carga de entrenamiento	<ol style="list-style-type: none"> 1) Define la intensidad de la carga 2) Suma de los ejercicios realizados con un aumento del esfuerzo 	Nivel del esfuerzo (en %) respecto al máximo Nivel de esfuerzo indicado por la respuesta de la frecuencia cardíaca Correspondencia con cierta zona de intensidad Volumen parcial de los ejercicios con aumento del esfuerzo (distancia, tiempo empleado, número de intentos, etc.)
Adaptación a los ejercicios nuevos	Ejercicios que contengan elementos, detalles desconocidos o una nueva combinación de elementos conocidos	Número de ejercicios nuevos (o relativamente nuevos) integrados en el programa de entrenamiento

mentar el volumen del entrenamiento. Para los deportistas de elite de muchos deportes, el número de entrenamientos empezó a ser dos o tres por semana en 1930, aumentó a entre seis y ocho en 1960 y alcanzó de nueve a catorce en 1980. La frecuencia de los entrenamientos ha permanecido en el mismo nivel desde entonces. Durante mucho tiempo se ha considerado que el deseo de incrementar el volumen del entrenamiento estaba limitado por factores fisiológicos y sociales. Se pensaba que fisiológicamente se habían alcanzado los límites de las reservas humanas; socialmente, las preocupaciones se manifestaron sobre las necesidades de los deportistas respecto a la educación, la profesión, la privacidad, etc. A pesar de ello, el volumen del entrenamiento siguió aumentando en los deportes en todo el mundo hasta finales de la década de 1980. El volumen total del entrenamiento se ha estabilizado, o incluso puede haberse reducido, sólo en las dos últimas décadas (véase capítulo 4). De cualquier modo, aumentar el volumen de la carga de entrenamiento es una medida con la que se puede observar muy bien el progreso personal de los deportistas en cualquier deporte. La evaluación del volumen de la carga es una operación rutinaria en los deportes de resistencia en los que el volumen del entrenamiento se calcula tradicionalmente por bloques, aunque puede ser una tarea difícil en deportes de balón o de combate, en los que el número de acciones específicas del deporte no es fácil de contabilizar.

Intensidad de la carga del entrenamiento. La intensidad de la carga del entrenamiento se considera actualmente en función de dos aspectos:

- como medida del nivel de esfuerzo en relación con el máximo (a veces en relación con el nivel de esfuerzo de la competición);
- como parte del volumen total de entrenamiento, que se realiza con un esfuerzo mayor (superior al normal).

Evidentemente, los ejercicios más intensos producen unas repuestas más elevadas en los cuerpos de los deportistas. Por consiguiente, la intensidad de la carga se evalúa tanto como valores de la carga externa (velocidad, potencia, peso levantado), como por medio de los indicadores de respuestas del cuerpo. La frecuencia cardíaca (FC), por ejemplo, es uno de los indica-

dores más empleados como respuesta fisiológica. Para una amplia variedad de entrenamientos, la respuesta de la FC proporciona suficiente información para del nivel de intensidad.

En los últimos años, las zonas de intensidad (ZI) se han empleado ampliamente en muchos deportes tanto para la programación como para la evaluación después del entrenamiento (Virus, 1995). En este enfoque, el intervalo total de la intensidad está subdividido en cierto número de ZI (normalmente cinco). Cada ZI se define con un número como indicador relevante y proporciona un intervalo de diferentes valores que se consideran apropiados para esa zona. Normalmente, el lactato sanguíneo, la FC, la velocidad (o el tiempo empleado o la potencia) y el índice de frecuencia de movimientos se utilizan para definir una zona específica de intensidad. El progreso sustancial de este enfoque se ha conseguido en la última década gracias al desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas al deporte, como monitores de la FC, analizadores portátiles de lactato sanguíneo y sistemas de medida cronoelectrónicos.

Adaptación a los ejercicios nuevos. La novedad del ejercicio es el tercer componente de la magnitud de la carga del entrenamiento, y las respuestas de los deportistas dependen en gran medida de lo acostumbrados que estén a ciertos ejercicios o entrenamientos. Sin embargo, a diferencia del volumen y de la intensidad, rara vez se considera que la adaptación al ejercicio nuevo sea un factor de la carga. Se sabe que los entrenadores creativos se esfuerzan mucho por encontrar ejercicios nuevos y originales con el fin de enriquecer el entrenamiento y hacer que parezca más atractivo. El efecto de estas innovaciones se obtiene a través de una respuesta fisiológica más pronunciada.

Ejemplo. Igor Koshkin (URSS), uno de los expertos mundiales en natación más famosos y entrenador del tres veces campeón olímpico Vladimir Salnikov, dijo a otros entrenadores: "Si los nadadores comienzan a hacer el pino (la vertical) como ejercicio, el efecto inicial será notable y positivo debido a su novedad. Pero su efecto durará poco tiempo, ya que este ejercicio no afecta las capacidades específicas de los nadadores".

Este comentario resalta la complejidad del problema de la adaptación al ejercicio nuevo. De hecho, no es difícil encontrar un ejercicio que no sea familiar a los deportistas, pero no es fácil encontrar un ejercicio desconocido que responda a las demandas fisiológicas, biomecánicas y psicológicas específicas de un deporte. Por ello, la especificidad del entrenamiento, que se tratará a continuación, es también un factor de la adaptación indispensable en el entrenamiento deportivo.

Especificidad de la carga del entrenamiento

Como se puede observar en la figura 1.3, la especificidad de la carga del entrenamiento se caracteriza por la transferencia de los efectos del entrenamiento de una tarea (ejercicio auxiliar) a otra tarea (ejercicio principal). Normalmente, los entrenadores emplean un amplio repertorio de ejercicios, la mayoría de los cuales se pueden dividir en dos grupos:

- ejercicios para mejorar las capacidades motrices (fuerza, resistencia, etc.);
- ejercicios para mejorar las habilidades técnicas.

Evidentemente, estos ejercicios se pueden combinar para mejorar la interacción entre las capacidades motrices y las habilidades técnicas. En cualquier caso, la utilidad de cada ejercicio depende de cómo afecte los ejercicios principales (de competición). En otras palabras, la transferencia de la capacidad motriz y de las habilidades técnicas de los procedimientos a los ejercicios de competición determina la utilidad de estos ejercicios auxiliares.

Dos características importantes de la transferencia de los resultados del entrenamiento son de especial interés:

- La transferencia de las habilidades técnicas está mucho más restringida que la transferencia de las capacidades motrices.
- Ambas dependen mucho de las aptitudes de los deportistas. Los deportistas de nivel medio o bajo son más sensibles a cualquier tipo de ejercicio, incluidos los inespecíficos, mientras que la transferencia

de los efectos del entrenamiento entre los deportistas de alto rendimiento está fuertemente restringida por la especificidad de los ejercicios auxiliares.

Veamos la transferencia de las capacidades motrices y de las habilidades técnicas por separado.

Transferencia de las capacidades motrices. Esta forma de transferencia plantea las bases del uso de los ejercicios para la preparación física general o específica de cualquier deporte. La transferencia de las capacidades motrices es más pronunciada en los deportistas de bajo nivel, quienes son mucho más sensibles a cualquier tipo de ejercicio físico. Cuanto más nivel tienen los deportistas, menos sensibles son a los ejercicios inespecíficos. Además, algunos ejercicios tienen efectos negativos sobre la preparación deportiva específica de los deportistas. Por eso es tan importante la valoración de la posible transferencia de las capacidades motrices.

La transferencia de los resultados del entrenamiento se puede valorar comparando los beneficios obtenidos en los ejercicios principales y en los auxiliares. Zatsiorsky (1995) describe el método cuantitativo de esta comparación. La tabla 1.6 muestra el enfoque cuantitativo para identificar los diferentes tipos de transferencia de los resultados del entrenamiento basados en la relación entre los ejercicios principales y los auxiliares.

Merece la pena resaltar que el repertorio de ejercicios de los deportistas de alto rendimiento contiene no sólo procedimientos con transferencia positiva del efecto del entrenamiento, sino también ejercicios sin influencia inmediata en el rendimiento. Los diferentes ejercicios realizados para el calentamiento, la vuelta a la calma y la recuperación activa son partes necesarias y útiles del programa de entrenamiento a pesar de la falta de transferencia positiva inmediata. Diferentes ejercicios con transferencia negativa de los resultados del entrenamiento se pueden utilizar si se toman las precauciones especiales para prevenir su efecto perjudicial. Por ejemplo, los ejercicios de fuerza máxima afectan negativamente la flexibilidad de las correspondientes articulaciones y como resultado pueden verse perjudicadas su amplitud del movimiento y todo el rendimiento. Ese efecto secundario de los ejercicios de fuerza máxima se puede tener en cuenta cuando se di-

Tabla 1.6.

Diferentes tipos de transferencia de los resultados del entrenamiento con referencia a la transferencia de las capacidades motrices.

Tipo de transferencia de los resultados del entrenamiento	Relación entre los ejercicios principales y los auxiliares	Ejemplo en la práctica deportiva
Transferencia positiva elevada	La ganancia en el ejercicio auxiliar causa una ganancia proporcional (o casi proporcional) en el ejercicio principal	La ganancia en el salto de longitud con las dos piernas causa una ganancia proporcional en la fuerza del salto en la salida de una prueba de natación
Transferencia positiva baja o media	La ganancia en el ejercicio auxiliar causa una ganancia relativamente pequeña o media en el ejercicio principal	La ganancia de fuerza máxima en el press de banca tiene un efecto notable en la ganancia de los resultados en el lanzamiento de disco
Sin transferencia	La ganancia en el ejercicio auxiliar no afecta los resultados del ejercicio principal	La ganancia de fuerza máxima en el press de banca no afecta la fuerza-resistencia del tronco
Transferencia negativa	La ganancia en el ejercicio auxiliar causa una pérdida en los resultados del ejercicio principal	La ganancia de fuerza máxima en el press de banca causa una pérdida en la velocidad máxima en natación

seña el programa de entrenamiento, siendo posible incluir ejercicios de estiramientos y flexibilidad para contrarrestar los efectos negativos. Un ejemplo de la transferencia positiva de capacidades motrices se puede obtener de la práctica de jugadores de fútbol daneses de alto nivel.

Estudio de caso. Tres grupos de jugadores de fútbol realizaron diferentes tipos de entrenamiento de fuerza tres veces a la semana durante tres meses fuera del período de competición. El primer grupo realizó ejercicios de cuádriceps con alta resistencia y baja velocidad (grupo AR); el segundo grupo realizó los mismos ejercicios con baja resistencia y alta velocidad (grupo BR), y el tercer grupo realizó ejercicios de golpeo de balón específicos del fútbol con una máquina de lanzamiento de balones automática (grupo de golpeo). Se evaluó la fuerza básica de los cuádriceps en el movimiento de alta resistencia; la fuerza específica fue evaluada midiendo la velocidad del balón después del golpeo. El programa de entrenamiento produjo un aumento notable de la fuerza básica y una ganancia mínima en la ejecución del golpeo en el grupo AR; un ligero incremento de la fuerza básica y una ganancia modesta en la velocidad del golpeo en el grupo BR, y ninguna ganancia de la fuerza básica y la mayor ganancia en la ejecución del golpeo en el grupo de golpeo (figura 1.4). Así pues, el entrenamiento de fuerza con alta resistencia mejoró la fuerza básica de los jugadores, pero no proporcionó una transferencia positiva de esta capacidad a la fuerza específica del fútbol, mientras que los ejercicios de fuerza de baja resistencia y alta velocidad permitieron esta transferencia en cierta medida. Finalmente los ejercicios específicos de golpeo no afectaron la fuerza básica, pero gracias a la alta transferencia positiva causaron una gran mejora en la ejecución del golpeo (Bangsbo, 1994).

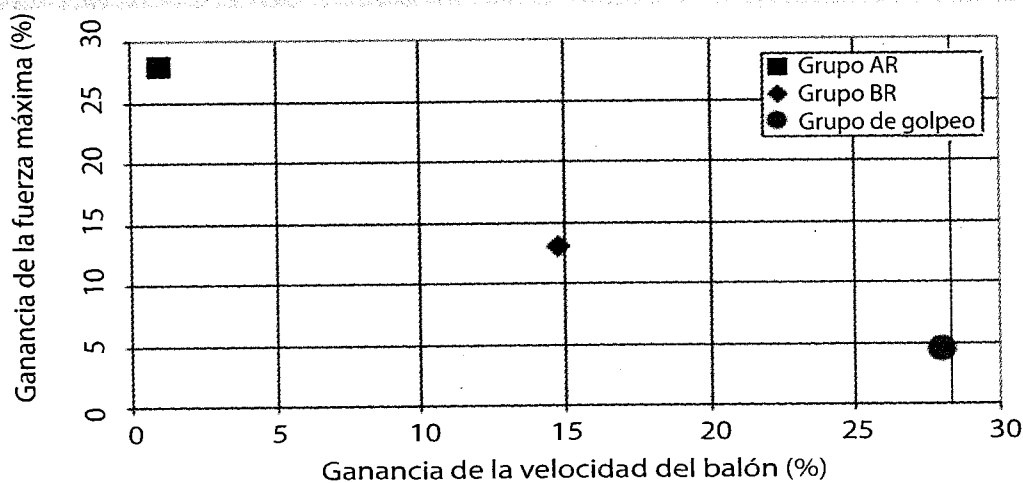


Figura 1.4. *Ganancias en la capacidad de fuerza inducidas durante tres meses de entrenamiento físico para jugadores de fútbol: eje Y = fuerza básica del cuádriceps, eje X = fuerza específica del fútbol evaluada por la velocidad del balón después del golpeo (adaptado de Bangsbo, 1994).*

Transferencia de las habilidades técnicas. El principal factor que limita la transferencia de las habilidades técnicas es la especificidad neuromuscular de cada técnica específica de un deporte. Para maximizar la transferencia positiva de una habilidad, el ejercicio debería estar vinculado a las demandas de coordinación específicas del deporte. Por ello, un pequeño número de ejercicios proporciona una transferencia positiva (es decir, efectos positivos) para mejorar la técnica del movimiento. La tabla 1.7 muestra las situaciones generalizadas en las que se obtiene la transferencia positiva y negativa de la habilidad.

La norma general para la transferencia positiva es emplear ejercicios muy similares a los ejercicios principales en relación con la coordinación neuromuscular. Normalmente estos ejercicios se pueden diseñar modificando o acentuando específicamente algún detalle técnico, elemento o demanda específica del deporte. Uno de los enfoques adecuados para hacer tantas modificaciones es aligerar o hacer más pesado artificialmente el ejercicio principal. Esto es habitual particularmente para crear lo que llamamos ejercicios con *velocidad asistida* y *velocidad resistida*, los cuales facilitan una velocidad de movimiento mayor o, por el contrario, requieren la aplicación de esfuerzos mayores dentro una tarea motriz habitual (véase Maglischo, 1992).

El diseño de los dispositivos de entrenamiento originales y de los ejercicios modificados especialmente está asignado tradicionalmente a los entrenadores y los científicos del deporte. Muy a menudo, el objetivo de estas innovaciones es estimular las capacidades motrices específicas dentro de una estructura coordinativa específica del deporte. Normalmente, el problema es obtener el efecto deseado sin disminuir la técnica del movimiento. Por ejemplo, aumentar el peso de la jabalina permite a los deportistas obtener una mayor fuerza, pero puede destrozar la técnica del movimiento si el peso de la jabalina es excesivo. Por otro lado, la transferencia positiva de una habilidad se consigue con cualquier tipo de elemento que facilite el movimiento que simplifique artificialmente la técnica pero no la distorsione. La máquina de entrenamiento de remo "Concept", por ejemplo, permite a los deportistas desarrollar una resistencia muscular específica del deporte cuando la tarea motriz se simplifica substancialmente (sin interacción con el agua, condiciones estándar de trabajo), pero sigue siendo satisfactoria en cuanto a la coordinación.

Diferentes tipos de transferencia de habilidades técnicas en relación con la práctica deportiva.

Tabla 1.7.

Tipo de transferencia de habilidades técnicas	Enfoques y/o ejercicios típicos	Ejemplo de la práctica deportiva
Transferencia positiva elevada	Acentuación de cierto elemento o detalle técnico dentro del patrón completo de coordinación	Facilitación de la frecuencia máxima de pasos durante la carrera en plano inclinado Acentuación de la "posición del brazo" con el codo hacia arriba cuando se entrena la brazada en natación
Transferencia positiva baja o media	Simulación de los movimientos específicos del deporte y los elementos técnicos en máquinas o dispositivos de entrenamiento diseñados especialmente	Simulación del lanzamiento de jabalina en un dispositivo de inercia en pista cubierta. Simulación de saltos de patinaje artístico en un gimnasio con ayuda y asistencia adicionales
Sin transferencia	Cualquier ejercicio no similar al ejercicio principal en conceptos de coordinación neuromuscular	Ejercicio de press de banca y remo en banco realizados por corredores, remadores, nadadores, etc.
Transferencia negativa	Ejercicios con similares características cinemáticas pero muy diferentes conceptos de coordinación neuromuscular	Lanzar una jabalina o un disco excesivamente pesado Remar en una canoa con una resistencia adicional excesiva en la canoa

La preparación de los deportistas contiene un amplio abanico de ejercicios que mejoran la capacidad muscular y no afectan la habilidad técnica. Esto se refiere a todos los ejercicios de preparación física realizados en máquina de entrenamiento que no son específicos del deporte. Debido a que no tienen similitud neuromuscular con los ejercicios de competición principales, estos ejercicios carecen de transferencia de habilidad, por lo que son neutros en términos de técnica de movimiento. Otro tipo de ejercicio es similar a los ejercicios de competición, excepto por las serias diferencias que se han introducido en el patrón del movimiento neurocoordinativo. La transferencia negativa de habilidad es un resultado muy probable de tales procedimientos. Por ejemplo, remar en exceso en una canoa o kayak con demasiada resistencia adicional puede estimular la fuerza-resistencia específica, pero afecta enormemente la técnica del movimiento.

Acomodación

Dos rasgos estrechamente conectados caracterizan la acomodación, un componente indispensable de la adaptación inducida por el entrenamiento:

- un aumento del potencial de trabajo y
- un descenso de la reacción ante una carga física constante.

El aumento del potencial de trabajo puede definirse por indicadores específicos del deporte como los resultados del rendimiento general, la velocidad en el umbral anaeróbico en los deportes de resistencia, etc. La carga física constante se puede obtener mediante el examen de los deportistas en un ergómetro o en una prueba a una velocidad o potencia predeterminadas. Ambas tendencias se pueden mostrar en el ejemplo de un seguimiento de un trimestre de kayakistas de calidad mundial.

Este ejemplo demuestra que el proceso de acomodación es controlable a través de pruebas para deportistas con esfuerzos máximos y estándar. Este enfoque se puede utilizar también en deportes en los que no sea posible medir, como los deportes colectivos, donde la carga estándar se puede pro-

Estudio de caso. Se siguió a un grupo de nueve kayakistas cualificados durante la preparación de un trimestre. Se realizó un test incremental en el agua (4 veces 1.000 metros) para determinar la velocidad en el umbral anaeróbico. Además, realizaron una prueba de remo estándar de 1.000 metros a una velocidad predeterminada correspondiente a una intensidad media (la velocidad la programó el jefe de la barca a motor). Las muestras de sangre se recogieron después de la prueba. El gráfico muestra un aumento considerable de la velocidad en el umbral anaeróbico en todos los deportistas y un descenso similar en la acumulación del lactato en sangre al remar a velocidad constante (figura 1.5).

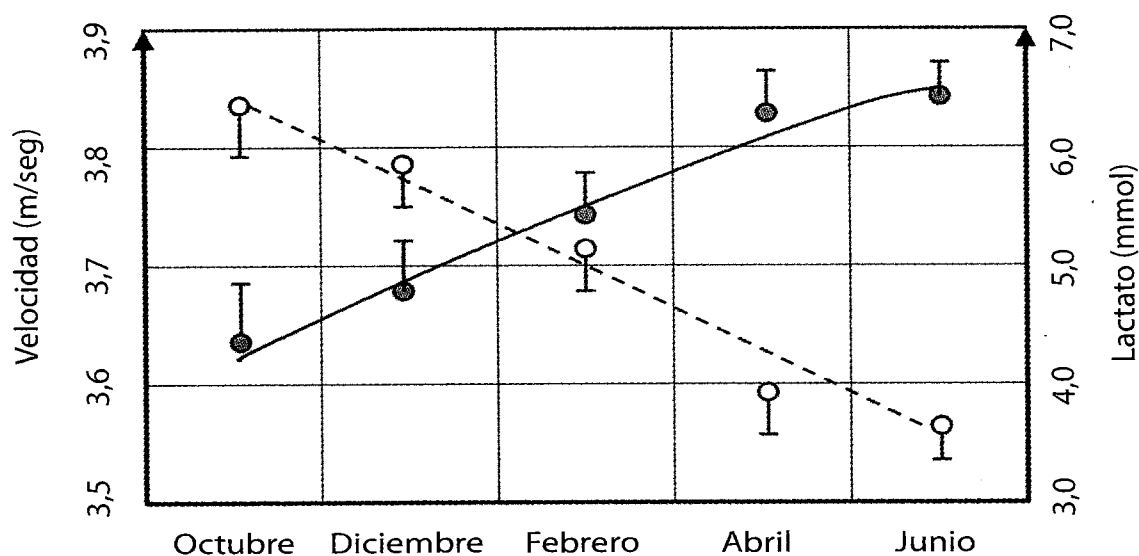


Figura 1.5. *Tendencia anual de la velocidad en el umbral anaeróbico (línea continua) y acumulación del lactato en sangre después de 1.000 metros a una velocidad determinada (línea de puntos) en kayakistas cualificados.*

gramar con una combinación específica de elementos específicos del deporte a una frecuencia fija y una amplitud de movimiento determinada.

El proceso de acomodación tiene muchos indicadores subjetivos: con el incremento del potencial de trabajo los deportistas describen una "mayor libertad de movimientos", una mejora de la respiración durante un ejer-

cicio extenuante, una mejor relajación de los músculos, un aumento de las sensaciones específicas del deporte como el “sentido del agua” en los deportes acuáticos, el “sentido del hielo” en el patinaje, etc. Todas estas estimaciones subjetivas son muy importantes para los entrenadores y los deportistas; es recomendable anotarlas en el diario de los deportistas y en el libro de los entrenadores.

En conclusión, la lógica común del entrenamiento relacionada con los principios de adaptación puede presentarse en la siguiente secuencia:

- El entrenamiento con cargas apropiadas provoca reacciones deseadas en los deportistas (*principio de la magnitud o volumen del estímulo*).
- Esta reacción induce un proceso de adaptación y ajuste con el resultado de un aumento del potencial de trabajo y una reacción más económica ante cargas constantes (*principio de la acomodación*).
- El incremento del potencial de trabajo es utilizado en el rendimiento deportivo de acuerdo con los resultados provocados por el entrenamiento y transferidos por los diferentes ejercicios a la actividad principal de competición (*principio de la especificidad*).

En contraposición a esta relación disminuye el efecto del entrenamiento, y cuanto más alto sea el nivel del deportista, mayor será el deterioro esperado del efecto del entrenamiento.

EL PRINCIPIO DE LA SUPERCOMPENSACIÓN Y SU APLICACIÓN EN LA PRÁCTICA

Durante mucho tiempo, tanto la teoría como la práctica del entrenamiento deportivo han buscado una explicación comprensiva y consistente de cómo mejorar la condición física y la preparación de los deportistas. En otras palabras, la cuestión principal era cómo obtiene el entrenamiento deportivo beneficios en la capacidad de trabajo de los deportistas. A mediados de la década de 1950, el profesor soviético de bioquímica Yakovlev (1977) propuso una de las primeras respuestas basadas científicamente en esta cuestión. Describió el ciclo de supercompensación después de una

serie única de ejercicios. Este fenómeno fue adoptado con entusiasmo por teóricos deportivos, quienes trataron de explicar los efectos del entrenamiento a medio y largo plazo a través del ciclo de supercompensación. Posteriores investigaciones y especialmente la experiencia práctica del entrenamiento de alto rendimiento revelaron muchas limitaciones en la aplicación de este principio al entrenamiento de alto rendimiento. A pesar de esto, el principio de supercompensación se ha ganado de nuevo el respeto en la interpretación y la comprensión de los fundamentos del entrenamiento.

Ciclo de supercompensación tras una única carga

El fenómeno de la supercompensación se basa en la interacción entre la carga y la recuperación. El ciclo de supercompensación se inicia con la carga física, la cual sirve como estímulo para otra reacción (figura 1.6). La carga única causa fatiga y reducción aguda de la capacidad de trabajo del deportista, que se corresponde con la primera fase del ciclo. La segunda fase del ciclo se caracteriza por un proceso pronunciado de recuperación; por consiguiente, la capacidad de trabajo del deportista aumenta y alcanza el nivel anterior a la carga al final de esta fase. Después, la capacidad de trabajo continúa aumentando, superando el nivel anterior y alcanzando el clímax, que se corresponde con la fase de supercompensación. En la siguiente fase, la capacidad de trabajo vuelve al nivel anterior a la carga.

Este patrón de recuperación de la carga se probó varias veces utilizando el ejemplo del agotamiento y la recuperación de sustancias bioquímicas como el glucógeno o el creatinfosfato. Los entrenadores, haciendo pruebas específicas del deporte, pueden detectar también un aumento del nivel de la condición física en la fase de supercompensación. Siguiendo la teoría de la supercompensación, se elaboraron varios conceptos del entrenamiento que presuponían las secuencias de entrenamientos de acuerdo con las fases de supercompensación después del entrenamiento precedente. Esta suma de cargas en una serie de entrenamiento es una cuestión que merece una consideración especial.

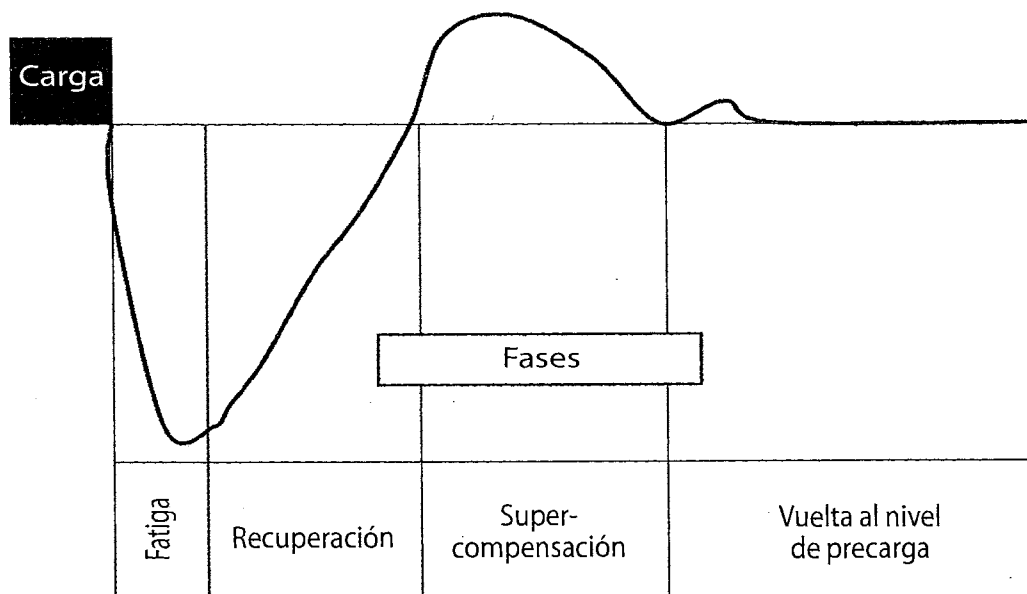


Figura 1.6. *Ciclo de supercompensación después de una única carga (basado en Yakovlev, 1977).*

Suma de cargas en una serie de entrenamientos

La interpretación inicial de la teoría de la supercompensación postuló un diseño de entrenamiento en el cual cada nuevo entrenamiento se realiza durante la fase del aumento de la capacidad de trabajo después del entrenamiento anterior. Como resultado de la suma de un número de esas ganancias, el nivel de la condición física del deportista aumenta constantemente (figura 1.7-A). Si el entrenamiento posterior corresponde a la cuarta fase del ciclo de supercompensación, cuando la capacidad de trabajo vuelve al nivel anterior a la carga, el beneficio evocado por la carga anterior no se explota y el nivel de la condición física no se eleva (1.7-B). Si cada carga siguiente en el entrenamiento se realiza en la segunda fase, cuando aún no se ha completado la recuperación, el deportista no consigue el nivel de capacidad de trabajo anterior a la carga. Como resultado se acumula la fatiga y el nivel de la condición física desciende (1.7-C).

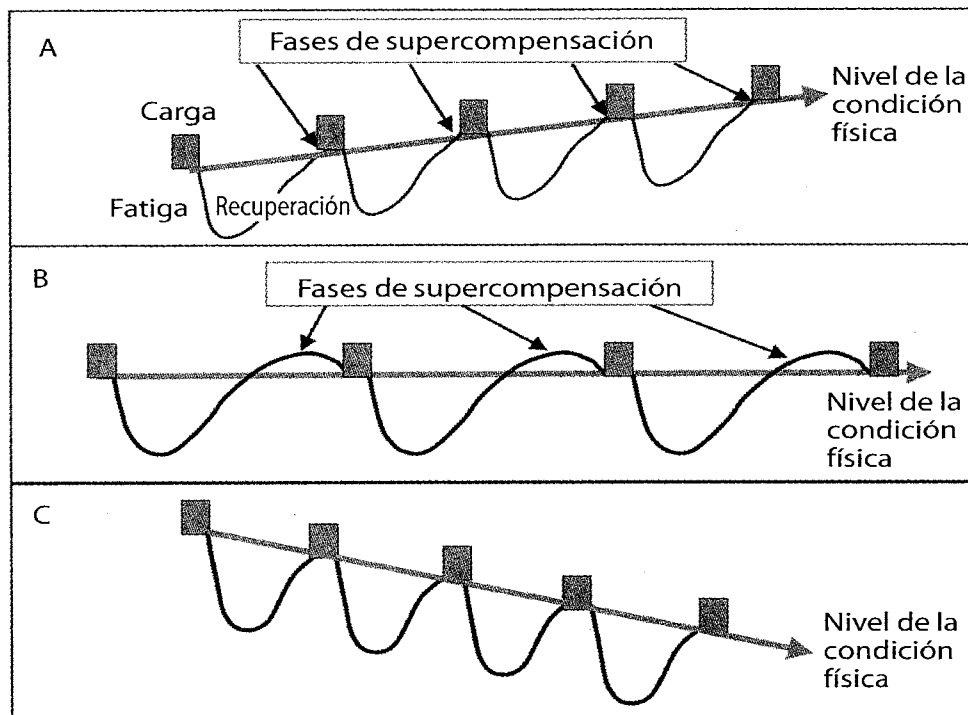


Figura 1.7. *Suma de un número de cargas de entrenamiento seguidas por ciclos de supercompensación. A. Cada entrenamiento se ubica dentro de la fase de supercompensación y ésta proporciona una elevación del nivel de la condición física. B. Cada entrenamiento se localiza después de la fase de supercompensación y el nivel de la condición física no cambia. C. Cada entrenamiento se localiza antes de la fase de supercompensación y el nivel de la condición física desciende.*

Cuando se publicaron estas sumas de carga de entrenamiento, las directrices del entrenamiento parecían muy simples: las sesiones de entrenamiento se deberían programar exclusivamente en función de las fases de supercompensación, lo que garantizaría la mejora de la condición física. Sin embargo, no pasó mucho tiempo hasta que los entrenadores y los científicos señalaron grandes contradicciones entre el diseño "óptimo" propuesto y la práctica actual del entrenamiento de alto rendimiento. El problema radicaba en la duración del ciclo de supercompensación. Se descubrió que las fases de fatiga y de recuperación después de una gran carga duraban tres días; así pues, siguiendo el ciclo de supercompensación dos, se podía

programar un máximo de tres entrenamientos por semana. Esta frecuencia de entrenamiento es aceptable para novatos y deportistas de nivel medio, pero no para el entrenamiento de alto rendimiento, en el que el deportista realiza de 6 a 12 sesiones de entrenamiento semanalmente. Algunos entrenadores trataron de modificar sus programas de entrenamiento de acuerdo con el modelo teóricamente favorable y se decepcionaron rápidamente por los resultados de sus intentos.

Evidentemente, la necesidad de esperar hasta la recuperación completa después de cada entrenamiento limitaba las oportunidades de conseguir los niveles de carga deseados y reducía la confianza de los entrenadores en el modelo teórico. Se publicaron declaraciones en las que se afirmaba que los deportistas de alto rendimiento estaban acostumbrados a cualquier carga y que ningún entrenamiento sencillo, aunque fuera muy intenso, proporcionaría el estímulo suficiente para conseguir la respuesta deseada. Para este propósito, se debería programar una serie de entrenamientos con acumulación de fatiga. En consecuencia, se propuso un esquema modificado de la suma de cargas de entrenamiento (figura 1.8).

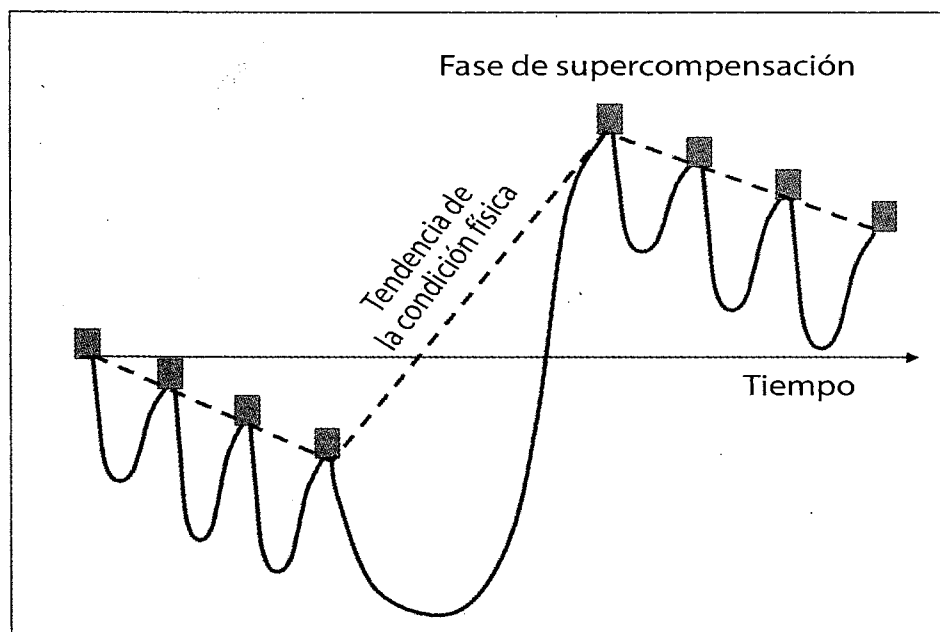


Figura 1.8.

Suma de un número de cargas de entrenamiento seguidas de la fase de supercompensación después de un microciclo de entrenamiento y una recuperación suficiente (adaptado de Matveyev, 1964).

Este esquema modificado de la suma de cargas de entrenamiento propone la acumulación de fatiga provocada por varios entrenamientos; la recuperación completa se obtiene cuando las cargas sumadas consiguen un cierto nivel de estimulación. Este concepto renovado corresponde en general a la práctica deportiva de alto rendimiento y parece lo suficientemente razonable para entenderlo. La principal consecuencia del diseño del entrenamiento propuesto es que pueda realizarse cierto número de entrenamientos aunque el deportista esté todavía fatigado. Además, incluso se puede programar la participación de deportistas en competiciones sin que estén completamente descansados. Esto es muy importante para el deporte contemporáneo debido al gran aumento del número de competiciones durante las últimas décadas (véase capítulo 4). No se puede programar varias competiciones para los deportistas después de su completa recuperación, por lo que éstos las realizan lo mejor que pueden. Sin embargo, las competiciones principales elegidas, definidas como las competiciones clave, deberían realizarlas los deportistas completamente recuperados aprovechando la fase de supercompensación.

Hagamos un resumen de lo anterior y veamos cómo se puede aplicar en la práctica.

- El principio de supercompensación es básico para el entrenamiento deportivo, aunque no siempre se puede realizar en cada entrenamiento individual.
- Un diseño de entrenamiento que suponga una frecuencia baja de entrenamientos, como con los novatos y los deportistas de nivel medio, puede conseguir la fase de supercompensación después de una única sesión de entrenamiento o de una serie corta de entrenamiento (dos-tres sesiones).
- Para los deportistas de alto rendimiento, la suma de cargas normales supone una larga serie de sesiones de entrenamiento. En consecuencia, el tiempo total que están los deportistas de alto nivel en la fase de supercompensación es relativamente corto y los períodos en los que no han descansado del todo son relativamente largos.
- La fase de supercompensación es un estado deseable para conseguir el rendimiento máximo; es necesario un diseño óptimo del entrena-

miento para elegir y prepararse para los momentos cuando se alcanza este estado.

- Algunos rendimientos de competición pueden ejecutarse por “debajo de la carga óptima” cuando los deportistas no alcanzan la fase de supercompensación. Por tanto, normalmente no se logra el rendimiento máximo en estas competiciones.

PRINCIPIOS ESPECIALIZADOS DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

Durante mucho tiempo algunos expertos, entrenadores y deportistas experimentados han buscado normas generales para ayudar a elaborar una preparación deportiva racional. Hasta aquí los principios específicos básicos del entrenamiento deportivo deberían destacar los aspectos y las características más relevantes del entrenamiento y la preparación. Durante el largo período de la evolución deportiva, dichos principios se propusieron y compartieron primero en Europa del Este (Matveyev, 1964; Harre, 1973) y después en el oeste (Dick, 1980; Bompa, 1984). Han sucedido grandes cambios en la realidad deportiva desde entonces. No obstante, los consistentes principios específicos del entrenamiento deportivo son una necesidad para la práctica racional. En la versión actualizada del autor aparecen los siguientes principios: especialización, individualización, variedad, interacción de la carga y diseño cíclico del entrenamiento.

Especialización

Los deportes modernos requieren que deportistas muy especializados y altamente motivados consigan el objetivo principal de la preparación a largo plazo, la perfección deportiva. Al menos se pueden resaltar tres aspectos de esta especialización:

- especialización en sociedad;
- especialización en diferentes deportes;

■ especialización en un deporte específico concreto.

La sociedad moderna respeta y da la oportunidad de progresar en diferentes ámbitos. El deporte contemporáneo está reconocido ampliamente como un fenómeno social indispensable en el mundo. Este fenómeno existe en una esfera altamente especializada con intereses, normas, conocimientos e incluso terminología. Todas las personas involucradas en este fenómeno, y particularmente los deportistas de alto nivel y los entrenadores, realizan funciones distintas y muy específicas. Históricamente, el deporte de alto nivel se ha desarrollado como resultado de una especialización social y funcional. De hecho, existe como una rama altamente especializada de la creatividad y la perfección humanas.

La amplia variedad de deportes disponibles permite a los individuos elegir el deporte en que las ambiciones e intereses individuales se correspondan más favorablemente con sus predilecciones personales, físicas y mentales. A diferencia de la educación y la diversión físicas habituales, en las que los aficionados se dedican a diferentes deportes para el entrenamiento multilateral y de competición, el deporte de alto rendimiento requiere concentración en actividades limitadas y altamente especializadas. La situación de hoy en día es relativamente nueva. En la primera fase del desarrollo del deporte olímpico, los deportistas eran capaces de combinar varios deportes. Algunos participaban en los Juegos Olímpicos de Verano como ciclistas y en los Juegos Olímpicos de Invierno como patinadores de velocidad. Los héroes de 1900 a 1924 combinaron el levantamiento de pesas con la lucha, el remo con el esquí, el atletismo y los deportes colectivos. La evolución natural del deporte de competición ha eliminado esta universalidad. El nivel de perfección deseado para una competición satisfactoria se ha convertido en una barrera que sólo pueden superar los deportistas de alto nivel.

El tercer aspecto de la especialización tiene relación con la diferenciación funcional de los eventos y las disciplinas deportivas de un deporte concreto. Ésta es una característica particular e importante para los principiantes y los deportistas jóvenes que tienen que elegir la disciplina más apropiada que se corresponda con su predisposición personal. El ejemplo de dicha especialización es una elección deliberada de una disciplina adecuada dentro de un programa de atletismo como la carrera, el salto, el lanzamiento, etc.

Individualización

Cada deportista es un individuo con su propia combinación de capacidades físicas y mentales que dictan su desarrollo y su progreso deportivos. La obligación del entrenador es tener en cuenta las características individuales de cada deportista. En este sentido se puede emplear la siguiente estrategia de entrenamiento:

- Reconocer y resaltar las capacidades individuales, las características que les dan ventajas sobre otros deportistas.
- Reconocer y posiblemente compensar los inconvenientes individuales, las características que trabajan en contra de ellos en comparación con otros deportistas.
- Encontrar la competición, la disciplina o el estilo individual adecuados en que la combinación específica de mérito-demérito del deportista le permita conseguir los mejores resultados.

Algunas de las características psicofisiológicas que afectan la individualidad de los deportistas se muestran en la tabla 1.8.

Las características personales que se consideran en esta tabla son relevantes para cualquier deporte. Las dos primeras cuestiones tratan el potencial psicofisiológico del deportista. La diferenciación entre "alta adaptación" y "baja adaptación" afecta enormemente la personalidad del deportista. Normalmente los que corresponden al grupo de "baja adaptación" no obtienen buen resultado en la preparación y no pueden alcanzar el nivel deportivo de alto rendimiento. La tolerancia de cargas elevadas varía mucho incluso entre los deportistas de máximo nivel; los mejores atletas no siempre tienen el mayor nivel de tolerancia al estrés físico. En cualquier caso, esta característica afecta mucho la personalidad y la preparación de los deportistas.

La motivación y la autorregulación determinan sustancialmente el estado psicológico del deportista y su estilo individual de comportamiento. Sin embargo, es posible mejorar estas características; se las puede modificar intencionadamente con ayuda de un entrenamiento mental y con un programa de entrenamiento especialmente organizado. La motivación inestable y débil del punto de la autorregulación baja puede convertirse definitivamente

Tabla 1.8.

Características que afectan las particularidades individuales de los deportistas (tabla compuesta del Dr. Boris Blumenshtein).

Características	Límite superior	Límite inferior
Efecto causado por el entrenamiento	Alta adaptación: el entrenamiento durante cierto periodo causa un beneficio extraordinario	Baja adaptación: el entrenamiento durante cierto periodo causa un beneficio menor
Tolerancia general a cargas altas	Alta: el deportista puede entrenar duro y recuperarse rápidamente después de cargas altas.	Baja: el deportista se recupera lentamente después de altas cargas y las evita
Motivación	Estable y bien definida: el deportista está seguro de los objetivos y de la complejidad de la preparación. Orientación para ser un campeón	Inestable y no claramente definida: el deportista a veces pierde la preparación para entrenar duro, no siempre se fija el objetivo
Autorregulación	Alta: el deportista es capaz de percibir correctamente las situaciones y de cambiar adecuadamente su comportamiento y sus esfuerzos, el control emocional es suficiente	Baja: el deportista no siempre percibe la situación correctamente; no puede cambiar adecuadamente el estado psicofisiológico; el control emocional está limitado
Preparación para la cooperación	El deportista está abierto al contacto y la colaboración con el entrenador, compañeros y otros expertos; le gusta el trabajo de "equipo"	El deportista tiene serias limitaciones en la colaboración con el entrenador, los compañeros, etc.; normalmente evita las situaciones que requieran confiar en otros

Posibilidad de concentración	Alta: el deportista es capaz de concentrarse en una tarea concreta y mantener el nivel durante un tiempo	Baja: el nivel de concentración es insuficiente e inestable; el deportista no se puede concentrar en una tarea concreta durante un tiempo prolongado
Confianza	Alta: el deportista no tiene miedo al estrés en el entrenamiento ni en la competición; confía en el camino elegido y en el sistema de entrenamiento y cree en el éxito	Baja: el deportista teme el estrés elevado en el entrenamiento y en la competición; duda de que su preparación sea correcta y satisfactoria

en una barrera insuperable para conseguir la perfección deportiva. La preparación para cooperar depende del ejercicio adecuado, la inteligencia general y las características psicológicas relacionadas con la introversión o la extraversión. Como norma, los extrovertidos son más atentos a la estimación externa y son más dependientes de los factores sociales, y normalmente prefieren el trabajo en "equipo". Los introvertidos están más orientados hacia su propio significado y experiencia, y prefieren trabajar individualmente. Por consiguiente, los deportistas extrovertidos tienden a ser más cooperativos, aunque los introvertidos pueden cambiar su comportamiento para conocer situaciones específicas. Evidentemente, la alta motivación y la autorregulación pueden incrementar la disponibilidad de los introvertidos a cooperar.

Variedad

La variedad de los estímulos del entrenamiento es el resultado del principio de adaptación. Según la norma de la acomodación, cuanto más acostumbrado esté un deportista a un estímulo, menor será su respuesta y, por consiguiente, será menor su estimulación para progresar. Incluso el sentido común dicta un incremento de la variedad del entrenamiento para realizar un programa de entrenamiento más atractivo. No obstante, la natu-

raleza del deporte de alto nivel de hoy en día restringe estrictamente la variedad en el repertorio de ejercicios del entrenamiento. La causa de esta limitación es la especificidad del efecto del entrenamiento, es decir, las particularidades de la transferencia de las capacidades motrices y de las habilidades técnicas. Por ello, como la variedad de la preparación de los deportistas es deseable e importante, se debe conseguir dentro de una continuidad en los medios, formas y métodos de entrenamiento utilizados.

La capacidad de encontrar variaciones en la preparación altamente especializada es un elemento de creatividad en el entrenamiento. No obstante, se puede recomendar algunos enfoques para realizar dichas variaciones (tabla 1.9).

Tabla 1.9. *Fuentes y enfoques para enriquecer la variedad de la preparación de los deportistas.*

Fuentes de variación	Cómo obtener la variedad	Ejemplos
Renovación de los ejercicios	Cambiar usualmente las normas y condiciones de los ejercicios Emplear materiales poco comunes Aligerar o aumentar la carga de los ejercicios	Cambiar el tamaño del campo de juego, el número de jugadores, etc. Cambiar el peso de los discos, las jabalinas, las embarcaciones, etc. Correr cuesta abajo, correr cuesta arriba, ciclismo a rebufo, natación y patinaje
Modificación del método de entrenamiento	Variación en la velocidad (potencia) entre las series y en las secuencias de las series Cambio del número de repeticiones en las secuencias de las series Modificar las condiciones del descanso en y entre las series	Programar series con incrementos y decrementos Combinación de series largas, medias y cortas de un entrenamiento Introducir tareas de baja intensidad, variar la actividad, etc. Utilizar masajes, estiramientos, movilidad articular...

Modificación de la forma de organización	Variación en la lista del equipo Incluir estímulos de competición en el entrenamiento Añadir otros estímulos adicionales	Involucrar a nuevos compañeros Formación de subgrupos de competición, gratificaciones Invitar a los padres, a espectadores, a expertos, a medios de comunicación...
Variación del programa de competición	Participar en competiciones y disciplinas no habituales Competir en otros deportes	Variación de la disciplina en un programa de atletismo Carreras de esquí para remadores, fútbol para corredores o ciclistas
Cambios del programa de recuperación	Enriquecer el repertorio de los medios de recuperación Añadir elementos atractivos a los programas de días libres y vacaciones	Empleo de masajes, hidroterapia, fisioterapia, entrenamiento mental... Turismo, excursiones, discotecas, pesca, montar a caballo, buceo, etc.

Como ya hemos mencionado, la renovación del ejercicio está fuertemente limitada por demandas específicas. No obstante, se puede enfatizar intencionadamente los requerimientos de la fuerza, la velocidad y la resistencia por medio de las medidas adecuadas. Por ejemplo, aligerar y simplificar un ejercicio facilitan una mayor velocidad, el uso de una resistencia adicional demanda una aplicación mayor de fuerza, etc. Asimismo, la modificación de los métodos del entrenamiento hace posible que se concentren en una capacidad motriz específica y que eviten la acomodación excesiva de los ejercicios muy familiares. Para este propósito, se puede variar y modificar todos los componentes de la carga: intensidad (velocidad), número de repeticiones, duración e intervalos de descanso en y entre las series.

El variar las formas de la organización da más posibilidades a los entrenadores para renovar su programa de entrenamiento. Cambiar la lista del equipo ayuda a crear un efecto nuevo; los deportistas con más experiencia pueden simular la actividad de sus compañeros; se puede incrementar

los niveles de concentración y atención. Los estímulos emocionales poco habituales pueden afectar enormemente los niveles de motivación y esfuerzo. Esto se puede lograr introduciendo la competición en los elementos rutinarios, dando gratificaciones al mejor rendimiento, invitando a competidores o espectadores con atractivo emocional y a los medios de comunicación. Todas estas medidas son particularmente relevantes en el período de competición.

La competición es una parte obligatoria de la preparación. Existen dos formas principales de variación: la participación en competiciones o disciplinas adicionales y en otros deportes. Participar en otras competiciones o disciplinas adicionales es muy frecuente en natación y atletismo. Se utiliza mucho, especialmente en el período de preparación para romper la monotonía de la rutina de los ejercicios y hacer un programa más diversificado y atractivo. Competir en otros deportes es también típico del período transitorio y al principio de la temporada. Esto se puede asociar a un programa para la condición física general y es posible adaptarlo a los intereses individuales de los deportistas. Otra posibilidad es utilizar las pruebas en otros deportes para exámenes generales de la condición física. Por ejemplo, las pruebas en las que se corren largas distancias y las de esquí son muy conocidas entre los deportistas de deportes colectivos, de combate y de resistencia. Los exámenes de fuerza con pesas como las sentadillas, el *power clean*, el press de banca y el remo en banco se utilizan generalmente en diferentes deportes.

Es importante tener en cuenta que la aplicación del principio de variedad puede ser diferente en función de la situación. Los factores que afectan esta aplicación son la especificidad deportiva; la edad, el sexo y la experiencia de los deportistas; los recursos financieros del equipo o del club, y otras consideraciones. Hay que tener en cuenta los factores de riesgo y seguridad.

Interacción de la carga

En términos generales, el proceso de entrenamiento se puede expresar como la secuencia de las cargas. La respuesta del deportista a varias sesiones de entrenamiento únicas está determinada por los siguientes factores:

- la influencia del entrenamiento específico,
- la interacción de esta influencia con la de las sesiones de entrenamiento anteriores.

Ciertamente, ambas están determinadas por la sensibilidad de los deportistas a las cargas empleadas. Destaca el hecho de que en el entrenamiento sistemático ninguna sesión de entrenamiento única tiene un efecto especial sobre el deportista; todas las sesiones están siempre relacionadas con las anteriores. Por consiguiente, el presente principio de la especialización del entrenamiento deportivo postula que cada carga que se realiza en una serie con otras cargas interactúa con ellas. Su efecto depende de la influencia de las sesiones anteriores y condiciona la influencia de las sesiones de entrenamiento sucesivas. Esta interacción de la carga es de gran importancia tanto para la planificación del entrenamiento como para su análisis. Los posibles tipos de interacción de las cargas se consideran en la tabla 1.10.

Tabla 1.10. *Diferentes tipos y ejemplos de interacción de la carga de entrenamiento.*

Tipos de interacción	Definición de interacción	Ejemplos
Suma de cargas: positiva	La carga suma los efectos de las cargas precedentes e incrementa la acumulación de los efectos del entrenamiento	Se programa una serie de sesiones de entrenamiento con recuperación completa para conseguir la acumulación de carga deseada
Facilitación de la recuperación: positiva	La carga facilita la recuperación de los entrenamientos precedentes	Un entrenamiento aeróbico de baja carga mejora la recuperación después de un entrenamiento muy intenso de fuerza o de resistencia anaeróbica

Interacción: neutra	La carga anterior no afecta el siguiente entrenamiento	El siguiente entrenamiento se realiza después de una larga recuperación; la influencia de la carga anterior es insignificante
Sobrecarga excesiva: negativa	La siguiente carga sumada a las anteriores causa el agotamiento excesivo	Una serie de entrenamientos con alta carga puede causar fatiga crónica; una alta motivación en este entrenamiento puede ser excesivamente agotadora
Deterioro de la respuesta: negativa	La siguiente carga no es compatible con la anterior; su influencia empeora la respuesta y la adaptación del deportista	Una carga de resistencia agotadora agravaría la recuperación del entrenamiento anterior para la hipertrofia muscular y eliminaría su efecto

No se puede pasar por alto la importancia de la interacción de la carga. De hecho, este factor determina el proceso de adaptación como conjunto y, por ello, tiene una influencia inmediata sobre la eficacia de la preparación de los deportistas. La importancia y la complejidad de este problema son particularmente relevantes para los deportistas de alto rendimiento que normalmente realizan de siete a once entrenamientos por semana. Esto significa que cada entrenamiento se superpone a los efectos residuales de la carga anterior. Además, incluso una serie única de entrenamientos en ciertos deportes puede afectar la combinación de los ejercicios de las diferentes modalidades de entrenamiento. Esta combinación puede explotar interacciones positivas de diferentes cargas; a veces el diseño del entrenamiento ignora este factor y la interacción de la carga negativa es muy complicada. Sin embargo, en general este factor se puede y se debe tener en cuenta (véase capítulo 5).

Diseño cíclico del entrenamiento

Este principio se refiere a los ciclos periódicos del entrenamiento de los deportistas. A lo largo de un período de tiempo, muchos de los componentes

del entrenamiento a largo plazo se repiten periódicamente. Este orden de recopilación de los programas de entrenamiento se denomina *periodización*. Al menos cuatro factores principales determinan estos cambios periódicos en el carácter y el contenido del entrenamiento:

- 1. Carácter cíclico de la naturaleza.** Los ritmos exógenos se encuentran entre los fundamentos de la vida orgánica; las estaciones cambian como lo hacen el día y la noche, determinando todas las actividades biológicas. Los meses y las semanas dividen de forma natural la vida social y económica en ciclos históricos y tradicionales que se incorporan a la vida general. El ritmo vacacional semanal, por ejemplo, es fijo a lo largo de la vida. No hay duda entonces de que todas las actividades biológicas, sociales e industriales están subordinadas a los ritmos exógenos de la naturaleza. Sería raro que el deporte fuera una excepción.
- 2. La adaptación como una ley general.** Como se ha mencionado anteriormente, la ley de la adaptación determina el entrenamiento en general de los deportistas. Según esta ley, los deportistas deberían evitar la acomodación excesiva a las cargas habituales. Los estímulos habituales pierden su eficacia; para regenerar su adaptabilidad, los deportistas deberían tener programas de entrenamiento y regímenes de ejercicios que cambiasen periódicamente. En otras palabras, los programas excesivamente estabilizados y precisados conducen a los deportistas hacia una barrera de adaptación que los fuerza a aumentar drásticamente la magnitud habitual de las cargas para obtener los mismos resultados. Desde este punto de vista, el cambio periódico del programa del entrenamiento es una consecuencia de la ley de la adaptación.
- 3. Compartir las tareas principales.** El entrenamiento profesional en cualquier deporte se caracteriza por su complejidad, su diversidad y su variedad. Las principales tareas del entrenamiento relacionadas con el desarrollo de las capacidades motrices generales y específicas del deporte, las habilidades técnicas y la táctica pueden ser enormes en magnitud y número. Obviamente, todas estas tareas deberían estar sistematizadas y se deberían compartir. Se sabe muy bien, por ejemplo, que algunas habilidades técnicas deberían estar basadas en un nivel de capacidad motriz apropiado. En consecuencia, el entrenamiento básico pre-

cede a a la especialización técnica más específica; con la competición se consigue esta unión y se forman ciclos de entrenamiento. Al repetirse dichos ciclos periódicamente, los deportistas pueden conseguir cumplir todas las tareas anteriores con éxito. Por consiguiente, el diseño cíclico del entrenamiento es la única manera de proporcionar un camino racional para compartir las principales tareas.

- 4. Calendario de competiciones.** Toda preparación deportiva se centra en ciertas competiciones que tienen lugar periódicamente. Las federaciones deportivas nacionales e internacionales, así como el Comité Olímpico Internacional, supervisan la frecuencia y el calendario de las competiciones. Un calendario típico de competiciones incluye pruebas locales y regionales, eventos nacionales e internacionales como copas continentales y mundiales y campeonatos. Así pues, el calendario determina fuertemente la puesta a punto de la preparación de los deportistas y, en consecuencia, los cambios periódicos del programa de entrenamiento. Un ejemplo importante de dicha influencia puede encontrarse en los Juegos Olímpicos: el Comité Olímpico Nacional considera el ciclo cuatrienal de la preparación olímpica como la unidad periódica más importante de la preparación de los deportistas a largo plazo.

Todo lo anterior muestra que las unidades periódicas del entrenamiento, conocidas como ciclos del entrenamiento, deberían conformar la base de la planificación y del análisis. Por consiguiente, el diseño cíclico del entrenamiento es uno de los principios específicos del entrenamiento deportivo. Las unidades periódicas de entrenamiento han sido definidas y empleadas hace tiempo. El profesor Matveyev, de la URSS, realizó una de las primeras presentaciones sistemáticas de los ciclos de entrenamiento a mitad de la década de 1960 (Matveyev, 1977). Los principios básicos de entonces siguen siendo relevantes y útiles actualmente. A pesar de la variedad de los diferentes deportes, disciplinas y competiciones, la periodización cíclica del entrenamiento se usa en cualquier lugar, aunque se han confundido varios conceptos y se han utilizado de diferentes formas que entran en conflicto. La tabla 1.11 muestra una especificación actualizada de la periodización cíclica del entrenamiento.

Tabla 1.11. *Jerarquía y duración de las unidades de la periodización cíclica del entrenamiento.*

Duración en tiempo	Unidades de entrenamiento
Cuatro años: período entre Juegos Olímpicos	Ciclo cuatrienal (olímpico)
Un año o un número de meses	Macro ciclo, puede ser un ciclo anual
Un número de meses como parte de un macro ciclo	Período de entrenamiento
Un número de semanas	Mesociclo
Una semana o un número de días	Micro ciclo
Un número de horas (normalmente más de tres)	Entrenamiento o sesión de entrenamiento
Un número de minutos	Ejercicio de entrenamiento

Merece la pena resaltar que todas las unidades de entrenamiento se relacionan directamente con las partes apropiadas de la planificación, donde el programa de entrenamiento, como producto final de este proceso, se recopila sobre la base del principio cíclico del diseño del entrenamiento.

Resumen

El entrenamiento de los deportistas es el componente principal de la *preparación deportiva* que también incluye la competición y la recuperación. Por otro lado, la *preparación deportiva* contiene preparaciones físicas, técnica, táctica, psicológica e intelectual, las cuales tienen sus propias tareas y particularidades. En este capítulo se exponen los conceptos y conceptos básicos necesarios para el análisis y la programación, es decir, los objetivos, el contenido, los medios y los métodos de entrenamiento.

Los principios de la adaptación relacionados con el entrenamiento aclaran el proceso fundamental de la adaptación de los deportistas a las cargas del entrenamiento. Para recapitular, los tres factores generalizados –magnitud del estímulo, especificidad del ejercicio y acomodación del deportista– determinan las respuestas del entrenamiento y de la adaptación. La magnitud del estímulo se regula mediante el volumen del entrenamiento, la intensidad del entrenamiento y la adaptación a los nuevos ejercicios. Estos tres componentes de la carga son especialmente importantes para aclarar el **principio de sobrecarga**, que postula que la ganancia de condición física requiere cierta magnitud del estímulo para sobrepasar el nivel acostumbrado. El principio de especificidad de la adaptación del entrenamiento destaca la transferencia de los resultados del entrenamiento de una tarea (ejercicio secundario) a otra (ejercicio principal). Existe una transferencia de habilidades técnicas que es extremadamente importante para el perfeccionamiento de los movimientos, y la transferencia de las capacidades físicas del entrenamiento determina el efecto de cualquier programa de condición física. La acomodación, como un principio de adaptación del entrenamiento, tiene relación con el incremento del potencial de trabajo, donde el deportista consigue niveles mayores de rendimiento deportivo, y la disminución de las reacciones de los deportistas a una carga física constante, permitiéndoles responder a las cargas estandarizadas de forma más económica.

El ciclo de supercompensación como el mecanismo más importante para la mejora de la condición física deportiva aclara el proceso del entrenamiento en relación con la interacción entre la carga, la fatiga y la recuperación. El principio de supercompensación se desarrolló con respecto a un entrenamiento y a una serie de entrenamientos. De acuerdo con este principio, la

carga o la suma de varias cargas provocan una fase de fatiga y recuperación con una fase posterior de aumento del potencial de trabajo (fase de supercompensación), la cual se puede utilizar para aplicar nuevos estímulos y para preparar el siguiente paso de la evolución. A pesar del número de limitaciones y condiciones, el principio de supercompensación sigue siendo básico en la teoría del entrenamiento.

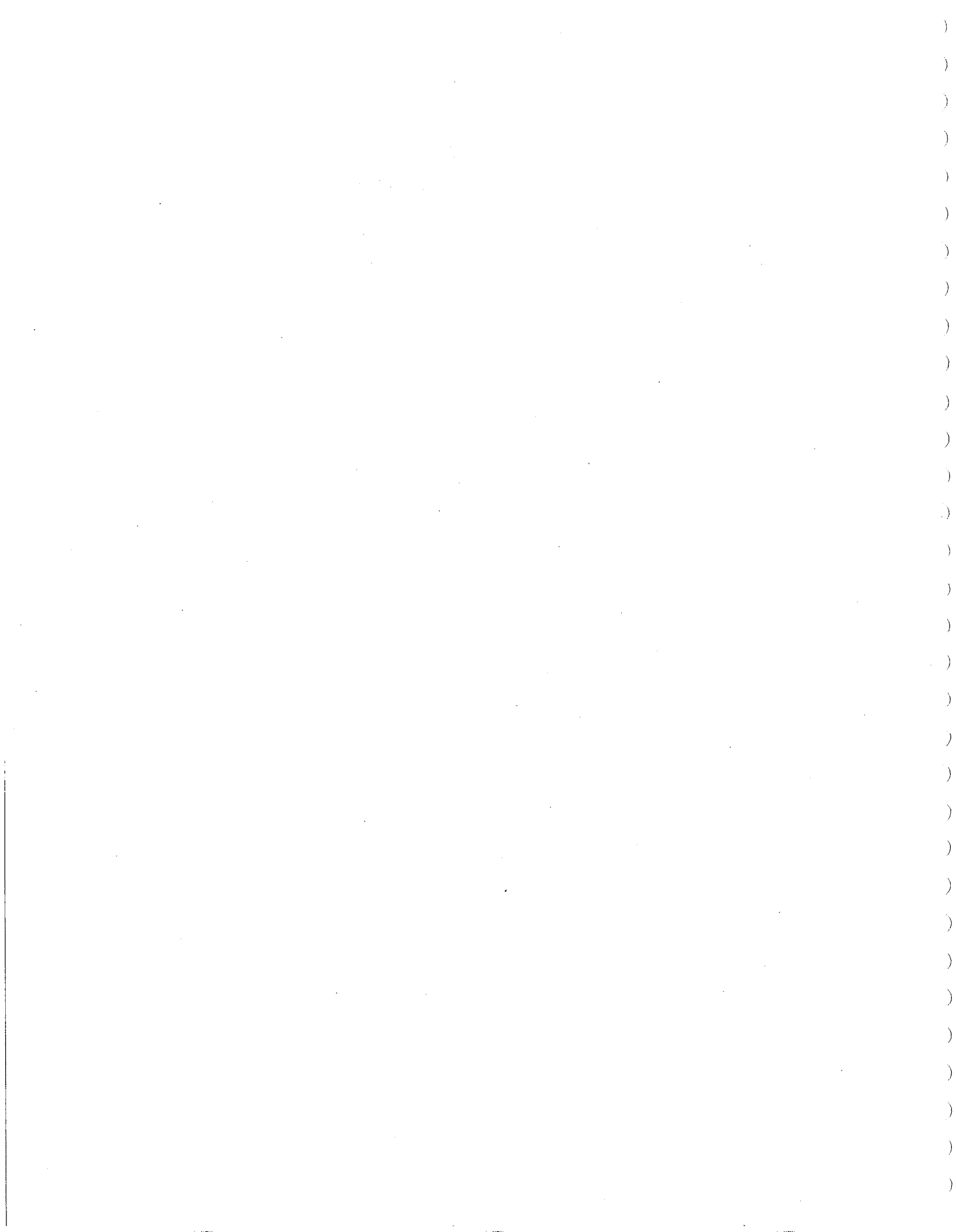
Se muestra una versión actualizada de los principios específicos del entrenamiento deportivo: (1) el principio de la especialización se relaciona con los aspectos sociales, la selección de un deporte específico para una mayor perfección y la determinación de las prioridades específicas de la competición; (2) el principio de individualización se refiere a las características psicofisiológicas de los deportistas; (3) el principio de la variedad trata las fuentes y particularidades de la variación de los estímulos del entrenamiento; (4) el principio de la interacción de las cargas tiene relación con los impactos positivos, neutros y negativos de la continuidad de las sesiones de entrenamiento, y (5) el principio del diseño cíclico del entrenamiento se corresponde y apoya la idea general de la periodización del entrenamiento.

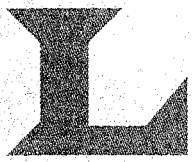
Bibliografía

- Bangsbo, J. (1994). *Fitness training in football – a scientific approach*. Bagsvaerd, HO and Storm ["Entrenamiento de la condición física en el fútbol. Traducción: Josep Padró Umbert. 1ª ed. Barcelona, Paidotribo (1997)].
- Bompa, T. (1984). *Theory and methodology of training – The key to athletic performance*. Boca Raton, FL, Kendall/Hunt ["Periodización: teoría y metodología del entrenamiento". Traducción: Assumpta Enseñat y Alfonso Blanco. Barcelona, Hispano Europea (2003)].
- Dick, F. (1980). *Sport training principles*. London, Lepus Books.
- Harre, D. (Ed.). (1973). *Trainingslehre*. Berlin, Sportverlag.
- Harre, D. (Ed.). (1982). *Principles of sport training*. Berlin, Sportverlag.
- Jakovlev, N.N. (1977). *Sportbiochemie*. Leipzig, Sportverlag.
- Maglischo, E.W. (1992). *Swimming even faster*. Mountain View, California, Mayfield Publishing Company ["Nadar más rápido: tratado completo de natación". Traducción: Lluís Santacana i Faralt. 4ª ed. Barcelona, Hispano Europea (1999)].
- Matveyev, L.P. (1964). *Problem of periodization the sport training*. Moscow, Fizkultura I Sport.
- Matveyev, L.P. (1981). *Fundamental of sport training*. Moscow, Progress Publishers.
- Selye, H. (1950). *The physiology and pathology of exposure to stress*. Montreal, Medical Publisher ["Fisiología y patología de la exposición al estrés (sufrimiento): tratado basado en los conceptos del síndrome general de adaptación." Versión española del Dr. J. Morros Sardá. Barcelona, Editorial Científico Médica, Ariel (1954)].
- Viru, A. (1995). *Adaptation in sports training*. Boca Raton, CRC Press, 1995.
- Zatsiorsky, V.M. (1995). *Science and practice of strength training*. Champaign, IL, Human Kinetics.



**EFFECTOS DEL
ENTRENAMIENTO**





Los resultados obtenidos en las sesiones de entrenamiento son los *efectos del entrenamiento*, las respuestas a corto y largo plazo de los deportistas a las cargas del entrenamiento. Los efectos deberían ser de especial interés entre los entrenadores y los deportistas, quienes deberían conocer los efectos provocados por una serie de entrenamientos, un ciclo de entrenamientos o períodos de entrenamientos más prolongados. El objetivo de este capítulo es resumir los conceptos de los efectos del entrenamiento y tenerlos en cuenta para un mayor conocimiento, una planificación más detallada y un control del entrenamiento.

EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO: VISIÓN GENERAL

Los efectos del entrenamiento difieren en cuanto a la duración del ejercicio y las consecuencias producidas al completar el entrenamiento. Los tipos y las particularidades de los efectos del entrenamiento se muestran en la tabla 2.1.

Los efectos del entrenamiento se caracterizan por: a) las respuestas de los deportistas a las cargas; b) los cambios del estado de los deportistas producidos por el entrenamiento (capacidad de trabajo, economización de la respuesta del cuerpo), y c) ganancias en los indicadores deportivos específicos (resultados del rendimiento, logros personales) causados por el entrenamiento. En la figura 2.1 se establecen las relaciones entre los diferentes tipos de efectos del entrenamiento. Las principales relaciones son las siguientes:

- los efectos agudos de varios ejercicios se transforman en el efecto inmediato del entrenamiento de una sesión de entrenamiento o de un día de entrenamiento;
- los efectos inmediatos del entrenamiento de una serie de entrenamientos se suman para producir el efecto acumulativo del entrenamiento;
- el efecto acumulativo del entrenamiento determina la preparación del deportista y su rendimiento deportivo.

Tabla 2.1.**Efectos del entrenamiento (basado en Zatsiorsky, 1995).**

Tipos	Definición	Ejemplos
Efecto agudo	Cambios del estado del cuerpo provocados durante la ejecución del ejercicio	Aumento de la frecuencia cardíaca, acumulación de lactato en sangre, reducción de la fuerza durante un ejercicio debido a la fatiga, etc.
Efecto inmediato	Cambios del estado del cuerpo que resultan de una sesión de entrenamiento y/o de un día de entrenamiento	Aumento de la frecuencia cardíaca en reposo, del nivel de urea y/o CPK en sangre, cambio de la fuerza de agarre, salto de altura, etc.
Efecto acumulativo	Cambios del estado del cuerpo y del nivel de las capacidades motrices y técnicas como consecuencia de una serie de entrenamientos	Consumo máximo de oxígeno y/o aumento del umbral anaeróbico; ganancia de fuerza, resistencia, etc.; aumento del rendimiento máximo
Efecto retardado	Cambios del estado del cuerpo y del nivel de las habilidades motrices y técnicas obtenidas tras un intervalo de tiempo concreto después de un programa de entrenamiento específico	Aumento de la fuerza explosiva dos semanas después del cese del programa de entrenamiento de fuerza-potencia con concentración de las cargas
Efecto residual	Retención de los cambios del estado corporal y de las habilidades motrices después del cese de un entrenamiento tras un período de tiempo concreto	Retención del aumento del nivel de fuerza máxima un mes después del cese de un programa de entrenamiento especializado

Además, hay dos subtipos específicos:

- los efectos retardados del entrenamiento, que se deben a la transformación retardada del estímulo del entrenamiento en el cambio del rendimiento;
- los efectos residuales del entrenamiento, relacionados con el período durante el cual el aumento de la capacidad física se mantiene cerca del nivel conseguido inmediatamente después del cese del entrenamiento específico.

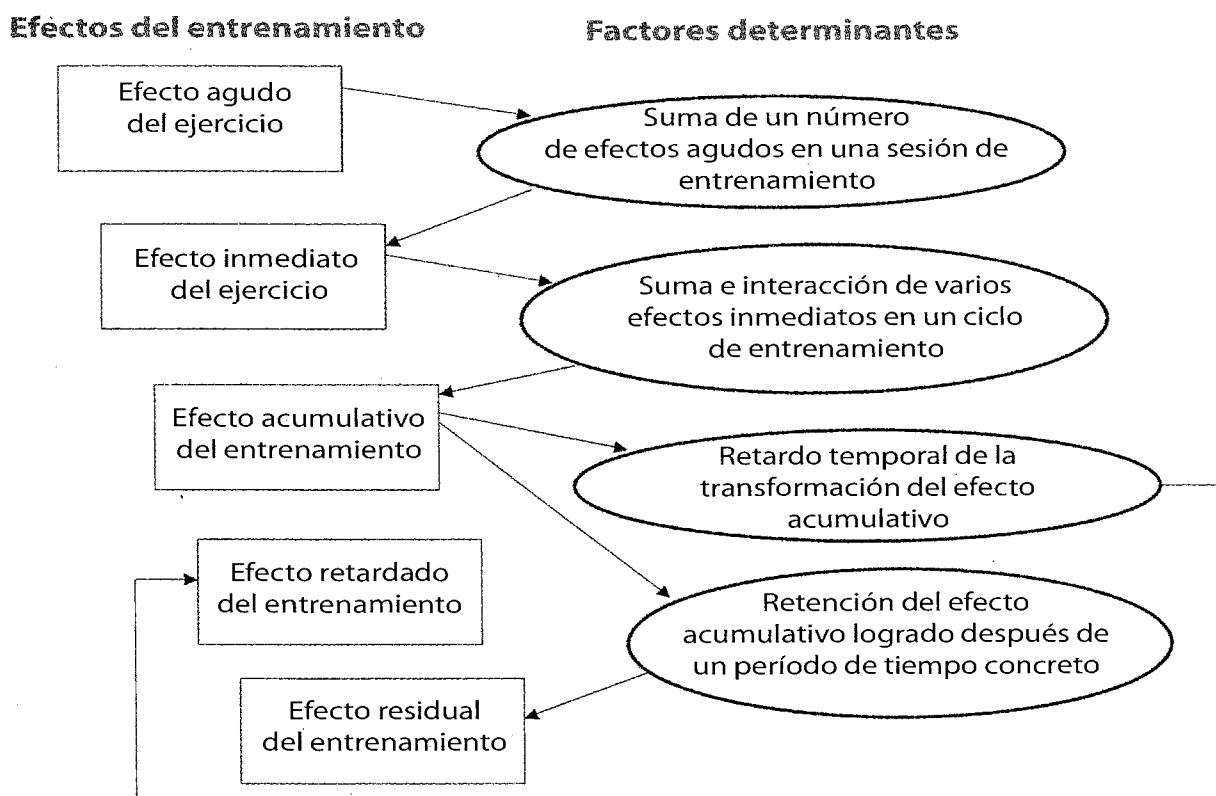


Figura 2.1. Interacción entre los efectos del entrenamiento y sus factores determinantes.

Más adelante, en este capítulo, analizamos las interacciones entre los efectos del entrenamiento después de una detallada exposición de cada uno de los efectos individuales.

EFEECTO AGUDO DEL ENTRENAMIENTO

Como ya se ha mencionado, los efectos agudos del entrenamiento son los cambios del estado de los deportistas producidos cuando realizan cierta actividad física. Los efectos agudos pueden caracterizarse con dos tipos de indicadores:

- los indicadores de la carga del entrenamiento (número de repeticiones, longitud, número de arrancadas, combates, saltos, lanzamientos, etc.) que tienen como objetivo las capacidades específicas del deporte;
- las variables fisiológicas que caracterizan la repuesta de los deportistas a las cargas realizadas como el lactato en sangre (LS), la frecuencia cardíaca (FC), la tensión arterial, la respuesta galvánica de la piel (RGP), la escala del esfuerzo percibido (EEP), por ejemplo, de acuerdo con la escala de Borg (Borg, 1973), el cambio de temperatura corporal, la intensidad de la sudoración y/o el consumo de oxígeno (en condiciones de laboratorio).

El primer grupo de indicadores se ha utilizado ampliamente durante años, especialmente en los deportes mensurables, aunque también se ha utilizado en los deportes no mensurables. El segundo grupo de indicadores necesita instrumentos apropiados (por ejemplo, un reloj que registre la FC (Polar, Suunto), analizadores del LS, etc.), que son cada vez más populares entre los profesionales de muchos deportes. El control informatizado del estado de los deportistas proporciona a los entrenadores un control más exacto de los efectos agudos del entrenamiento. Estas tecnologías avanzadas facilitan la regulación de los niveles de carga física basadas en la FC y el LS, y del estrés emocional mediante la RGP y la EEP.

Efecto agudo del entrenamiento calculado con indicadores deportivos específicos

La monitorización de las características deportivas específicas permite a los entrenadores regular el ratio dosis-respuesta y facilita la consecución

del efecto agudo del entrenamiento deseado. Por ejemplo, es extremadamente importante medir la velocidad o el rendimiento en el tiempo de los ejercicios para desarrollar la velocidad máxima. Una dosis óptima de estos entrenamientos está condicionada por el número de repeticiones (carreras, largos, combates, etc.) realizadas a la velocidad que más se acerca al máximo individual.

Estudio de caso. Un equipo de futbolistas profesionales realizó ejercicios típicos para mejorar la velocidad máxima; diez repeticiones de 20 metros de conducción con 5 toques de balón realizados a máxima velocidad; los intervalos de descanso entre ejercicios eran de 1,5 minutos. El mejor valor de rendimiento se logró en la tercera repetición; el nivel más cercano al rendimiento máximo se mantuvo hasta la séptima repetición (figura 2.2). Otros ejercicios fueron más lentos, con una diferencia inferior a 0,4 segundos (10%). Esto significa que la dosis programada para todo el equipo era excesiva. La dosis individual debería variar entre seis y ocho repeticiones basándose en los resultados del rendimiento (Mark Tunis, comunicación personal, 2005).

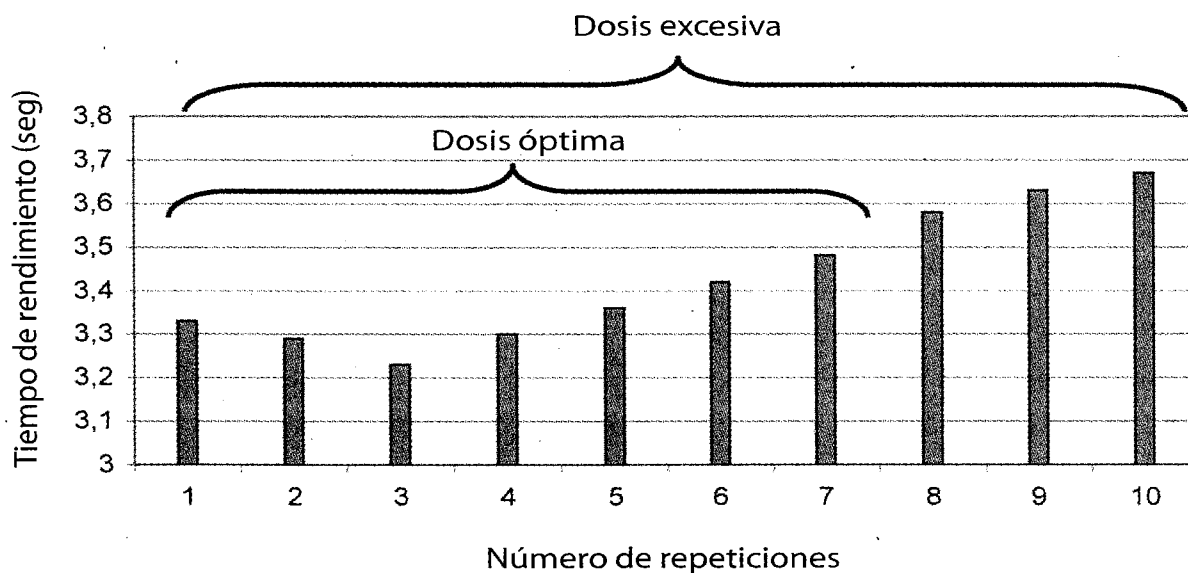


Figura 2.2.

Tendencia del rendimiento en las series de un entrenamiento interválico de velocidad máxima de futbolistas cualificados (Mark Tunis, comunicación personal, 2005).

Se puede ilustrar otro ejemplo sobre cómo la información específica del deporte hace posible que se encuentre el efecto agudo óptimo en el entrenamiento de resistencia. Se puede controlar el efecto agudo de ejercicios de resistencia prolongada monitorizando la velocidad media y la frecuencia de movimientos durante la ejecución del entrenamiento. Los entrenadores normalmente prescriben las velocidades que los deportistas deberían mantener durante el ejercicio. La indicación a tiempo real de la frecuencia de movimientos facilita el reconocimiento de la fatiga temprana, admisible y excesiva basándose en los datos del efecto agudo deseado que se puede obtener. Veamos las posibles relaciones entre la velocidad y la frecuencia de movimientos como resultado de la regulación del efecto agudo (tabla 2.2).

Tabla 2.2.

Efecto agudo del entrenamiento calculado mediante la velocidad y la frecuencia de movimientos (FM) durante el entrenamiento de resistencia.

Fase	Relaciones entre velocidad y la FM	Comentarios
Rendimiento estable	Se mantienen la velocidad y la FM al mismo nivel	Técnica estable del movimiento La duración del ejercicio es apropiada para un entrenamiento interválico
Fatiga moderada	Se mantiene al mismo nivel la velocidad Aumenta ligeramente la FM	La duración del ejercicio es apropiada para un entrenamiento aeróbico de resistencia
Fatiga fuerte	Se mantiene al mismo nivel la velocidad Aumenta sustancialmente la FM	La duración del ejercicio es apropiada para un entrenamiento anaeróbico o mixto
Fatiga excesiva	Descenso de la velocidad, la FM aumenta o disminuye	No es apropiado para un entrenamiento objetivo

El ejercicio continuo con velocidad constante se puede subdividir en cuatro fases (Farfel, 1976).

La primera fase es la más prolongada. Durante ella el deportista mantiene la velocidad planificada y la FM estable, mostrando el patrón técnico habitual. Esta fase puede durar una hora o incluso más si la intensidad del ejercicio está por debajo del umbral anaeróbico, y puede continuar entre 15 y 40 minutos cuando la intensidad está en el nivel del umbral anaeróbico (los corredores de maratón pueden mantener dicha intensidad durante más tiempo). Sin embargo, cuando la intensidad del ejercicio sobrepasa el umbral anaeróbico, la duración de esta fase disminuye.

La segunda fase se caracteriza por el mantenimiento de la velocidad a un nivel estable y un aumento moderado de la FM. Este patrón indica una reducción de la aplicación de la fuerza, que se compensa por un aumento apropiado de la FM. La duración de esta fase varía desde 30 segundos hasta 3-5 minutos y depende de la intensidad del ejercicio. Esta fase se puede explotar eficazmente con ejercicios que aumenten la resistencia aeróbica. En este caso, los deportistas consiguen el nivel del umbral anaeróbico, estimulando así el aumento de la "velocidad aeróbica".

La tercera fase se caracteriza por el mantenimiento de la velocidad proporcionado por un aumento pronunciado y excesivo de la FM. Esta respuesta indica una reducción drástica de la aplicación de la fuerza, que se compensa con una FM mayor y a veces con un deterioro de la técnica. Normalmente, esta fase nos conduce a una enorme activación del metabolismo anaeróbico, además de una acumulación de LS; su duración suele variar entre 30 y 60 segundos. Esta fase no es deseable en los entrenamientos de resistencia aeróbica porque activa el metabolismo anaeróbico y tiene un efecto perjudicial sobre la carga aeróbica que le precede. No obstante, se puede desarrollar con ejercicios aeróbicos y anaeróbicos, en los que el aumento final del LS pueda ser deseable y planificado.

La cuarta fase indica la incapacidad del deportista para mantener la velocidad anterior a pesar de los esfuerzos extremos. Un aumento de la FM indica el intento por evitar el descenso de la velocidad, y una reducción de la FM demuestra el fracaso de dicho intento. Debería evitarse esta fase de exceso de fatiga y, como norma, excluirse del entrenamiento y de la competición.

Efecto agudo del entrenamiento calculado con variables psicofisiológicas

El control de las variables psicofisiológicas permite reducir los niveles de estrés físico y emocional y, simultáneamente, la obtención del efecto agudo deseado del entrenamiento. Los monitores de la FC y del LS son instrumentos ampliamente utilizados que ayudan a controlar eficazmente los niveles metabólicos de las cargas realizadas.

Estudio de caso. Un kayakista altamente entrenado realiza un entrenamiento interválico progresivo: tres series de tres ejercicios de 1 minuto y 1 minuto de descanso; los intervalos de descanso entre series fueron de 5 minutos. El aumento de la carga se controló por la FC medida por el entrenador. El efecto agudo del entrenamiento se calculó por la FC medida constantemente y por el LS obtenido durante el tercer minuto después de cada serie (figura 2.3.). Los datos obtenidos revelan que el estrés físico aumentó progresivamente durante el ejercicio y alcanzó un nivel que indica una movilización pronunciada de aporte de energía anaeróbica, como se había planeado. Además, la regulación de la carga durante el ejercicio fue lo suficientemente eficaz y el deportista fue capaz de obtener respuestas cada vez mayores (Issurin, Timofeev y Zemliakov, 1989).

A diferencia del entrenamiento de la preparación física, en el que los deportistas se centran en el desarrollo de las capacidades motrices, los entrenamientos técnico y tecnicotáctico a menudo se desarrollan con estrés emocional que produce un efecto agudo específico. El enfoque universal en la práctica para evaluar el estrés emocional está basado en la medición de la RGP, cuyos niveles normales son muy individuales. La excitación emocional causa un descenso del valor de la RGP. Un aumento indica fatiga emocional típica de los entrenamientos intensos y prolongados. Por ello, las tareas que requieren una mayor excitación (ejercicios de velocidad máxima, esfuerzos explosivos, etc.) pueden controlarse eficazmente por medio de la RGP.

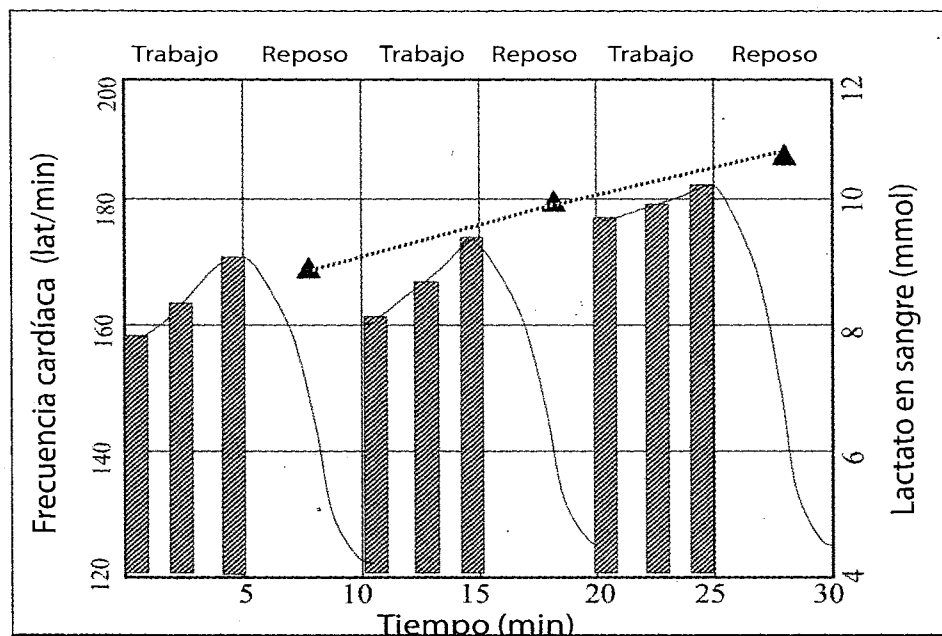


Figura 2.3. *Efecto agudo del ejercicio intermitente en el kayak: tres repeticiones de 60 segundos con 60 segundos de descanso; carga progresiva; tres series de 5 minutos con intervalos de recuperación; el efecto agudo se calcula según la FC y la acumulación del LS (basado en Issurin, Timofeev y Zemliakov, 1989).*

Programación del efecto agudo del entrenamiento

¿Es realmente posible controlar los efectos agudos del entrenamiento? En otras palabras: ¿son predecibles y controlables las respuestas de los deportistas a los entrenamientos? La respuesta es: no siempre y no completamente. La siguiente cuestión es: ¿cómo podemos hacer que las respuestas

Estudio de caso. Los valores de la RGP se midieron en jugadores de baloncesto altamente cualificados durante un entrenamiento de estrés elevado. El estrés emocional aumentó progresivamente durante el calentamiento y la ejecución de los ejercicios tecnicotácticos. Esto se reflejó en el descenso de la RGP (figura 2.3). El partido de entrenamiento (primera mitad) provocó un

estrés emocional máximo que se redujo durante el descanso y aumentó de nuevo al principio de la segunda mitad. Sin embargo, este nivel de excitación emocional no se mantuvo hasta la finalización del partido, y los aumentos de la RGP indicaron fatiga emocional pronunciada. La vuelta a la calma causó un mayor descenso del estrés emocional, que alcanzó niveles normales al final del entrenamiento. Se puede suponer que el efecto agudo de dicho entrenamiento podría haber sido mayor si el entrenador hubiera sido capaz de mantener la excitación emocional cerca del máximo (para el nivel de este partido) durante un periodo de tiempo más prolongado (Dr. Boris Blumenshtein, comunicación personal, 2004).

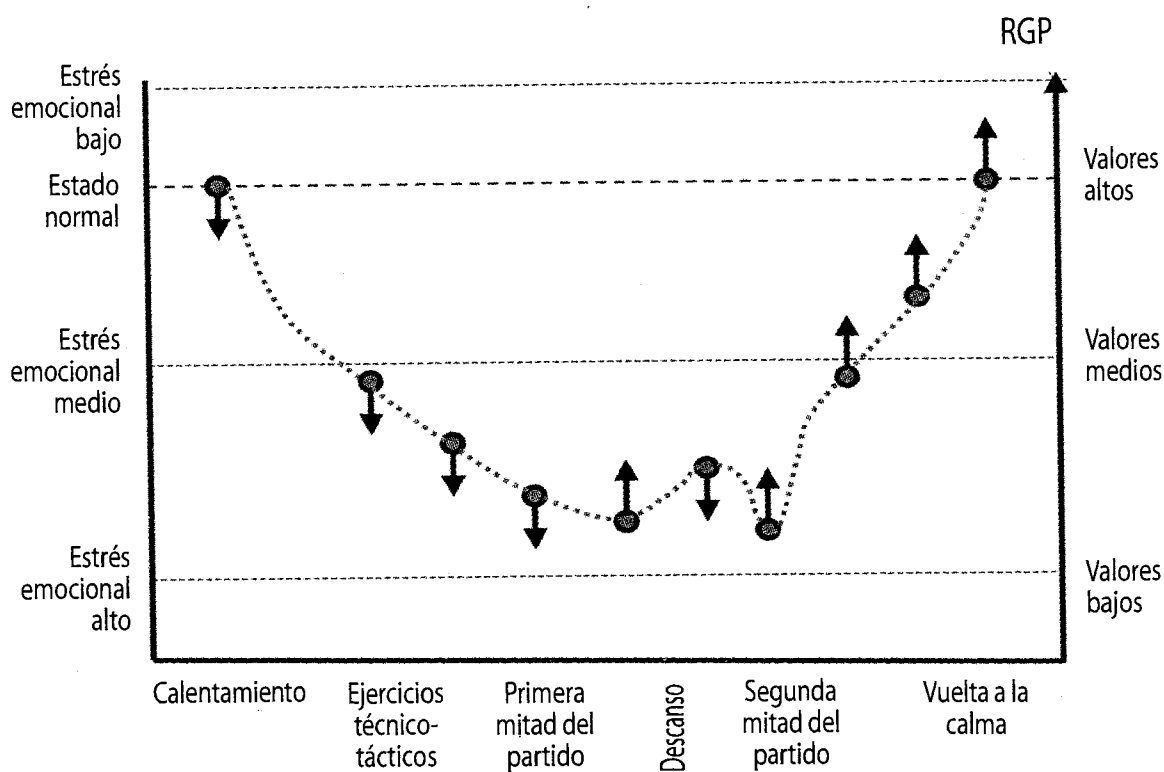


Figura 2.4. *Tendencia de la RGP como indicador del estrés emocional durante un entrenamiento con estrés elevado de jugadores de baloncesto (Dr. Boris Blumenshtein, comunicación personal, 2004).*

de los deportistas sean más predecibles? Es obvio que ahora no se puede conseguir el control absoluto en cada entrenamiento, pero se desea y es posible algún progreso en esta dirección. Muy a menudo, los entrenadores piensan que los deportistas experimentados no necesitan una explicación especial sobre las tareas antes de ejecutarlas, ni una evaluación después del ejercicio. Los deportistas no siempre reciben consejos claros y concisos durante los ejercicios que puedan estimular su rendimiento motor. No obstante, formular los objetivos e intercambiar información sistemáticamente con un deportista (un algoritmo programado) facilita la obtención de los efectos agudos deseados del entrenamiento. La tabla 2.3 muestra un ejemplo de dicha programación.

Una programación del efecto agudo del entrenamiento presupone un número de operaciones que especifiquen el objetivo, las condiciones del rendimiento, las demandas específicas, el control del rendimiento y la evaluación después del ejercicio. La operación inicial consiste en establecer el objetivo del ejercicio, que se debería transmitir a los deportistas de forma clara y concisa. Es probable que los deportistas sepan qué rendimiento se espera. Las condiciones relevantes del rendimiento se deberían determinar y especificar utilizando indicadores objetivos y cuantitativos, como la velocidad programada, la frecuencia de movimientos (FM), la FC esperada, etc. Es importante centrar a los deportistas en una o dos demandas específicas (ya que no pueden controlar más de dos) que sean de especial prioridad para algunos de ellos. Por ejemplo, se puede pedir a un deportista que mantenga en su mente un único detalle técnico importante (como una salida efectiva o una relajación en la fase de recuperación), una tarea táctica especial (como un inicio acentuado, un rendimiento uniforme) u otra demanda específica del deporte. Usando los instrumentos apropiados para controlar el rendimiento actual, los entrenadores pueden corregir el comportamiento de los deportistas y eliminar errores. Los comentarios oportunos ayudan a mantener una alta motivación para lograr un mejor rendimiento. Los autoinformes después del ejercicio pueden mejorar la cooperación entre el entrenador y los deportistas y fomentar el autocontrol de éstos. La evaluación final debe ser específica y limitarse a una o dos frases. Es probable que esta conclusión tenga un impacto emocional positivo.

Tabla 2.3.**Programación del efecto agudo del entrenamiento.**

Operación	Ejemplo	Comentario
Establecer el objetivo	Desarrollo de velocidad máxima	Este es el ejercicio más importante de un entrenamiento
Determinar las condiciones del rendimiento	Relación entre el ejercicio y el descanso, número de repeticiones y series, niveles de velocidad, condiciones del descanso	Explicación clara y concisa, son deseables los indicadores objetivos mensurables
Centrarse en las demandas (individuales) específicas	Índice de frecuencia de movimientos esperado, tareas técnicas y/o tácticas	Se resaltan las demandas de especial importancia
Control del rendimiento	Control visual e instrumental, corrección del rendimiento, motivación	Dar la información más importante que afecta al rendimiento en curso
Obtener un autoinforme	El deportista examina las reservas de su rendimiento	Esta operación no siempre es necesaria
Evaluación	Correspondencia con las demandas, comentarios individuales	Es deseable una conclusión emocional positiva

EFEECTO INMEDIATO DEL ENTRENAMIENTO

Como se ha definido antes (tabla 2.1), el efecto inmediato del entrenamiento es el conjunto de los cambios del estado corporal inducidos por una sesión o por un solo día de entrenamiento. El efecto inmediato del entrenamiento surge como resultado de la suma de los efectos agudos de los ejercicios. Como norma, una sesión y un solo día de entrenamiento en deportistas de alto rendimiento incluyen una o dos capacidades dominantes. La razón es que los deportistas no pueden responder a muchos estímulos que actúen simultáneamente con muchos objetivos. No obstante, las sesiones de entrenamiento de deportistas de nivel bajo y medio pueden tener contenidos más diversos. Por consiguiente, el efecto inmediato del entrenamiento puede ser más *selectivo* cuando se concentra en una capacidad específica, o más *complejo* y combinado si las cargas se orientan en diferentes direcciones.

Indicadores del efecto inmediato del entrenamiento

La evaluación del efecto inmediato del entrenamiento es una parte esencial de su rutina. Normalmente, la evaluación del entrenador se basa en una estimación subjetiva del rendimiento, los resultados de las diferentes mediciones (tiempo de rendimiento, FC, etc.) y los signos visibles de fatiga y la preparación para los siguientes entrenamientos (tabla 2.4).

Veamos los datos que se muestran en la tabla 2.4. Los indicadores específicos del deporte de las cargas ejecutadas ofrecen una información objetiva primordial. De hecho, todas las mediciones de la respuesta del deportista tienen valor como reacción al estímulo del entrenamiento. Muy a menudo, la cantidad total de los ejercicios realizados (kilometraje total, número de levantamientos de peso, lanzamientos, etc.) dan una última estimación: el deportista completó la carga de trabajo planeada.

La evaluación de las **respuestas subjetivas** de los deportistas es la manera más sencilla, barata e informativa de valorar los efectos inmediatos del entrenamiento. Las estimaciones subjetivas más empleadas suelen tener relación con el sueño, el apetito, la actividad general y la voluntad de en-

Tabla 2.4. *Indicadores del efecto inmediato del entrenamiento.*

Características	Indicadores
Cantidad total ("volumen") de carga de entrenamiento por sesión/día	Kilometraje total, kilometraje de la intensidad de los ejercicios; número de levantamientos de pesos, lanzamientos, acrobacias; tiempo neto de los juegos con balón, etc.
Respuesta subjetiva del deportista	Suño, apetito, actividad general, dolor muscular, nivel de fatiga, voluntad de entrenar, etc.
Respuesta del deportista medida objetivamente	FC en reposo al despertarse por la mañana; resultados de los análisis bioquímicos, urea sanguínea y CPK después de un día de trabajo; cambios en los resultados de las pruebas (fuerza de agarre, salto de altura, etc.); peso del cuerpo, etc.
Estimación pedagógica del entrenador	Correspondencia con el trabajo realizado en el programa de entrenamiento; se corresponde completamente, se corresponde generalmente, lejos de completarse, fracaso de la programación diaria

entrenar. El dolor muscular no se emplea muy a menudo para la autovaloración. Sin embargo, aparece con frecuencia después de grandes cargas o de la yuxtaposición de varios entrenamientos. El dolor muscular de aparición tardía es particularmente fuerte después de varios tipos de ejercicios, especialmente los que tienen un componente excéntrico pronunciado, como correr cuesta abajo, los ejercicios de frenadas y aterrizajes en el suelo, los *drop jumps*, etc. Incluso el peso corporal puede ser un indicador relevante, particularmente en los deportes que se dividen por categorías de peso.

Se han adoptado diversas **variables objetivas** de la respuesta de los deportistas en diversos deportes, siendo los indicadores más usados del efecto inmediato del entrenamiento la FC en reposo, la urea sanguínea y la CPK. La FC en reposo es uno de los modelos más sencillos aceptados y prácticos para el control de los deportistas. El nivel de la FC basal se debe obtener de un deportista que haya descansado bien en una cama inmediatamente después de dormir toda la noche. Una FC que corresponda al nivel basal o aumente menos de 6 latidos por minuto (lat/min) indica una recuperación. Si la FC aumenta más de seis pero menos de 10 lat/min, esto normalmente refleja una adaptación suficiente, pero también una fatiga considerable. Un aumento de más de 16 lat/min indica una fatiga excesiva y debería servir como un signo de alarma.

La urea sanguínea o la creatinfosfocinasa (CPK) se suelen medir con muestras de sangre obtenidas de los deportistas antes del desayuno y después de 12 horas de ayuno. La urea sanguínea se emplea para estimar la fatiga metabólica y la recuperación metabólica. Sirve como indicador del metabolismo de las proteínas y aumenta particularmente después de ejercicios de resistencia de larga duración o con cargas de fuerza de alta intensidad (Virus y Virus, 2001). Durante mucho tiempo este indicador se utilizó especialmente en deportes de resistencia para prevenir el sobreentrenamiento. La CPK, como enzima de la sangre, refleja el nivel de degradación del tejido muscular, lo cual es particularmente adecuado para los deportes de lucha y para los ejercicios de fuerza explosiva como los lanzamientos, los saltos y los lanzamientos de peso. Por otro lado, el daño considerable que sufren las fibras musculares durante una maratón también provoca el aumento del nivel de CPK (Wilmore y Costill, 1993). Comparada con otros indicadores, la CPK es extremadamente variable. Después de unos ejercicios de alta intensidad o de lucha, sus niveles pueden alcanzar tres o cuatro veces los valores básicos.

Aparte de los indicadores fisiológicos mencionados, hay varias variables que indican la respuesta de los deportistas en cuanto a los sistemas neurofisiológicos y sensoriales. Por ejemplo, se puede medir la reproducción del tiempo y la diferenciación de la fuerza para evaluar las reacciones neurofisiológicas inducidas por un entrenamiento de alta coordinación que incluye el aprendizaje y el perfeccionamiento de las habilidades técnicas.

La estimación pedagógica del entrenador es la última característica, pero no por ello menos importante, para evaluar el efecto inmediato del entrenamiento.

Control del efecto inmediato del entrenamiento

El empleo de indicadores científicos objetivos facilita una evaluación y un control mejores de los efectos inmediatos del entrenamiento. Al mismo tiempo, el uso de simples indicadores prácticos puede mejorar la calidad del entrenamiento (tabla 2.5).

En conclusión, el efecto inmediato del entrenamiento incorpora muchos cambios interdisciplinarios y multilaterales del estado corporal del deportista. Estos cambios afectan la forma deportiva y la sensibilidad a las cargas

Tabla 2.5. *Escala de cuatro componentes para controlar los efectos inmediatos del entrenamiento.*

Componente	Puntos	Explicación del estado de evaluación
FC en reposo después de una noche de sueño	4	La FC aumenta 0-6 lat/min
	3	La FC aumenta 7-10 lat/min
	2	La FC aumenta 11-16 lat/min
	1	La FC aumenta más de 16 lat/min
Estado de fatiga recuperación	4	Recuperación completa, falta de fatiga
	3	Recuperación suficiente, ligeramente fatigado
	2	Recuperación parcial, fatiga sustancial
	1	Recuperación mala, muy fatigado
Voluntad para entrenar	4	Fuerte voluntad para entrenar
	3	Voluntad media para entrenar
	2	Baja voluntad para entrenar
	1	Falta de voluntad para entrenar

Valoración por el entrenador de un día de entrenamiento	4	Se corresponde completamente con el programa del día
	3	Se corresponde casi totalmente con el programa del día
	2	No se corresponde lo suficiente con el programa del día
	1	Fracaso del programa del día
Puntuación total	4-16	Evaluación integradora del entrenamiento del día

Estudio de caso. Se controló el efecto inmediato del entrenamiento durante una concentración de 20 días de deportistas de alto nivel (remadores de kayak y canoa). Se valoraba cada día según la escala de los cuatro componentes. Cada mañana los deportistas midieron su FC en reposo en la cama después de dormir toda la noche. Después, en el vestíbulo del hotel, completaron los formularios de autovaloración, en los que se les pedía que evaluaran su "estado de fatiga-recuperación" y "su voluntad para entrenar". El entrenador daba su evaluación integradora de la sesión del día anterior. La escala completa de evaluación de los cuatro elementos proporcionaba una evaluación total del entrenamiento del día anterior. Después de unas instrucciones preliminares y su aprobación, el procedimiento de evaluación de cada deportista duró uno o dos minutos; los datos individuales se plasmaron en el gráfico del día a día. Los gráficos de los deportistas seleccionados muestran las desviaciones de su estado actual como respuesta a la sesión de trabajo del día anterior (figura 2.5). Cuando la puntuación total disminuyó hasta el nivel crítico (indicado por triángulos), se corrigieron los programas individuales de entrenamiento. A la concentración de entrenamiento le siguió una competición internacional en la que todos los participantes consiguieron su mejor rendimiento.

en curso y, de igual manera, determinan la planificación del entrenamiento a corto plazo.

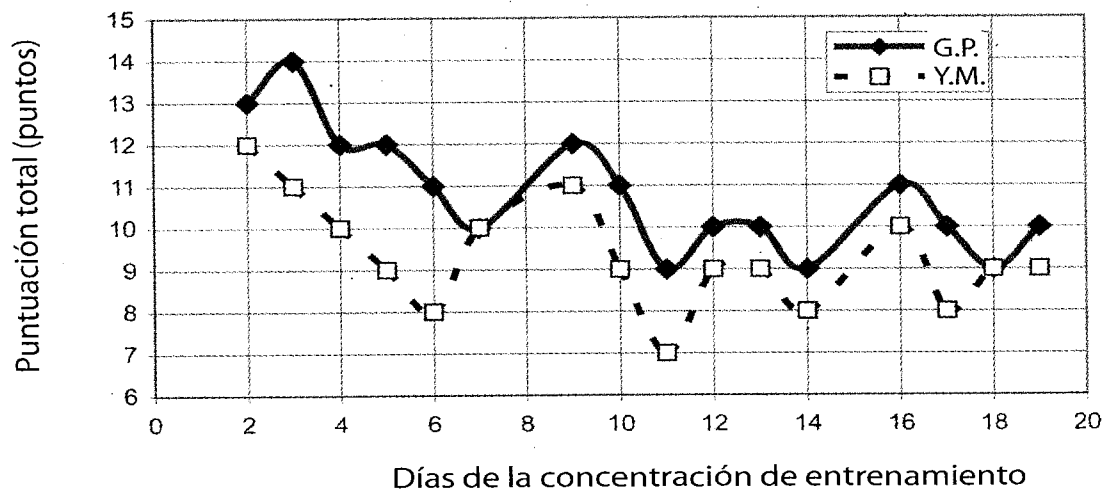


Figura 2.5. *Control de los efectos inmediatos de dos deportistas (G.P. e Y.M.) durante la concentración de entrenamiento. Los triángulos indican las correcciones del programa de entrenamiento después de una disminución de la puntuación total.*

EFFECTO ACUMULATIVO DEL ENTRENAMIENTO

Para el deporte de competición, el efecto acumulativo del entrenamiento a largo plazo es el factor principal que, en gran medida, determina el éxito del deportista. El efecto acumulativo del entrenamiento se puede reflejar en dos grupos de indicadores:

- variables fisiológicas y bioquímicas, las cuales caracterizan los cambios de la capacidad física del deportista, y
- variables de las capacidades específicas del deporte y del rendimiento deportivo, las cuales caracterizan los cambios del estado de forma deportiva de los deportistas

En la sección siguiente se aborda el efecto acumulativo del entrenamiento calculado por separado mediante las variables fisiológicas y las valoraciones de varias capacidades motrices.

Índice de mejora de las variables fisiológicas

Los límites funcionales de los diferentes sistemas fisiológicos no se pueden incrementar en la misma medida. Por tanto, los diferentes indicadores fisiológicos de los efectos acumulativos del entrenamiento varían dentro de su propio intervalo. La tabla 2.6 resume los datos sobre los cambios de los indicadores fisiológicos más relevantes producidos por un entrenamiento sistemático a largo plazo. Evidentemente, los efectos acumulativos del entrenamiento están fuertemente influidos por las cargas. Por ejemplo, el desarrollo de la fuerza máxima, típica de los levantadores de pesas, no estimula un aumento de las enzimas aeróbicas ni del consumo máximo de oxígeno; en cambio, el entrenamiento de resistencia no aumenta la masa muscular. No obstante, los datos mostrados aquí permiten comparar los posibles cambios de las funciones fisiológicas que resultan de un entrenamiento apropiado.

Los cambios más pronunciados se pueden obtener en las capacidades aeróbicas. Más específicamente, el entrenamiento de resistencia a largo plazo puede provocar un aumento de las enzimas aeróbicas hasta de un 230% (Volkov, 1986). De manera similar, la cantidad de mitocondrias, el contenido de mioglobina y la capilarización muscular aumentan drásticamente. Como resultado, el consumo máximo de oxígeno se puede mejorar extraordinariamente, aunque los datos de los estudios genéticos en el deporte indican que esta medida está fuertemente controlada por la herencia (véase capítulo 3).

A diferencia de los determinantes de las capacidades aeróbicas, las características del metabolismo anaeróbico pueden mejorar en menor medida. Esto se aplica a las enzimas anaeróbicas y particularmente al lactato sanguíneo máximo, cuyo aumento es relativamente pequeño aunque el entrenamiento sea muy intenso. El almacenamiento del creatinfosfato como factor importante de la capacidad de velocidad máxima mejora ligeramente como resultado de un entrenamiento de resistencia (alrededor del 12%), pero puede aumentar mucho mediante un entrenamiento de esprión (hasta el 42%).

Las mediciones del sistema cardiovascular determinan fuertemente el rendimiento motor en los ejercicios aeróbicos y anaeróbicos. De hecho,

el gasto cardíaco máximo aumenta entre un 50% y un 75%, pero esta mejora está causada por un aumento del volumen sistólico que casi no tiene relación con la FC máxima, la cual tiende a variar muy poco.

También se observan cambios pronunciados en el sistema musculoesquelético, por ejemplo, la masa muscular aumenta entre un 10% y un 40%. Existen grandes diferencias según el sexo respecto a esta materia (véase capítulo 3). Se puede aumentar el tamaño de la fibra muscular en la misma proporción. Sin embargo, el crecimiento de las fibras de contracción rápida y lenta es diferente; las fibras de contracción rápida tienen mayor hipertrofia que las de contracción lenta (Thorstensson, 1988).

Los datos anteriores caracterizan los efectos acumulativos del entrenamiento a largo plazo de muchos años de entrenamiento. La mejora de las variables fisiológicas varía en función de la edad y la capacidad de los deportistas. La tabla 2.6 muestra los datos que resumen los cambios temporales de algunos indicadores. Los futbolistas de máximo nivel y los corredores

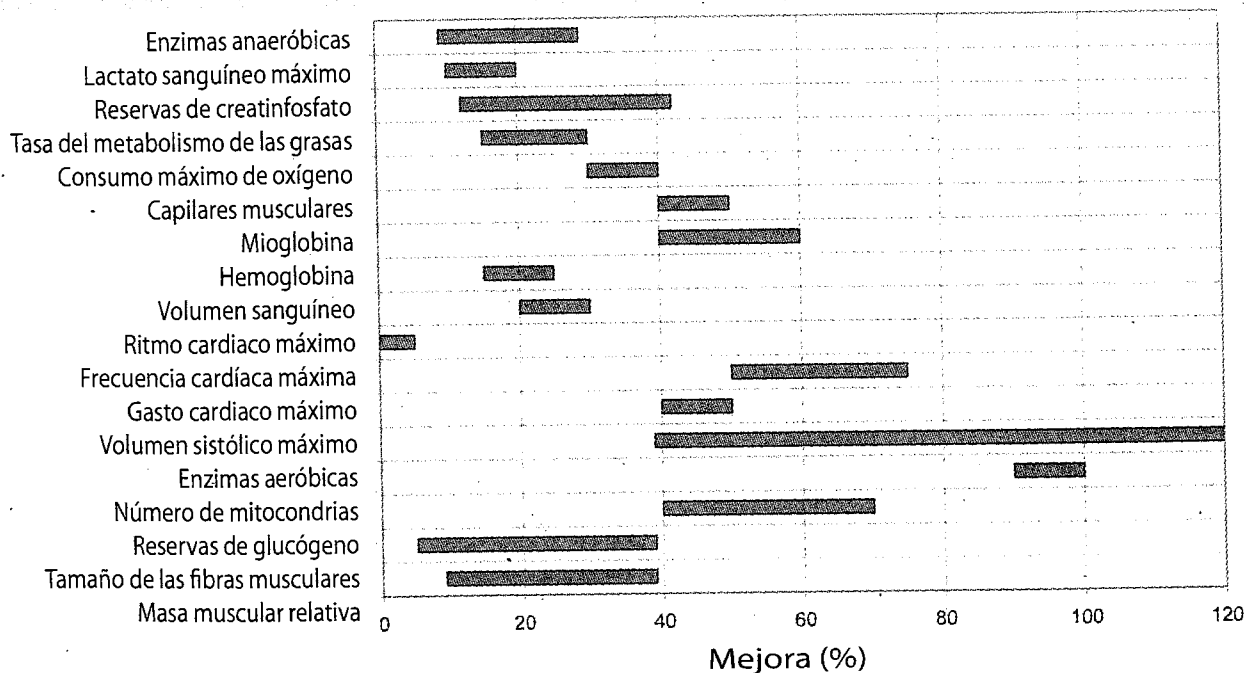


Figura 2.6. Mejora de las diferentes variables fisiológicas inducida por un entrenamiento sistemático a largo plazo (basado en los datos de Volkov, 1986; McArdle et al., 1991; Fox et al., 1993; Wilmore y Costill, 1993).

res no registraron ningún progreso en sus capacidades fisiológicas a pesar de su intensa preparación profesional. Al mismo tiempo, los deportistas jóvenes con menos experiencia mejoraron considerablemente sus funciones fisiológicas y obtuvieron efectos acumulativos del entrenamiento más favorables. Es probable que los deportistas de elite de cierta edad alcancen una meseta en sus capacidades fisiológicas y continúen su preparación cerca del máximo de sus límites biológicos. Sin embargo, esto no significa que el efecto acumulativo del entrenamiento sea insignificante. Pueden aumentar su rendimiento gracias a una técnica y una tácticas mejores y mayores beneficios mentales (véase capítulo 7). Por otro lado, los deportistas jóvenes y menos experimentados pueden responder de forma más eficaz al estímulo del entrenamiento y manifestar un progreso fisiológico más pronunciado.

Tabla 2.6. *Cambios en el tiempo de las variables fisiológicas en deportistas de diferentes niveles.*

Muestra y nivel de entrenamiento	Variables y efectos calculados	Fuente
Futbolistas profesionales brasileños (n=20)	No cambiaron la fuerza anaeróbica máxima, las medidas antropométricas ni la composición corporal	da Silva et al., 2001
Futbolistas juveniles de elite (n=9)	El VO_2 max, el umbral del lactato y la economía en la carrera mejoraron un 10,7%, un 15,9% y un 6,7% respectivamente	Hegerud et al., 2001
Corredores de elite de media y corta distancia de 25,5 años (n=17)	Descenso insignificante del VO_2 max y menor aumento de los rendimientos deportivos durante un periodo de tres años	Legaz Arze et al., 2005
Corredores de nivel medio de 18,5 años (n=21)	El VO_2 max y la velocidad del umbral anaeróbico mejoraron un 4,1% y un 1,94% respectivamente	Tanaka et al., 1984

Mejora de las capacidades motrices

A diferencia de los valores fisiológicos, que requieren una instrumentación especial y personal capacitado, la evaluación de las capacidades motrices puede realizarse y se realiza como parte de la rutina del entrenamiento por los mismos entrenadores. Los cambios de los resultados de las pruebas motrices permiten evaluar los efectos acumulativos de los programas de entrenamiento. El abanico de cambios producidos por el entrenamiento depende de muchos factores como la edad, la predisposición individual del deportista y la capacidad, los métodos y recursos del entrenamiento, pero en primer lugar depende de la naturaleza biológica de las capacidades específicas.

El aumento de la fuerza máxima se ve afectado por dos factores generales: mejora de los mecanismos neurales del control muscular e hipertro-

Ejemplo. Imaginemos a un deportista que quiere mejorar su capacidad de velocidad máxima. Todo el mundo sabe que el progreso en este componente de la capacidad física es muy limitado. Basándose en los datos mostrados en la figura 2.7, la principal razón de esta limitación es una mejora leve de las correspondientes variables fisiológicas que determinan la velocidad máxima (enzimas anaeróbicas, almacenamiento de creatinfosfato y lactato sanguíneo máximo. Además, esta capacidad está fuertemente predispuesta por la herencia (véase capítulo 3). Como resultado, cualquier pequeño progreso en los ejercicios de velocidad se puede considerar un gran éxito. Existe la situación opuesta en relación con la fuerza-resistencia muscular, en la que el progreso se debe a cambios pronunciados del metabolismo aeróbico y del sistema musculoesquelético. Así pues, los escolares de 15 a 16 años pueden duplicar su rendimiento en las pruebas de dominadas después de dos meses de entrenamiento sistemático. El índice de mejora de los ejercicios aeróbicos típicos también puede ser impresionante gracias a los grandes aumentos de las enzimas aeróbicas, la masa de mioglobina, el número de mitocondrias y la capilarización muscular. Además, las grandes mejoras se asocian con una mayor economía de movimientos debido a una adecuada utilización de la energía y una mejor técnica deportiva.

fia muscular. La contribución de estos dos factores al efecto acumulativo del entrenamiento de la fuerza difiere enormemente entre los deportistas experimentados y los principiantes. Estos últimos pueden incrementar su fuerza máxima con relativa rapidez gracias a la mejora de los mecanismos neurales y, sencillamente, al aprendizaje de la técnica; los deportistas cualificados mejoran su fuerza normalmente a expensas de la hipertrofia muscular (Klausen, 1991). Asumiendo que la masa muscular relativa puede aumentar sustancialmente (figura 2.6), esto significa que los deportistas (incluso las mujeres) pueden conseguir una notable hipertrofia muscular.

Otro punto a tener en cuenta es el efecto acumulativo a largo plazo del entrenamiento de la fuerza explosiva. Esta capacidad depende de la fuerza máxima, que puede aumentar bastante. Pero también la afectan los factores de velocidad máxima, cuya mejora está muy limitada. Por consiguiente,

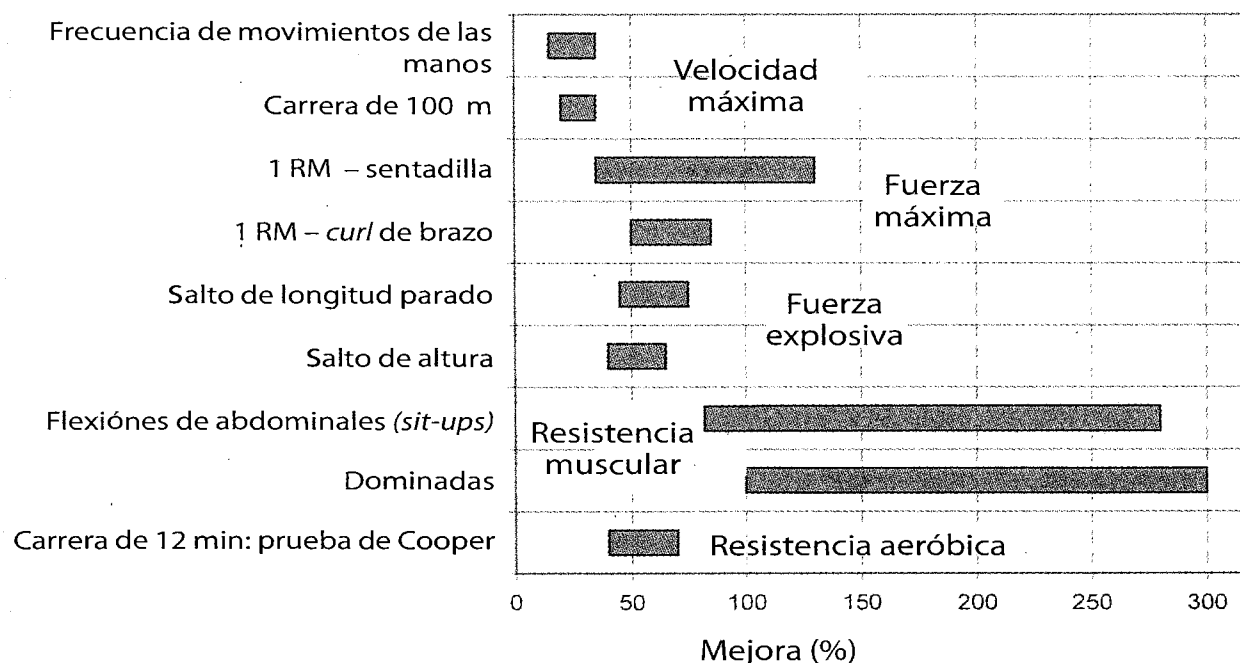


Figura 2.7. *Efecto acumulativo del entrenamiento de toda la carrera deportiva evaluado según unos valores de la condición física ampliamente utilizados. Los datos están relacionados con el período del tiempo durante el que los deportistas participaron en competiciones oficiales (basado en Meinel y Schnabel, 1976; Lidor y Lustig, 1996).*

la mejora de los valores de la fuerza máxima explosiva es menor que la de la fuerza máxima, pero mayor que la de la velocidad máxima.

Mejora del rendimiento deportivo

A lo largo de una extensa carrera deportiva, los deportistas se esfuerzan por mejorar su rendimiento deportivo. De los datos mostrados anteriormente se deduce que los cambios positivos son normalmente el resultado de los efectos acumulativos del entrenamiento anterior. Evidentemente, lo ideal sería ofrecer normas y criterios para los efectos acumulativos del entrenamiento durante un período concreto. De hecho, esto es posible en deportes en los que los resultados son medibles, en los que los logros de los deportistas pueden ser registrados fácilmente. A diferencia de los deportes colectivos y los de combate, en estos deportes la medición del tiempo, la distancia o el peso levantado permite evaluar objetivamente las ganancias de rendimiento en períodos concretos. La tabla 2.7 muestra ejemplos de las ganancias de rendimiento anuales para diferentes deportes y edades.

A pesar de la especificidad de los diferentes deportes mostrados en la tabla 2.8, las ganancias promedio del rendimiento de los deportistas adultos de elite están dentro de un estrecho intervalo: 1-1,07% (los datos de los remadores mayores de canoa y kayak de elite excedieron este intervalo, pero esto se halla condicionado por la producción de embarcaciones y remos mejorados). De hecho, los deportistas mayores alcanzan su límite biológico a lo largo de una carrera deportiva extensa, cuando se hace imposible un progreso ulterior. No obstante, ello no significa que estos deportistas tengan que interrumpir su preparación.

Así pues, vemos que el índice de mejora de los rendimientos deportivos ofrece una información extremadamente importante y valiosa para evaluar el efecto acumulativo del entrenamiento. No obstante, esta evaluación tiene serias restricciones en los deportes en los que la resistencia no se puede calcular objetivamente y en los deportistas mayores que alcanzan sus límites biológicos. Para estos deportistas, es de particular importancia controlar las variables fisiológicas y la condición física motriz.

Tabla 2.7. Ganancias de rendimiento anuales de jóvenes talentosos y deportistas de elite.

Disciplina	Categoría de los deportistas	Ganancia del rendimiento por año (%)	Fuente
Natación, 50-200 m	Chicos con talento, 12 a 13 años	6,1-6,5	Rahmentrainingsplan DDR, 1989
Natación, 50-200 m	Chicos con talento, 16 a 17 años	1,2-2	Rahmentrainingsplan DDR, 1989
Natación, todas las competiciones	Olimpicos australianos y estadounidenses	1,0	Pyne et al., 2004
Carrera, 800 m - maratón	Corredores de subelite, 22 ± 4,4 años	1,05	Legaz Arreze et al., 2005
Levantamiento de peso olimpico	Chicos con talento, 17 a 18 años	14,7-15	Roman, 1986
Levantamiento de peso olimpico	Deportistas de elite, peso corporal 60 kg y más	1,03-1,07	Roman, 1986
Kayak, kayak individual 500 m	Chicos con talento, 13 a 14 años	12-13,2	Sozin, 1986
Kayak, kayak individual 500 m	Juveniles de elite, 17 a 18 años	2,2-2,7	Sozin, 1986
Canoa-kayak, individual 500-1.000 m	Equipo nacional de la URSS, 23 ± 3,1 años	0,6-2,5	Issurin, 1994

Ejemplo. Se estudió a un grupo de corredores de alto nivel de media y larga distancia con una edad promedio de 25,5 años durante un período de tres años. La preparación sistemática decidida produjo una mejora del rendimiento muy pequeña e insignificante (Legaz Arreze *et al.*, 2005). Se supone que estos deportistas mayores experimentados alcanzaron sus límites biológicos de progreso específico de la competición. Por otro lado, no se puede excluir la insuficiencia del método del entrenamiento.

Comentarios finales

Dos fenómenos son importantes para los efectos acumulativos del entrenamiento:

- la continuidad del proceso del entrenamiento y
- el "heterocronismo" de dicho proceso

La continuidad del proceso del entrenamiento es típica del deporte de competición contemporáneo. Evitar las interrupciones en el entrenamiento es de primordial importancia desde el punto de vista de la metodología del entrenamiento y de la fisiología del ejercicio. Las interrupciones causadas por lesiones y enfermedades son muy tristes, pero las debidas al déficit de motivación o fuerza de voluntad son todavía más lamentables.

La posible consecuencia negativa de dicha interrupción es el fracaso para adaptarse cuando se han interrumpido las interacciones flexibles y precisas en y entre los sistemas fisiológicos. Al mismo tiempo, la naturaleza continua de la preparación de los deportistas resalta la importancia de las fases de recuperación, las cuales deberían programarse especialmente como parte del marco de la preparación semanal, mensual o anual.

El "heterocronismo" del entrenamiento, como un punto principal, significa que varios sistemas fisiológicos y funciones diversas tienen diferentes índices de desarrollo correcto durante el entrenamiento y distintos índices de desentrenamiento después del cese del entrenamiento. Los cambios en el "heterocronismo" de las funciones fisiológicas y motrices tienen dos con-

secuencias principales que determinan los tipos especiales del efecto acumulativo del entrenamiento:

1. Los valores pico de varias funciones y los logros específicos del deporte no siempre coinciden con la fase final de los programas del entrenamiento; a veces es necesario un retraso temporal para obtener la respuesta máxima. Este tipo de efecto acumulativo se conoce como *efecto retardado del entrenamiento*.
2. El objetivo de un entrenamiento de larga duración es desarrollar muchas capacidades motrices; éstas permanecen en un alto nivel durante un cierto período después del cese del entrenamiento. Esta retención pertenece al ámbito del efecto acumulativo y conforma, de hecho, otro tipo especial de efecto del entrenamiento llamado *efecto residual del entrenamiento*.

EFFECTO RETARDADO DEL ENTRENAMIENTO

Normalmente esperamos que el efecto del entrenamiento logrado esté sincronizado con la fase final del ciclo del entrenamiento. De hecho, la adquisición de una nueva habilidad técnica sigue a una mejora de la técnica de movimientos y a un aumento considerable del rendimiento deportivo. Sin embargo, cuando el programa de entrenamiento causa unos cambios morfológicos y fisiológicos pronunciados, los deportistas necesitan un período en el que aparezcan las adaptaciones biológicas de larga duración que permiten conseguir un nuevo nivel cualitativo. Por ello, el entrenamiento realizado durante un período concreto no siempre tiene un efecto sincronizado con las cargas. Además, los deportistas necesitan frecuentemente un período de recuperación después del empleo de cargas muy intensas. En estos casos, las ganancias de rendimiento se producen transcurrido algún tiempo, un período de *transformación retardada*. Cuando este retraso temporal es relativamente corto (varios días), lo llamamos efecto acumulativo normal. No obstante, cuando la transformación retardada requiere un período más prolongado (una semana o más), este resultado se califica como *efecto retardado del entrenamiento*. Esta diferenciación puede ser importante para la planificación y la comprensión. Uno de los investigadores

que conceptualizaron el efecto retardado del entrenamiento fue Verkhoshansky (1988), quien encontró la relación de este fenómeno con el rendimiento máximo de la potencia. En general, el efecto retardado se ve condicionado por una secuencia de dos fases del entrenamiento: la fase de carga, que proporciona a los deportistas cargas voluminosas exhaustivas, y la fase de realización, que crea condiciones favorables de recuperación y posiblemente ayuda a conseguir un estado de supercompensación (tabla 2.8).

El efecto retardado del entrenamiento es particularmente relevante para las capacidades motrices, que son más sensibles a la acumulación de fatiga y en las que los rendimientos máximos demandan unos patrones de movimiento neuromuscular muy precisos. Esta categoría incluye la velocidad máxima, los ejercicios de fuerza explosiva y los rendimientos de fuerza máxima como el levantamiento en 1 RM.

Tabla 2.8. *Características generales que determinan el efecto retardado del entrenamiento.*

Características	Fase de la carga	Fase de realización
Volumen de entrenamiento	Alta	Media, baja
Intensidad de entrenamiento	Media, alta	Alta
Carácter de la carga	Cargas especializadas con alta concentración	Cargas especializadas específicas de la competición
Ratio fatiga-recuperación	Desfavorable, los deportistas están en general muy fatigados	Favorable, los deportistas están bien recuperados
Duración	4-8 semanas	1-4 semanas

Estudio de caso. Se estudió un entrenamiento de ocho semanas de nadadores de alto nivel. Durante las primeras seis semanas, los nadadores realizaron un programa de natación intensivo (de 7 a 10 km al día) y tres o cuatro entrenamientos de condición física a la semana dedicados a la fuerza-resistencia y potencia de brazada específicas de la natación. La lógica de esta combinación se basó en el hecho de que el entrenamiento de natación intensivo y los ejercicios de fuerza-resistencia suprimen la potencia máxima, mientras los ejercicios de potencia en tierra firme previenen un declive desfavorable de la fuerza explosiva. De hecho, la fuerza explosiva aumentó ligeramente en la primera mitad de la prueba y disminuyó en la segunda (figura 2.8). Al mismo tiempo, la fuerza-resistencia de los nadadores aumentó considerablemente. Durante las dos semanas anteriores a la competición se cambió el programa: el volumen de natación se redujo a 4-6 km al día; el programa de fuerza-resistencia y de la fuerza explosiva fue sustituido por rutinas de calistenia, flexibilidad y relajación. La prueba final reveló retención o una ligera reducción de fuerza-resistencia, mientras que mejoró enormemente la capacidad de fuerza explosiva. Por ello, el efecto retardado del entrenamiento apareció en relación con la fuerza explosiva y no con la fuerza-resistencia (Issurin, 1986; datos sin publicar).

El principal factor determinante del efecto retardado del entrenamiento es el contraste de la magnitud de la carga y el índice de fatiga y recuperación en dos fases de carga sucesivas. Simplemente, la acumulación de fatiga es la razón por la que no se obtuvo el efecto retardado del entrenamiento cuando se completó la fase de carga. La reducción drástica de la carga en la fase de realización activa los procesos de recuperación. El cuerpo de los deportistas obtiene suficiente aporte de energía para completar el proceso de adaptación, y ésta es una importante condición para la mejora de la forma deportiva durante la fase de realización.

Se debería prestar especial atención a la duración del retardo temporal obtenido en el efecto del entrenamiento. Esta duración está condicionada por dos factores principales: 1) el período deseado para la completa recuperación después de una fase de carga prolongada, y 2) el espacio de tiem-

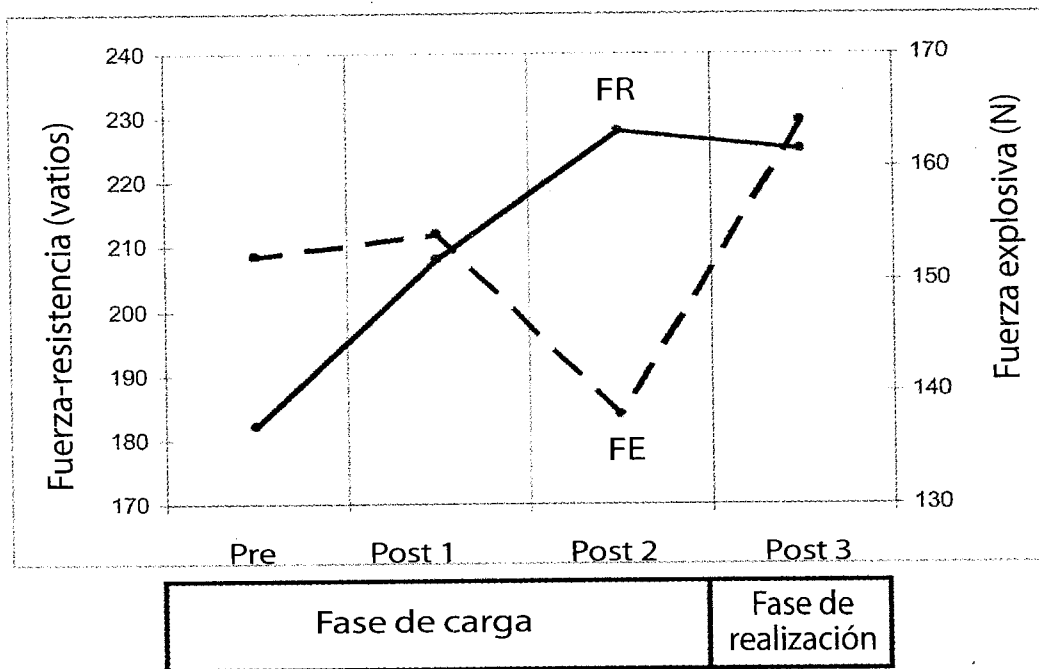


Figura 2.8. *Cambios de la fuerza explosiva (FE) y fuerza-resistencia (FR) durante un período de entrenamiento de ocho semanas para nadadores de elite (Issurin, 1986; datos no publicados). La fuerza explosiva se midió como el valor de la fuerza conseguida a 0,2 segundos de esfuerzo isométrico en la simulación de una brazada con un brazo. La fuerza-resistencia se midió como el resultado de la potencia durante dos minutos de la simulación de brazadas con ambos brazos en una máquina isocinética. Intervalo de tiempo entre las pruebas: dos semanas. Línea continua: fuerza-resistencia. Línea de puntos: fuerza explosiva.*

po necesario para completar la adaptación biológica después de las pesadas cargas de la fase anterior. Teniendo en cuenta estos factores, el retardo temporal suele ser de entre una y cuatro semanas. Algunos entrenadores e investigadores han observado retrasos mayores. Éstos se podrían atribuir a la superposición de un efecto retardado con el efecto acumulativo de un entrenamiento posterior.

EFECTO RESIDUAL DEL ENTRENAMIENTO

El concepto de efecto residual del entrenamiento es relativamente nuevo y no es tan conocido como los demás tipos de resultados del entrenamiento. Esta sección resume la información más reciente sobre el tema.

Concepto básico y tipos de efectos residuales del entrenamiento

Como ya se ha mencionado, la adaptación a largo plazo a cargas físicas incluye cambios apropiados de los niveles morfológicos y funcionales. Obviamente, se mantienen durante largos períodos las modificaciones de músculos, tendones y huesos producidas por muchos años de entrenamiento de fuerza. Asimismo, los cambios obtenidos del entrenamiento de resistencia permanecen durante un tiempo considerable, aunque no son tan visibles como las consecuencias del trabajo de fuerza.

Ejemplo. Imagina a una persona que era un levantador de pesas de elite hace diez años. ¿Reconocerías que fue un levantador de pesas? Probablemente. Las adaptaciones morfológicas inducidas por muchos años de entrenamiento en el levantamiento de pesas se conservan mucho tiempo después de que la carrera deportiva haya finalizado. Además, algunos de estos cambios (transformación esquelética, por ejemplo) son irreversibles y permanecen de por vida. Otro ejemplo. El entrenamiento concentrado de alta intensidad de esprín (velocidad) causa un notable aumento de la capacidad del creatinfosfato, que permanece en el nivel adquirido durante varios días después de cesar el entrenamiento. A partir de entonces disminuye durante un período de dos a tres semanas hasta que vuelve a los niveles anteriores. Ambos casos son ejemplos de los efectos residuales del entrenamiento, pero el primero tiene relación con los efectos residuales del entrenamiento a largo plazo, mientras que el segundo se relaciona con los efectos residuales del entrenamiento a corto plazo. Ambos ejemplos se basan en cambios de sustancias materiales, pero la naturaleza y la atribución de estas alteraciones son muy diferentes; de igual manera, el tiempo de estos procesos también difiere.

Inicialmente, el enfoque general de los "residuos del entrenamiento" producidos por los "efectos residuales del entrenamiento" fue conceptualizado por Brian y James Counsilman (1991) y se centró principalmente en los aspectos a largo plazo de la adaptación biológica. Estos autores propusieron razonablemente la existencia de efectos residuales del entrenamiento de larga duración como un importante elemento de fondo de la teoría del entrenamiento. Desde el punto de vista de la adaptación general y de la preparación deportiva de larga duración, los efectos residuales del entrenamiento a largo plazo son extremadamente importantes. De hecho, tanto la selección como la adaptación a largo plazo determinan las diferencias obvias de los tipos, composiciones y proporciones entre los cuerpos de corredores, luchadores, nadadores, remadores, etc. Por consiguiente, las diferencias visibles en hipertrofia ósea y topografía muscular están condicionadas por los efectos residuales del entrenamiento a largo plazo. No obstante, para el diseño del programa de entrenamiento, los efectos residuales del entrenamiento a corto plazo son de primordial importancia. El análisis y la posterior evaluación de los residuos del entrenamiento (e igualmente los efectos residuales del entrenamiento) conducen a su clasificación en tres tipos diferentes: residuos del entrenamiento a largo, medio y corto plazo (tabla 2.9).

Mientras que un programa de entrenamiento prescribe un trabajo duro para un período de tiempo determinado con el fin de desarrollar una capacidad motriz específica, la duración de los residuos del entrenamiento determina el período durante el cual esta capacidad permanece en el nivel deseado. Al terminar el programa de entrenamiento, las capacidades motrices desarrolladas disminuyen y hay que tener en cuenta su índice de pérdida. Son muchos los factores que afectan los residuos del entrenamiento a corto plazo.

Estudio de caso. Varios futbolistas altamente cualificados realizaron un entrenamiento de la condición física durante cuatro semanas que incluyó grandes volúmenes de ejercicios de alta intensidad de fuerza muscular y fuerza-resistencia. Como resultado, los deportistas mostraron una tremenda mejora en los valores de la condición física, por ejemplo, una ganancia seis

Tabla 2.9.

Residuos del entrenamiento: tipos, atribución e índice de pérdida (Issurin, 2003).

Tipos	Atribución	Cambios del estado de los deportistas	Ritmo de pérdidas
Efectos residuales a largo plazo	Sistema musculoesquelético	Adaptación esquelética: transformación morfológica de huesos y articulaciones	Cambios parcialmente irreversibles
		Gran adaptación somática de los músculos, formación de una topografía muscular específica	Varios años
	Sistema neuromuscular	Adquisición de una gran coordinación, habilidad para los movimientos y técnica específica del deporte	Varios años
	Sistema cardiovascular	Hipertrofia cardíaca: tamaño y volumen; diámetro de la aorta	Varios años
Efectos residuales a medio plazo	Sistemas cardiovascular y respiratorio	Aumento de la densidad capilar, la FC en reposo y el volumen sistólico en reposo	Varios meses
	Sistema neuromuscular	Mejora de la regulación de los esfuerzos musculares: reclutamiento de fibras musculares, diferenciación de fuerzas, equilibrio específico del deporte, etc.	Varios meses

Efectos residuales a corto plazo	Productividad metabólica máxima aeróbica	Aumento del umbral anaeróbico, aumento de enzimas aeróbicas y almacenamiento de glucógeno en los músculos	Varias semanas
	Productividad metabólica máxima anaeróbica	Aumento de la potencia, la capacidad y la eficiencia glucolíticas y anaeróbicas alácticas	Algunas semanas o varios días
	Sistema neuromuscular	Aumento de la fuerza, la potencia y el tamaño musculares	Varias semanas
		Aumento de la resistencia muscular	Algunas semanas
		Flexibilidad	Algunas semanas

veces mayor en las repeticiones de abdominales isométricos (figura 2.9). No obstante, este rendimiento comenzó a disminuir inmediatamente después de que cesara el programa de condición física. Después de dos semanas de desentrenamiento, el valor de la fuerza-resistencia fue aún dos veces más alto que el nivel anterior al entrenamiento. Cabe suponer que los residuos del entrenamiento después de un programa de entrenamiento altamente concentrado de fuerza-resistencia en futbolistas duran unas dos semanas y después caen drásticamente (basado en Bangsbo, 1994).

Factores que afectan los efectos residuales del entrenamiento a corto plazo

A continuación se muestran los cinco factores que afectan la duración de los residuos del entrenamiento a corto plazo (tabla 2.10).

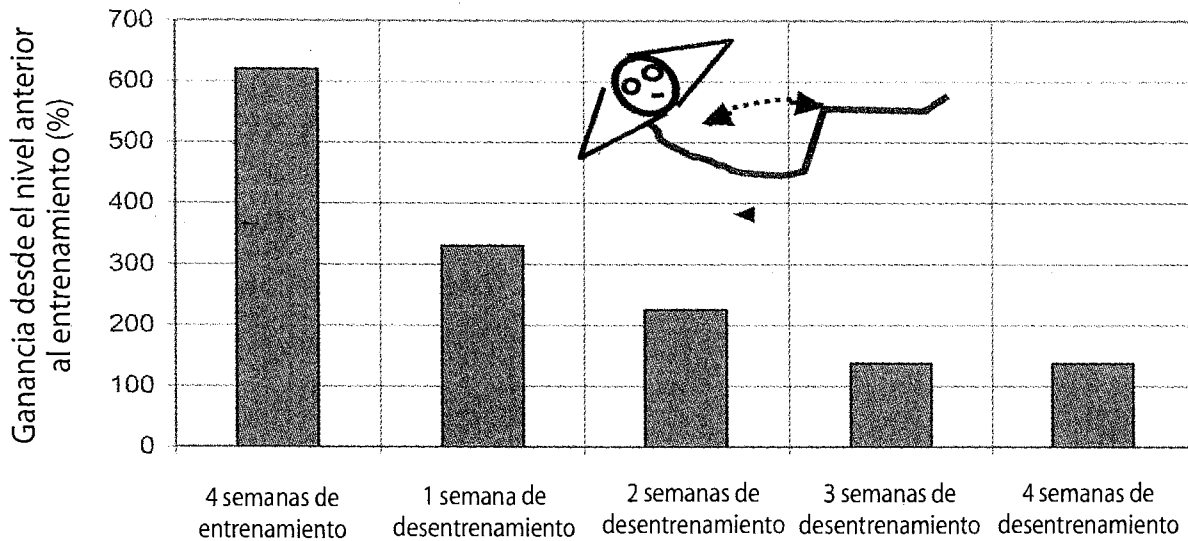


Figura 2.9. *Ganancia de la fuerza-resistencia en ejercicios de abdominales isométricos producida por un entrenamiento de la condición física de cuatro semanas con futbolistas cualificados y su posterior descenso después del cese del programa de la condición física (basado en Bangsbo, 1994).*

El primer factor se relaciona con la duración del entrenamiento antes de finalizarlo; también se relaciona con el proceso de adaptación a largo plazo. Ciertamente, los deportistas de niveles medio y bajo tienen capacidades motrices relativamente bajas y pueden mejorarlas con más rapidez, pero aún no acumulan los niveles suficientes de adaptación bioquímica y morfológica. Por tanto, pierden los efectos del entrenamiento a corto plazo más rápidamente que los deportistas experimentados, quienes conservan estos resultados del entrenamiento durante más tiempo.

El segundo factor se relaciona con la concentración de la carga y es más relevante para los deportistas cualificados cuyos ciclos de entrenamiento suponen unas cargas de alta concentración dirigidas a un número limitado de capacidades motrices. Este tipo de diseño proporciona un estímulo de entrenamiento más pronunciado y un mayor índice de mejora (véase capítulo 4). Sin embargo, el cese de dicho programa de entrenamiento causa un declive de las capacidades desarrolladas anteriormente. Por tanto, los residuos del entrenamiento después de un entrenamiento de alta concen-

Tabla 2.10.

Factores que afectan la duración de los residuos del entrenamiento a corto plazo (basado en Hettinger, 1966; Counsilman y Counsilman, 1991; Zatsiorsky, 1995).

Nº.	Factores	Influencia
1.	Duración del entrenamiento antes del cese	El entrenamiento más prolongado causa residuos más prolongados.
2.	Nivel de concentración de la carga antes del cese	El entrenamiento altamente concentrado en comparación con un entrenamiento complejo con múltiples componentes causa residuos más cortos.
3.	Edad y duración de la carrera deportiva de los deportistas	Los deportistas mayores y con más experiencia tienen residuos más prolongados.
4.	Carácter de la preparación después del cese de un entrenamiento concentrado	El uso de cargas estimulantes apropiadas permite prolongar los residuos y evita un desentrenamiento rápido.
5.	Capacidades objetivo	Las capacidades asociadas a los cambios morfológicos y bioquímicos tienen residuos más prolongados.

tración duran menos tiempo que después de un entrenamiento complejo con un menor índice de desarrollo de la capacidad motriz.

El tercer factor también está relacionado con la adaptación a largo plazo. Los deportistas mayores y con más experiencia están más acostumbrados a cualquier tipo de estímulo del entrenamiento; en consecuencia, su respuesta es menos pronunciada y el índice de mejora es menor. No obstante, el mayor nivel de adaptación a largo plazo determina un índice de pérdida de capacidad más lento. Como resultado, los residuos del entrenamiento de deportistas mayores y con más experiencia duran más, lo que les permite realizar un menor volumen de entrenamiento. Esto concuerda con el

mundo real de los deportes, donde los volúmenes del entrenamiento para los deportistas mayores de elite son un 20-25% menores que los de sus homólogos más jóvenes.

El cuarto factor muestra que los entrenamientos especializados apropiados ayudan a mantener las capacidades que se pueden desentrenar y previenen su rápida disminución. Este enfoque es particularmente importante para los programas de entrenamiento que presuponen un desarrollo consecutivo, pero no simultáneo, de muchas capacidades, algunas de las cuales disminuyen y otras aumentan.

El quinto factor concierne a los orígenes biológicos de la mejora de las capacidades motrices. El índice de pérdida de los resultados del entrenamiento difiere considerablemente entre las capacidades motrices; algunos sistemas fisiológicos conservan niveles aumentados de adaptación durante más tiempo que otros. Las principales razones de esta conservación son el índice de los cambios morfológicos producidos por el entrenamiento, la cantidad de enzimas que regulan las reacciones bioquímicas y la disponibilidad de las fuentes de energía como el glucógeno, creatinfosfato, etc. (véase figura 2.6). Específicamente, la mejora de la productividad aeróbica viene determinada por un aumento de la densidad capilar, el almacenamiento de glucógeno y, particularmente, la cantidad de enzimas aeróbicas, las cuales aumentan en comparación con las personas no entrenadas un 120% e incluso más. En contraste, el aumento de la productividad anaeróbica se ve apoyado por aumentos relativamente pequeños de las reservas de creatinfosfato de entre un 12% y un 42%, una acumulación de lactato máximo de entre un 10% y un 20% y de enzimas anaeróbicas de entre un 10% y un 30%. Por consiguiente, la capacidad aeróbica, apoyada por pronunciados cambios morfológicos y bioquímicos, se mantiene durante semanas cerca del nivel máximo en los deportistas altamente entrenados (Mujika y Padilla, 2001). Las capacidades anaeróbicas, especialmente la velocidad máxima, están condicionadas por cambios morfológicos y bioquímicos relativamente leves y se conservan cerca del nivel máximo durante períodos de tiempo más cortos.

De manera similar que el entrenamiento de las capacidades aeróbicas, el de la fuerza máxima produce un residuo relativamente duradero. De hecho, una mejora de la regulación neuromuscular y el aumento de la masa

muscular proporcionan la fuerza máxima. Ambos factores se conservan durante mucho tiempo y determinan una pérdida lenta de la fuerza máxima. En cambio, la fuerza-resistencia disminuye mucho más deprisa después de cesar un entrenamiento (figura 2.9). Particularmente, el rendimiento en ejercicios de fuerza relativamente cortos que depende de la tolerancia al lactato permanece en un nivel suficiente durante las dos o tres primeras semanas y después disminuye rápidamente.

Estudio de caso. Ocho nadadores universitarios realizaron tramos de 183 metros a ritmo estipulado después de una, dos y cuatro semanas de desentrenamiento. El lactato sanguíneo promedio aumentó en la primera semana de 4,2 a 6,3 mmol, en la segunda semana, a 6,9 mmol, y después de cuatro semanas de desentrenamiento a 9,7 mmol (Wilmore y Costill, 1993). El valor inicial del lactato en sangre (4,2 mmol) indica que la prueba se realizó cerca del nivel del umbral anaeróbico. El desentrenamiento causó reducción de la economía de la natación y de la resistencia específica del ritmo. Así pues, el mantenimiento de la misma velocidad requirió un aumento de la participación del metabolismo anaeróbico y una producción de lactato mucho mayor.

Los cambios sofisticados se fijan en relación con la capacidad de la velocidad máxima. Por una parte, esta capacidad mejora poco con el entrenamiento y disminuye menos durante el desentrenamiento; por otro lado, el nivel pico de la velocidad máxima, típico de las pruebas de esprín, se obtiene con interacciones neuromusculares muy delicadas y muy precisas, las cuales son relativamente inestables y se mantienen sólo mediante un entrenamiento intenso y altamente estimulante.

En el capítulo 4 aparece un estudio más detallado sobre los efectos residuales del entrenamiento relacionados con la periodización en bloques, en el cual este concepto tiene una especial importancia.

Resumen

Los efectos del entrenamiento son los resultados de los esfuerzos sistemáticos de los deportistas. Su comprensión e interpretación son importantes para planificar y analizar el entrenamiento. El *efecto agudo del entrenamiento* se debe a la ejecución de varios ejercicios y refleja los cambios del estado corporal que se producen durante el ejercicio. El *efecto inmediato del entrenamiento* lo provocan una sesión y/o un solo día de entrenamiento. Igualmente, ello resume los cambios del estado corporal producidos por estas cargas. El *efecto acumulativo del entrenamiento* refleja los cambios del estado corporal y el nivel de capacidades motrices y habilidades técnicas que resultan de una serie de sesiones de entrenamiento. Los *efectos acumulativos del entrenamiento* determinan si se produce o no una mejora del rendimiento del deportista. Estos efectos atraen la atención de los entrenadores y los deportistas, especialmente cuando los rendimientos no son lo suficientemente satisfactorios. Se puede analizar los cambios del estado corporal del deportista que caracterizan el efecto acumulativo del entrenamiento con los indicadores fisiológicos apropiados y/o con las mediciones de la condición física específicas del deporte que incluyen las ganancias del rendimiento. Hay casos especiales en los cuales el efecto del entrenamiento y las ganancias del rendimiento no se producen en la fase final del programa de entrenamiento, sino después de un retraso temporal necesario para que ocurran cambios morfológicos y fisiológicos. Este proceso se llama *transformación retardada*, y este tipo particular de adaptación de los deportistas se llama *efecto retardado del entrenamiento*.

Existe un tipo de efecto acumulativo del entrenamiento que tiene relación con la situación en la que el deportista deja de entrenar una capacidad y ésta comienza a disminuir. Sin embargo, para un período concreto, la capacidad puede permanecer cerca del nivel adquirido. El mantenimiento de las capacidades deportivas desarrolladas después de cesar el entrenamiento más allá de un período concreto se denomina *efecto residual del entrenamiento*, y los cambios del estado corporal que se mantienen durante un período concreto se llaman *residuos del entrenamiento*. Hay diferentes tipos de residuos del entrenamiento: residuos del entrenamiento a largo plazo, que son producidos por muchos años de entrenamiento y permanecen durante un determinado número de años; residuos del entrenamiento a me-

dio plazo, que permanecen durante varios meses, y residuos del entrenamiento a corto plazo, que reflejan los cambios del estado corporal causados por el entrenamiento anterior (tabla 2.9).

La implementación de estos conceptos en la práctica del entrenamiento es esencial para la periodización en bloques, la cual pretende conseguir una preparación deportiva más eficaz y unos efectos del entrenamiento más manejables y predecibles.

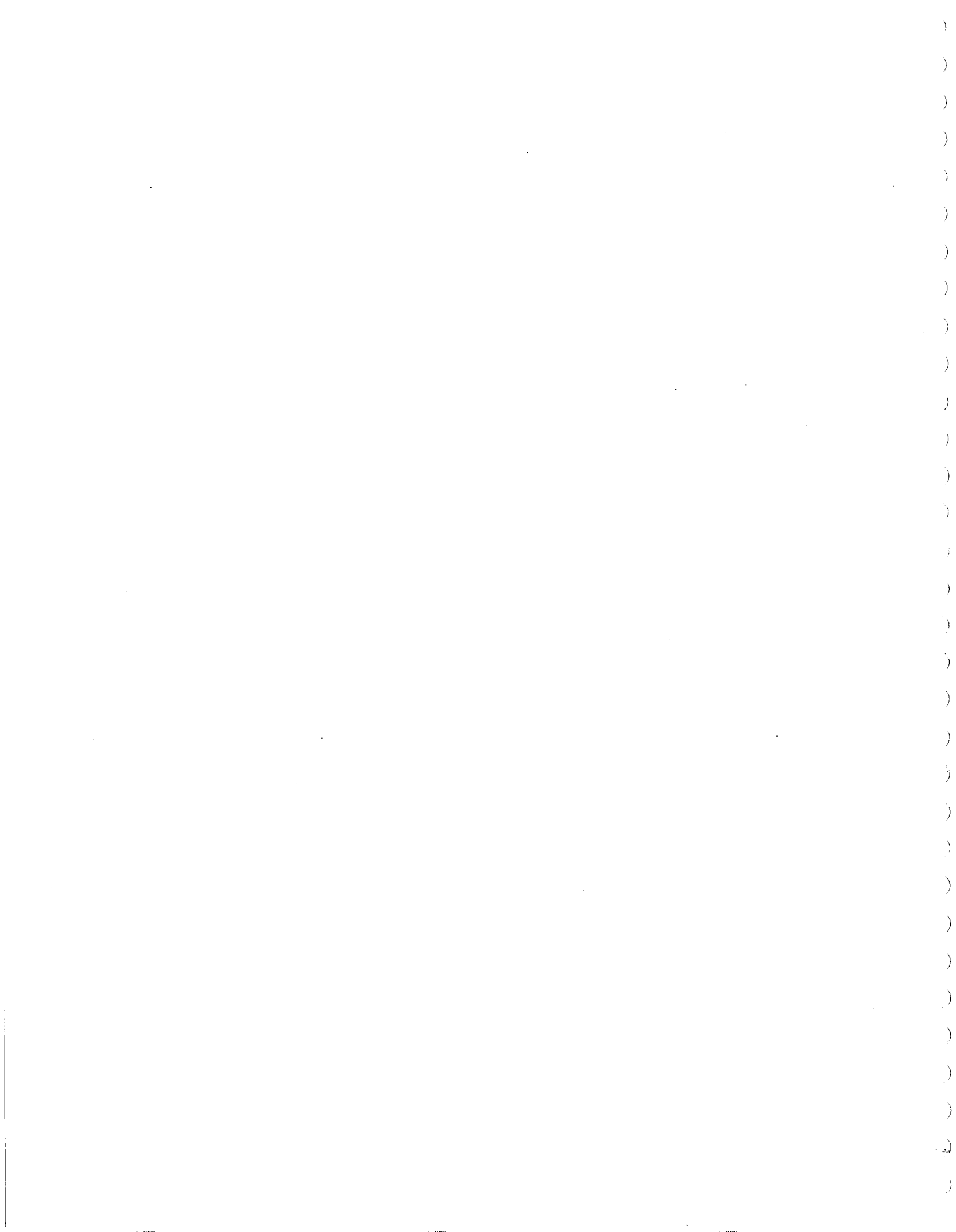
Bibliografía

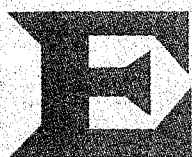
- Bangsbo, J. (1994). *Fitness training in football*. Bagsvaerd, HO and Store [“Entrenamiento de la condición física en el fútbol”. Traducción: Josep Padró Umbert. Barcelona, Paidotribo (1997)].
- Borg, G. (1973). Perceived exertion: A note of “history” and method. *Medicine and Science in Sports* 5, 90-93.
- Counsilman, B.E., Counsilman, J.E. (1991). The residual effects of training. *Journal of swimming research*, Fort Lauderdale, Fla., 7(1), 5-12.
- Farfel, V.S. (1976). *Movements' control in sport*. Moscow, Fizkultura i Sport.
- Fox, L.E., Bowers, R.W., Foss, M.L. (1993). *The physiological basis for exercises and sport*. Madison, Brown & Benchmark Publishers.
- Helgerud, J., Ungen, L.C., Wisloff, U. et al. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc*, 33:1925-31.
- Hettinger, T. (1966). *Isometrisches Muskeltraining*. Stuttgart, Georg Thieme Verlag.
- Issurin, V., Timofee, V., Zemliakov D.V. (1989). Acute training effect of the Basic kayak exercises. En: Issurin V. y Morzhevnikov N. (Eds.), *Modern state of the athletes' preparation in canoeing, kayaking and rowing*. Leningrad: LNIFK, p.28-37.
- Issurin, V. (1994). The longstanding dynamics of motor and technical abilities in elite athletes. En: Osinski, W., Starosta, W. (Eds.) *Proceedings of the 3rd International Conference "Sport Kinetics '93"*, Poznan, Academy of Physical Education, págs. 137-144.
- Issurin, V. (2003). Aspekte der kurzfristigen Planung im Konzept der Blockstruktur des Trainings. *Leitungsport* 33:41-44.
- Klausen, K. (1991). Strength and weight-training. En: Reilly T., Secher N., Snell P., Williams C. (Eds.). *Physiology of sports*. London, E. & F.N. Spon, págs. 41-70.
- Legaz Arreze, A., Serrano Ostariz, E., Jcasajus Mallen, J. et al. (2005). The changes in running performance and maximal oxygen uptake after long-term training in elite athletes. *J. Sports Med Phy Fitness* 45:435-440.
- Lidor, R., Lustig, G. (1996). *How to identify young talents in sport? Theoretical and practical aspects*. Netanya, Wingate Institute for Physical Education and Sport (en hebreo).
- MrArdle, W.D., Kratch, V. (1991). *Exercise Physiology*. Philadelphia/London, Lea & Febiger.
- Meinel, K. Schnabel, G. (1976). *Bewegungslehre*. Berlin, Volk un Wissen.
- Mujika, I. & Padilla, S. (2001). Cardiorespiratory and metabolic characteristics of detraining in humans. *Med Sci Sports Exerc* 33:413-421.

- Pyne, D., Trewin, C., Hopkins, W. (2004). Progression and variability of competitive performance of olympic swimmers. *J Sports Sci* 22:613-20.
- Rahmentrainingsplan (1989). *Aufbautraining – Sportschwimmen*. Berlin, Deutscher Schwimmsport Verband der DDR.
- Roman, R.A. (1986). *Training of weightlifters*. 2nd edition. Moscow, Fizkultura i Sport.
- daSilva, S.G., Osiecki, R., Arruda, M. *et al.* (2001). Changes in anthropometric variables and in anaerobic power and capacity due to training season in professional Brazilian soccer players. *Med Sci Sports Exerc* 33, Supplement abstracts, 890.
- Sozin, Y. (1986). *Selection of canoe-kayak paddlers within different stages long-term preparation*. Thesis of Ph.D. dissertation. Kiev, State Sport University.
- Tanaka, K., Matsuura, Y., Matsuzaka, A. *et al.* (1984). A longitudinal assessment of anaerobic threshold and distance-running performance. *Med Sci Sports Exerc* 16:278-82.
- Thorstensson, A. (1988). Speed and acceleration. En: A. Dirix, H.G. Knuttgen, K. Tittel (Eds). *The Olympic book of sports medicine – Enciclopedia of sports medicine* (Vol.I, págs. 218-229). Oxford, Blackwell Scientific Publications, págs. 218-229.
- Verkhoshansky Yu.V. (1988). *Bases of athletes' special physical preparation*. Moscow, Fizkultura i Sport.
- Viru, A., Viru, M. (2001). *Biochemical monitoring of sport training*. Champaign, IL, Human Kinetics,
- Volkov, N. (1986). Biochemistry of sport. En: Menshikov V., Volkov N. (Eds.). *Biochemistry*. Moscow, Fizkultura i Sport, págs. 267-381.
- Wilmore, J.H., Costill, D.L. (1993). *Training for sport and activity. The physiological basis of the conditioning process*. Champaign, IL, Human Kinetics.
- Zatsiorsky, V. (1995). *Science and practise of strength training*. Champaign, IL, Human Kinetics.



ENTRENABILIDAD
DEL
DEPORTISTA





El talento humano como concepto tiene muchos componentes; uno de ellos particularmente importante para el deporte es que los deportistas destacados responden mejor a las cargas y ejercicios del entrenamiento que los individuos con menos talento. Esta característica de reacción positiva al entrenamiento se conoce como *entrenabilidad*. A grandes rasgos, la entrenabilidad se puede definir como la capacidad para mejorar el potencial de trabajo del deportista mediante un entrenamiento especialmente organizado. Al menos tres aspectos parecen particularmente importantes desde el punto de vista de la preparación de los deportistas:

- Herencia relacionada con los determinantes de la entrenabilidad.
- Cómo cambia la entrenabilidad con la progresión del nivel de deportista.
- El sexo relacionado con los determinantes de la entrenabilidad deportiva.

El propósito de este capítulo es aclarar las particularidades mencionadas.

HERENCIA RELACIONADA CON LOS DETERMINANTES DE LA ENTRENABILIDAD

Para entender la naturaleza de la entrenabilidad, las posibilidades y las limitaciones del entrenamiento deportivo, es necesario contestar a las siguientes preguntas:

- ¿Contribuye realmente la herencia a la conquista del éxito en el deporte?
- ¿Cuáles son los condicionantes genéticos de los principales rasgos somáticos y funcionales?
- ¿En qué medida la respuesta al estímulo del entrenamiento (efecto acumulativo del entrenamiento) es genéticamente dependiente?

Estas preguntas pertenecen en su mayoría al área de la genética deportiva, en la que los estudios de la contribución de la herencia a la actividad física y al rendimiento deportivo son razonablemente extensos. Los logros específicos de las investigaciones genéticas que se pueden aplicar al área deportiva son los estudios con gemelos, las investigaciones con familias y los estudios experimentales sobre la entrenabilidad.

Familias destacadas en el mundo del deporte

Los estudios sobre familias no se emplean frecuentemente en las investigaciones genéticas. Se evaluaron los rasgos somáticos y fisiológicos de los padres y sus descendientes (revisión de Malina y Bouchard, 1986; Bouchard *et al.*, 1997) en diferentes poblaciones de Europa y Norteamérica. Los resultados mostraron una gran diferencia con respecto al tipo de relación y a la población estudiada.

Desafortunadamente, los métodos genéticos clásicos cuantitativos tienen muchas limitaciones, especialmente en el caso del análisis de las familias destacadas del deporte. Los entrenadores y los científicos del deporte señalaron, sin embargo, que los padres de los deportistas de elite están normalmente más desarrollados que la población general y que a veces tienen experiencia en deportes de alto rendimiento. Algunos de ellos consiguieron resultados destacados. La tabla 3.1 muestra algo llamado "dinastías del deporte".

Ciertamente, cada deportista destacado es único (campeón olímpico, campeón del mundo y medallista). Un acontecimiento ocasional de dos deportistas destacados en una misma familia es insignificante. Cada miembro de esa familia puede ser analizado como "estudio de caso". Una recopilación de estos casos sería de gran interés para entender la naturaleza del talento deportivo y la importancia de los factores relacionados con la herencia.

Desde luego, la educación familiar de los hijos de los grandes deportistas estaba muy a menudo orientada a la ambición deportiva desde la infancia; es posible entonces que sus condiciones de entrenamiento fueran más favorables que las de la población promedio. No se puede ignorar la influencia

Ejemplos de las familias de campeones olímpicos o del mundo y medallistas (Fuentes: Kamper, 1983; Shvarts y Khrushchov, 1984; Matthews, 1997).

Tabla 3.1.

Padres, país	Deporte, logros	Hijos, país	Deporte, logros
Padre: Casmir Gustav, Alemania	Esgrima. Dos medallas de oro y dos medallas de plata olímpicas en 1906	Hijo: Casmir Edwin, Alemania	Esgrima. Dos medallas olímpicas de plata en 1928, dos medallas olímpicas de bronce en 1936
Padre: Swahn Oskar Gomer, Suecia	Tiro. Campeón olímpico en 1908 y 1912, medalla olímpica de plata en 1920	Hijo: Swahn Alfred, Suecia	Tiro. Campeón olímpico en 1908 y 1912, medalla olímpica de plata en 1920 y 1924
Padre: Gerevich Aladar, Hungria	Esgrima. Campeón olímpico en 1932, 1936, 1948, 1952, 1956 y 1960	Hijo: Gerevich Pal, Hungria	Esgrima. Medalla olímpica de bronce en 1972
Madre: Szekeli Eva, Hungria	Natación. Campeona olímpica en 1952, medalla olímpica de plata en 1956	Hija: Gyarmati Andrea, Hungria	Natación. Medallas olímpicas de plata y bronce en 1972, campeona de Europa y dos medallas de plata en 1970
Padre: Gyarmati Dezso, Hungria	Waterpolo. Campeón olímpico en 1952, 1956 y 1964, medalla olímpica de plata en 1948 y medalla olímpica de bronce en 1960		
Padre: Tishtenko Anatoli, URSS	Kayak. Campeón del mundo en 1970, campeón de Europa en 1971	Hijo: Tishtenko Anatoli, URSS, Rusia	Kayak. Campeón del mundo en 1990, 1991 y 1994 (tres veces)

Padre: Hall Gary, EE.UU.	Natación. Medalla de plata en los Juegos Olímpicos de 1968 y 1972, medalla de bronce en los Juegos Olímpicos de 1976	Hijo: Hall Gary, EE.UU.	Natación. Dos medallas de oro (relevos) y dos medallas de plata en los Juegos Olímpicos de 1996, campeón olímpico en 2000 (una prueba individual, dos relevos)
Padre: Anissin Viacheslav, URSS	Hockey sobre hielo. Campeón de Europa y del mundo en 1973, 1974 y 1975	Hija: Anissina Marina, URSS	Patinaje artístico. Campeona olímpica en 2002, medalla olímpica de bronce en 1998, campeona del mundo en 2000, medallas de plata en 1998, 1999 y 2001, campeona de Europa en 2000 y 2002
Padre: Bure Vladimir, URSS	Natación. Medalla olímpica de plata y dos de bronce en 1972, medalla olímpica de bronce en 1968, campeón de Europa en 1970	Hijo: Bure Pavel, Rusia, EE.UU.	Hockey sobre hielo, medalla olímpica de plata en 1998, medalla olímpica de bronce en 2002. Premios: Maurice Richard - máximo goleador (2), equipo NHL All-star (6)
		Hijo: Bure Valery, Rusia, EE.UU.	Hockey sobre hielo. Medalla olímpica de plata en 1998, medalla olímpica de bronce en 2002, equipo NHL All-star (1)
Padre: Montano Mario Aldo, Italia	Esgrima. Campeón olímpico en 1972, medalla olímpica de plata en 1976 y 1980	Hijo: Montano Aldo, Italia	Campeón olímpico y medalla olímpica de plata en 2004
Padre: Janics Milan, Yugoslavia	Kayak. Campeón del mundo en 1978, 1979 y 1982, medalla olímpica de plata en 1984	Hija: Janics Natasha, Hungria	Kayak. Campeona del mundo de 2002-2007, dos veces campeona olímpica en 2004, campeona olímpica en 2008

de este factor. No obstante, y sin duda, los padres destacados tuvieron que estar genéticamente predispuestos a cierta actividad deportiva. Esta herencia relacionada con los beneficios era en parte transmitida a su descendencia. Por tanto, la probabilidad de triunfar en el deporte de alto rendimiento es mucho mayor en los hijos de campeones. Sergijenko (2000) era de la opinión de que la descendencia del deportista destacado tiene un 50% de probabilidad de heredar capacidades deportivas excelentes. Esta probabilidad alcanza un 75% en la descendencia cuyos dos padres eran deportistas destacados (el último caso se produjo una vez en nuestra lista [familia de Andrea Gyarmati]). Omitiendo la duda sobre la precisión de esta sugerencia, los casos mostrados anteriormente impresionan bastante.

Determinación genética de los rasgos somáticos y fisiológicos

La estimación cuantitativa de la herencia, aunque sea muy sofisticada, permite continuar estudiando la primera pregunta y responder a la segunda. El método más empleado para evaluar la herencia de varios rasgos es la investigación con gemelos. En general, la idea del método de los gemelos se basa en la comparación de la semejanza de gemelos idénticos (monocigotos) con la de los mellizos (dicigotos). Como los gemelos monocigotos tienen una herencia idéntica, todas las diferencias de sus capacidades se atribuyen a la influencia medioambiental. Los mellizos comparten la mitad de los genes; su herencia es diferente, pero las condiciones medioambientales son normalmente idénticas. La estimación cuantitativa del efecto hereditario es la *heredabilidad*, que caracteriza el grado de determinación genética de varios rasgos.

A pesar de las dificultades obvias, los estudios con gemelos constituyen una rama de la ciencia del deporte extensa y con gran cantidad de información que representa un conocimiento muy valioso relacionado con la herencia de los rasgos morfológicos y las características de la condición física.

Bien es sabido que los diferentes deportes tienen ciertas demandas específicas para “construir” el cuerpo de los deportistas de éxito. Se ha investigado minuciosamente la determinación genética de los rasgos somáticos

más importantes. Los diversos datos de estos estudios se resumen más adelante (tabla 3.2).

El somatotipo entendido como una recopilación de la linealidad, la anchura y las dimensiones de la masa grasa corporales está bajo un diferente control genético: linealidad, fuerte; anchuras y masa muscular, medio; grasa corporal, débil. Esto provocó que su significado como indicadores de las predisposiciones deportivas fuera diferente. La altura del cuerpo tiene un significado importante como predisposición para muchos deportes. Las anchuras corporales pueden ser también importantes como un factor que afecta la idoneidad para ciertas disciplinas, a pesar de su menor heredabilidad. La grasa corporal total está controlada genéticamente en un grado pequeño. Por tanto, la constitución del cuerpo de un deportista puede corregirse con éxito en los procesos del entrenamiento (excluyendo las dimensiones lineales).

La grasa corporal total, variable extremadamente importante en muchos deportes, depende en menor grado de la herencia. Por tanto, la constitución del cuerpo de un deportista con excesiva masa grasa se puede corregir con éxito, mientras que las proporciones corporales principales se pueden cambiar en menor medida. De todos modos, la predisposición a ciertos

Tabla 3.2.

Aproximación a la heredabilidad de los principales rasgos somáticos (basado en Kovar, 1980; Shvarts y Khrushtchov, 1984; Szopa et al., 1985 y 1999; Bouchard et al., 1997).

Característica	Control genético general	Nivel de aproximación a la heredabilidad
Longitudes del cuerpo: altura, extremidades, pies	Fuerte	70%
Anchuras del cuerpo: hombros, muslo, etc.	Medio	50%
Grasa corporal total	Bajo	20-30%
Masa muscular	Medio	40%

deportes, que se ve afectada por las pronunciadas demandas de las logitudes del cuerpo, es heredada en gran medida, ya que las dimensiones corporales lineales tienen una heredabilidad de alrededor del 70%. Esta afirmación responde en parte a la pregunta de cómo contribuye la herencia al triunfo en el deporte.

Tabla 3.3. *Heredabilidad de varias características de capacidades motrices (basado en Kovar, 1980; Mleczko, 1992; Klissouras, 1997; Bouchard et al., 1997; Szopa et al., 1999).*

Características	Control genético general	Nivel de aproximación de heredabilidad
Potencia anaeróbica aláctica	Fuerte	70-80%
Potencia anaeróbica láctica	Medio	~ 50%
Lactato sanguíneo máximo	Alto	~ 70%
Potencia aeróbica (VO ₂ máx)	Bajo-medio	~ 30%
Fuerza isométrica máxima	Bajo	20-30%
Fuerza-resistencia (resistencia a la acidez)	Medio	40-50%
Velocidad de reacción	Bajo	20-30%
Coordinación de los movimientos de los brazos	Medio	~ 40%
Orientación espacial	Alto	~ 60%
Equilibrio	Medio	~ 40%
Frecuencia de los movimientos	Medio	40-50%
Flexibilidad	Medio	~ 40%

Se han realizado estudios similares en relación con la heredabilidad de varias características motrices del estado físico (tabla 3.3).

Esta tabla incluye sólo las principales capacidades funcionales, pero son las más importantes en muchos tipos de deportes. Como podemos observar, en general, están bajo un control genético mucho menor (que los rasgos somáticos). Estos rasgos son más susceptibles al entrenamiento que la mayoría de los rasgos somáticos. Hay que resaltar que en publicaciones anteriores los valores estimados de la heredabilidad fueron mucho mayores que en las investigaciones nuevas y más correctas metodológicamente.

La característica metabólica más relevante fue la capacidad aeróbica máxima (consumo de oxígeno). Su historia puede servir como un ejemplo perfecto de la evolución de los puntos de vista de ciertos investigadores: desde una estimación muy alta de la heredabilidad de esta capacidad en trabajos anteriores (alrededor de 90%) a una relativamente baja y susceptible de entrenamiento (en torno al 30%) en las publicaciones nuevas (véase Bouchard *et al.*, 1997). Se encontró un nivel particularmente alto de determinación genética en relación con la potencia anaeróbica (especialmente la aláctica) y el lactato en sangre máximo; en consecuencia, la fuerza explosiva, las capacidades de velocidad, etc., están fuertemente controladas por la genética. La contribución genética mostró las capacidades de coordinación dirigidas por la parte superior del sistema nervioso, como la orientación espacial, la inteligencia, etc. El resto de las capacidades funcionales mostraron una heredabilidad media o baja y al mismo tiempo una gran entrenabilidad.

A la luz de la heredabilidad de los diferentes rasgos somáticos, es más comprensible la situación general con la entrenabilidad específica de la competición. Por ejemplo, los deportistas con un nivel heredado de productividad anaeróbica relativamente bajo estarán muy limitados en las disciplinas de velocidad, en las que estas demandas son pronunciadas. Existe una situación similar en otros deportes que requieren un alto nivel de velocidad máxima. La situación es mucho más optimista en las disciplinas de fuerza y resistencia, particularmente en las competiciones de alta coordinación. Las limitaciones relacionadas con la herencia en esos deportes no son tan fuertes.

Determinación genética del efecto acumulativo del entrenamiento

Hay que resaltar que la influencia de la herencia es muy diferente respecto a varias capacidades y funciones motrices. Además, la heredabilidad de cierta capacidad motriz y de la respuesta al entrenamiento para desarrollar esta capacidad pueden ser también diferentes. Las relaciones entre la capacidad dependiente de la herencia y la respuesta al entrenamiento se pueden describir a partir de tres premisas:

- La capacidad motriz depende fuertemente de la herencia; el efecto del entrenamiento para esta capacidad también depende mucho de la herencia. En este caso, el estado y el rendimiento finales del deportista están definitivamente determinados por la genética.
- La capacidad motriz depende fuertemente de la herencia, pero el efecto del entrenamiento para esta capacidad depende ligeramente de la herencia. En este caso el estado y el rendimiento finales del deportista están moderadamente determinados por la herencia.
- Tanto la capacidad motriz como el efecto del entrenamiento para esta capacidad dependen ligeramente de la herencia. En este caso, el estado y el rendimiento finales del deportista dependen muy poco de la herencia, y los demás factores (preparación, recuperación, etc.) son de importancia primordial.

En muchos estudios se investigó la heredabilidad de la respuesta al entrenamiento. Los casos sólo se refirieron al entrenamiento relativamente a largo plazo, y sus resultados pueden considerarse como los efectos acumulativos del entrenamiento.

Estudio de caso. Se sometió a dos gemelas idénticas a una prueba para determinar la potencia aeróbica máxima en cinta sin fin y en piscina (Holmer y Åstrand, 1972). Ambas hermanas eran nadadoras; una de ellas era por aquel entonces miembro del equipo nacional. La segunda había parado su

carrera de alto rendimiento unos años antes del estudio, pero seguía un programa diversificado de condición física general como estudiante de educación física. A pesar de las diferencias drásticas del nivel específico de la natación y de la potencia aeróbica medida nadando en la piscina, la potencia aeróbica máxima de ambas gemelas en la cinta sin fin fue la misma. Por tanto, el duro entrenamiento de natación permitió que la hermana con éxito se uniera al deporte nacional de elite, pero no afectó a su potencia aeróbica máxima, que permaneció en el nivel anterior.

La tabla 3.4 resume los datos de varios estudios. Es interesante que la herencia relacionada con las respuestas al entrenamiento sea muy específica de la competición. Las respuestas producidas por el entrenamiento de la fuerza máxima y la velocidad máxima son independientes (o ligeramente dependientes) de la herencia, mientras que el efecto acumulativo del entrenamiento de la resistencia anaeróbica glucolítica y particularmente de la potencia aeróbica máxima depende mucho de los factores genéticos.

Hay que destacar la herencia en el aprendizaje motor y el perfeccionamiento de las habilidades técnicas. Los extensos estudios que se han llevado a cabo en esta área tienen relación con las tareas motrices elementales y no con las capacidades deportivas (véase el estudio de Bouchard *et al.*, 1997). No obstante, los resultados sugieren que la sensibilidad al aprendizaje motor es bastante variable entre grupos de edades, sexos y diversas tareas. En general, la adquisición y la perfección de estas habilidades motoras relativamente simples y no deportivas no dependen, o dependen muy poco, de la herencia. Cabe suponer que la determinación genética de las habilidades deportivas altamente coordinativas es baja o moderada.

En conclusión, resaltaremos que los deportistas de elite son personas que han heredado varios beneficios somáticos y fisiológicos, así como la capacidad para responder bien al entrenamiento. La combinación de estos dos factores determina la posibilidad de alcanzar un nivel de maestría en habilidades deportivas, las cuales se pueden tratar como las principales predisposiciones del talento deportivo. Sin embargo, el resultado final del entrenamiento deportivo (maestría técnica y motriz) depende sobre todo de

Tabla 3.4.

Heredabilidad de los efectos acumulativos en el desarrollo de un entrenamiento en diferentes modalidades.

Modalidad de entrenamiento	Diseño del estudio	Resultados	Fuente
Entrenamiento de fuerza	10 semanas de entrenamiento de fuerza isocinético de 5 parejas de gemelos monocigotos	Los resultados sugieren que el efecto del entrenamiento era independiente de la herencia	Thibault, Simoneau <i>et al.</i> , 1986
Entrenamiento aeróbico	20 semanas de entrenamiento de resistencia de 10 parejas de gemelos monocigotos	Los cambios de la potencia aeróbica máxima dependen un 75-80% de la herencia. La respuesta del umbral anaeróbico depende un 50% aproximadamente de la herencia	Prud'homme <i>et al.</i> , 1984
Entrenamiento anaeróbico	15 semanas de entrenamiento intermitente de alta intensidad de 14 parejas de gemelos monocigotos	La respuesta de la capacidad aláctica evaluada con pruebas de 10 segundos es independiente de la herencia. La respuesta a la resistencia glucolítica evaluada con pruebas de 90 segundos depende un 65% aproximadamente de la herencia	Simoneau <i>et al.</i> , 1986

la preparación a largo plazo. Esto da mucha libertad a la creatividad de los entrenadores e incluso permite compensar (aunque sólo en parte) las limitaciones genéticas. Además, se debe mencionar que las condiciones de vida son el factor relevante que apoya la entrenabilidad: nutrición, descanso

suficiente, recuperación biológica, condiciones normales para la actividad profesional, clima psicológico y condiciones sociales adecuadas.

ENTRENABILIDAD Y NIVEL DE RENDIMIENTO

Bien es sabido que los deportistas poco cualificados mejoran su rendimiento muy rápidamente, aunque no entrenen tan duro y sistemáticamente como sus homólogos experimentados. Obviamente, la respuesta a los estímulos del entrenamiento es más pronunciada y por ello su entrenabilidad es mayor. Esto corresponde a los principios de la adaptación relacionados con el entrenamiento que se expusieron anteriormente. No obstante, incluso entre principiantes de la misma edad y preparación preliminar parecida, la respuesta al entrenamiento es muy diferente. Estos aspectos particulares de la entrenabilidad se exponen a continuación.

Tendencia a largo plazo de la entrenabilidad

Normalmente, los volúmenes de entrenamiento y los beneficios del rendimiento en el deporte que se pueden medir (atletismo, natación, patinaje de velocidad, ciclismo, etc.) están muy documentados. Los entrenadores conocen el volumen de los ejercicios realizados durante un período de tiempo dado y el progreso obtenido. La situación normal es que las cargas del entrenamiento aumenten continuamente, pero el índice de mejora, desafortunadamente, desciende. El gráfico de la figura 3.1 muestra esta situación típica en la preparación de nadadores jóvenes.

El gráfico muestra que en las edades comprendidas entre 12 y 17 años el volumen anual de entrenamiento aumentó de 665 a 1.950 km, mientras que el ritmo de ganancia en el rendimiento descendió de un 6,2% a un 1,8%. Esta reducción natural del índice de mejora está determinada por muchos factores, pero principalmente por la adaptación biológica a los estímulos del entrenamiento activo. Esta tendencia general se puede presentar esquemáticamente como un embudo (figura 3.2). Los deportistas poco cualificados son más sensibles a cualquier tipo de carga debido a la alta trans-

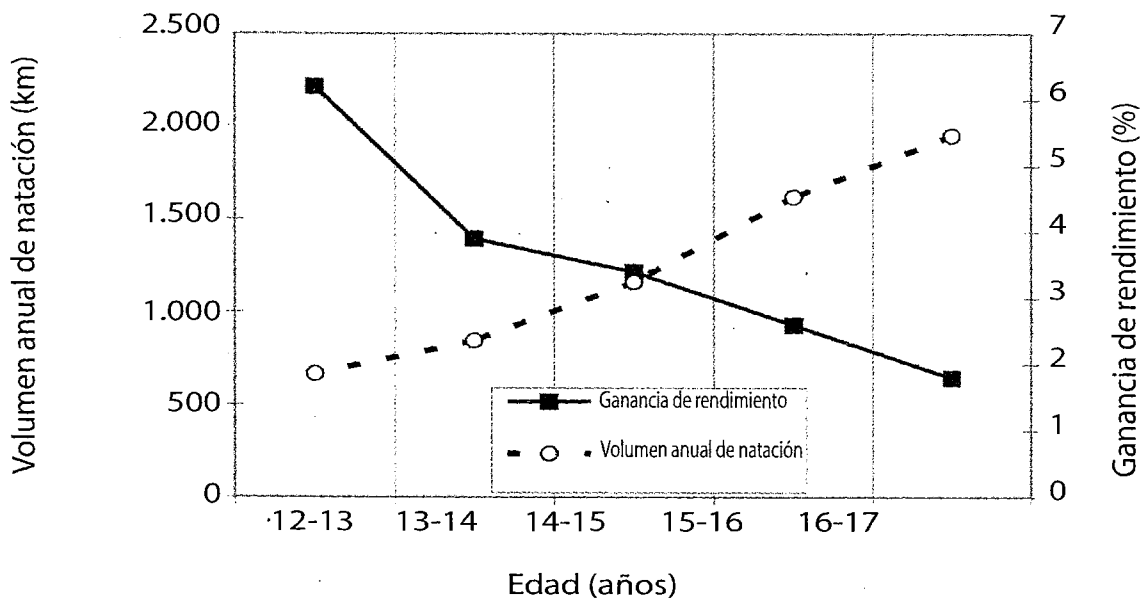


Figura 3.1. *Cambios a largo plazo de los volúmenes del entrenamiento y ganancias de rendimiento entre nadadores masculinos jóvenes (datos promedio del colegio internado de los deportistas con talento en la RDA).*

ferencia positiva de las capacidades motrices de ejercicios específicos e inespecíficos para el rendimiento de competición. En otras palabras, el área objetivo de muchos ejercicios es muy amplia y éstos producen un pronunciado efecto positivo. Los deportistas altamente cualificados son selectivamente sensibles a las cargas especiales, lo que debería corresponderse con las demandas específicas fisiológicas y técnicas de ciertos deportes. Sólo estos tipos de ejercicios proporcionan una transferencia positiva de las capacidades y habilidades motrices. Por tanto, el área objetivo del grupo de ejercicios es relativamente pequeña y sólo los ejercicios elegidos cuidadosamente pueden afectar directamente las capacidades objetivo. Así pues: a) las capacidades objetivo entre los deportistas de elite son menos accesibles a los estímulos del entrenamiento que entre los deportistas menos cualificados, y b) la entrenabilidad de los deportistas altamente cualificados es respectivamente más baja.

Las principales consecuencias de los factores anteriores se pueden expresar como sigue:

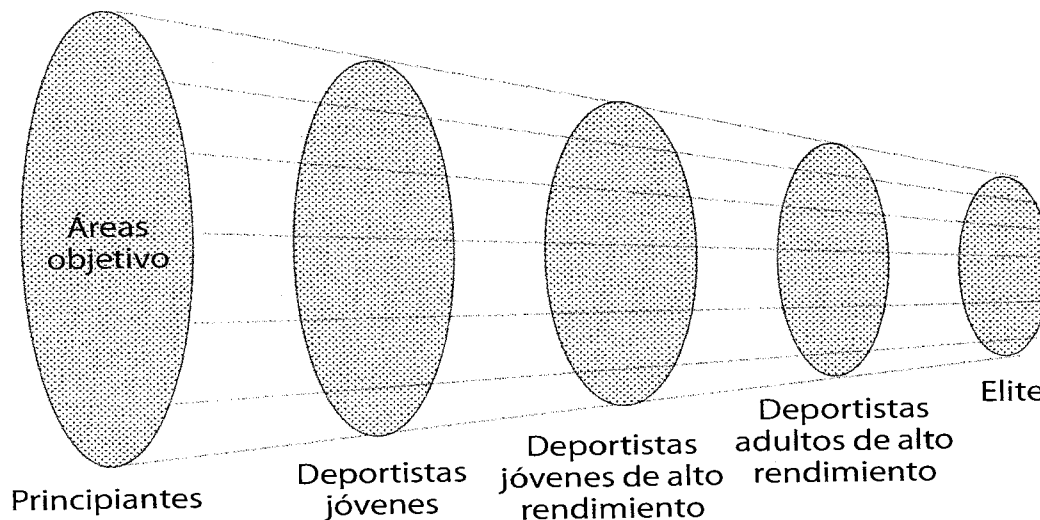


Figura 3.2. *Reducción de las áreas objetivo accesibles a los estímulos del entrenamiento con el aumento del nivel de rendimiento de los deportistas (efecto embudo).*

- el número de ejercicios que efectivamente influyen en la condición física específica de la competición disminuye a medida que aumenta la calidad del deportista;
- el nivel de especificidad de los ejercicios de desarrollo (adecuación a la competición) debería aumentar junto con el nivel de cualificación del deportista;
- la preparación racional de los deportistas de alto rendimiento requiere una búsqueda centrada en nuevos (o relativamente nuevos) ejercicios específicos de la competición con el fin de obtener el efecto deseado del entrenamiento.

Niveles altos y bajos de respuestas al estímulo de entrenamiento

Imaginemos que varios deportistas de similar cualificación realizan el mismo programa de entrenamiento. Después de cierto tiempo, algunos de estos deportistas logran unas ganancias notables de condición física; la reacción

a este entrenamiento se puede calificar de *respuesta alta al entrenamiento*. Algunos miembros del grupo consiguieron una mejora media; manifestaron una *respuesta media al entrenamiento*. Los demás deportistas exhibieron una mejora pequeña o insignificante; sus resultados del entrenamiento evidenciaron una *respuesta baja al entrenamiento*. Siguiendo esta cualificación se puede subdividir a todos los deportistas en tres grupos diferentes:

- Respuesta baja.
- Respuesta media.
- Respuesta alta (figura 3.3).

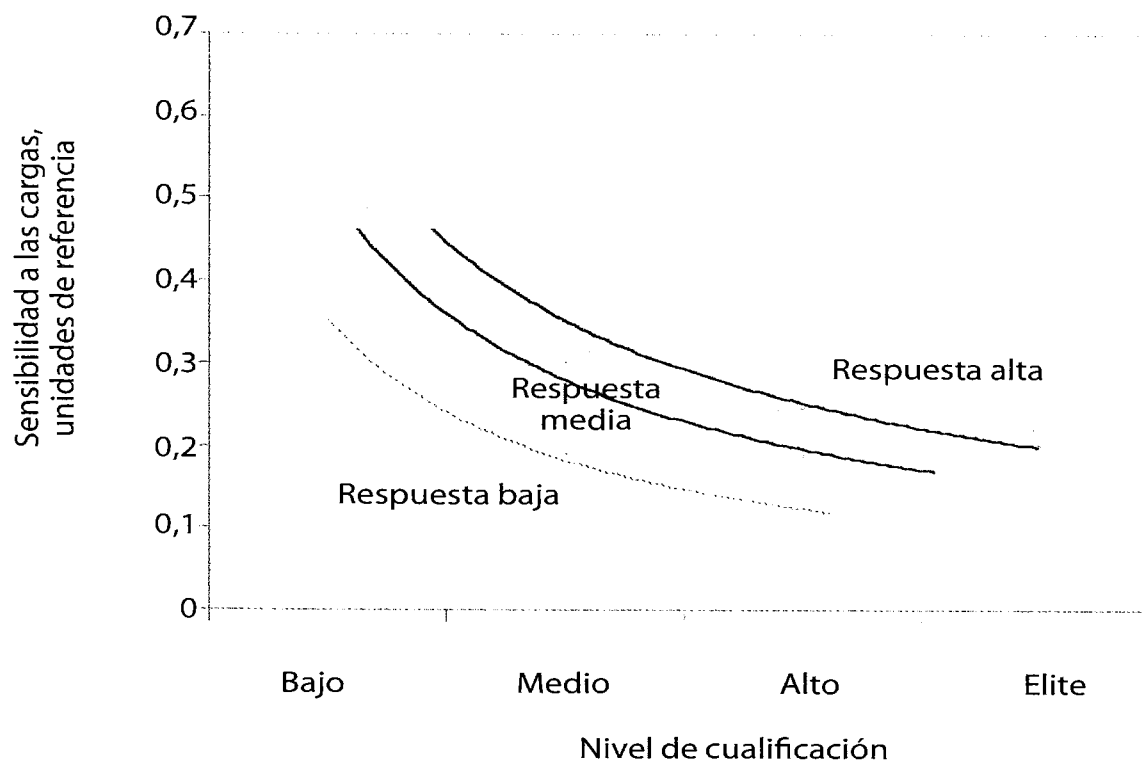


Figura 3.3.

Subdivisión de deportistas en función de su sensibilidad a las cargas y de la respuesta al programa de entrenamiento. En cada nivel de cualificación, los de alta respuesta tienen una sensibilidad superior a las cargas del entrenamiento, a pesar de la tendencia general a la reducción.

Como ya hemos visto en el primer apartado de este capítulo, los deportistas de elite consiguen su nivel de rendimiento gracias a una entrenabilidad alta y pertenecen definitivamente a la categoría de “respuesta alta”. No obstante, según el gráfico de la figura 3.3, los que tienen respuesta alta se pueden encontrar incluso en el nivel bajo de la cualificación. Este diagnóstico requiere una evaluación del índice de mejora de las capacidades específicas del deporte después de los programas de entrenamiento apropiados. De hecho, los resultados de las investigaciones longitudinales confirman la alta posibilidad de predecir los datos que se registran en las primeras etapas de la preparación de deportistas adultos (Bulgakova y Vorontsov, 1990; Vorontsov *et al.*, 1999). Evidentemente, los ritmos de mejora individuales muestran unas desviaciones amplias, según determinan la maduración biológica, la experiencia previa y los factores sociales. No fueron identificados todos los deportistas de elite con éxito en sus primeras etapas de la preparación; algunos fueron ignorados por entrenadores y administradores desatentos. El problema de la identificación de los deportistas con talento no se ha resuelto aún con fines prácticos (véase capítulo 7). Sin embargo, la implementación de los conceptos “alta respuesta” y “baja respuesta” puede ayudar a encontrar una solución práctica.

ENTRENABILIDAD Y DIFERENCIACIÓN POR EL SEXO

La tendencia general del deporte contemporáneo de alto rendimiento es una reducción de las diferencias entre los logros deportivos de las mujeres y de los hombres. Por ejemplo, en el período comprendido entre 1985 y 2004, las mujeres mejoraron un 4% los récords mundiales en maratón, mientras que la mejora de los hombres fue sólo del 1,8% (Cheuvront *et al.*, 2005). Evidentemente, los factores sociales y culturales pospusieron el desarrollo del deporte femenino de alto rendimiento y hoy día su nivel contrasta de forma destacado con su pasado histórico. No obstante, muchos de los aspectos de la diferencia entre sexos (DS) siguen siendo confusos y discutibles. Es decir, la entrenabilidad de las deportistas respecto a varios componentes de la condición física es de gran importancia y se tendrá en cuenta más adelante.

Diferencias entre sexos en los rendimientos deportivos máximos

Existen muchos datos que comparan los esfuerzos musculares máximos del hombre y la mujer. La mayoría de estas comparaciones se han realizado con sujetos desentrenados o no igualmente entrenados. No obstante, los logros destacados de los deportistas de elite han atraído la atención de expertos deportivos desde principios del siglo pasado. Puede que el pionero de dichos estudios fuera el ganador del Premio Nobel A.V. Hill (1928), quien plasmó en un gráfico récords mundiales de hombres y mujeres en las disciplinas de atletismo y analizó las diferencias. Hoy en día ha aumentado drásticamente el número de disciplinas deportivas en las que las deportistas compiten en las mismas condiciones los hombres.

De igual manera, también aumentó la posibilidad de hacer comparaciones. Generalmente, el análisis de las disciplinas de atletismo es de especial interés porque incluye diferentes duraciones, desde muy cortas (100 m) hasta extremadamente largas (100 km). Así, podemos examinar la contribución de los diferentes sistemas metabólicos en el amplio intervalo de duración de los ejercicios (figura 3.4).

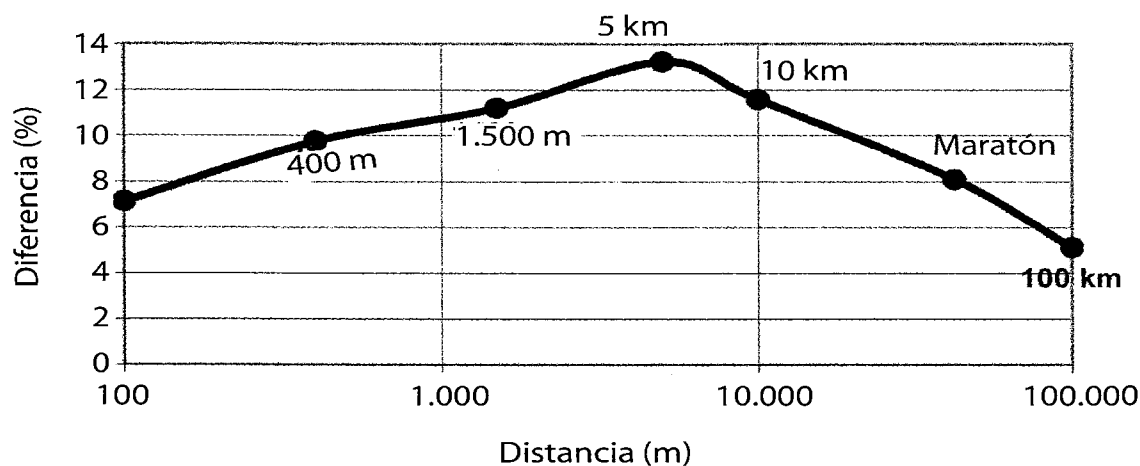


Figura 3.4.

Diferencias entre sexos de los récords mundiales en atletismo. Estos récords se han obtenido de la página oficial de IAAF (Asociación Internacional de Federaciones de Atletismo); válido para 1 de enero de 2006 (Issurin y Lustig, 2006).

La curva del gráfico muestra un pico bien definido correspondiente a la prueba de 5 km, en la que la diferencia entre hombres y mujeres es un 13,3%. Los valores mínimos son para las pruebas más cortas (100 m, 7,1%) y para las distancias más largas (100 km, 5,1%). Se puede asumir que la DS máxima en 5 km está predispuesta por la mayor DS en los correspondientes sistemas metabólicos. Esta asunción se examinará en la siguiente sección.

Observemos y comparemos la DS en las disciplinas que precisan una fuerza máxima y explosiva. Las pruebas con unas condiciones de rendimiento idénticas para hombres y mujeres son los saltos de altura, de longitud y el triple salto en un programa de atletismo, y la arrancada y los dos tiempos en halterofilia, específicamente en la categoría de 69 kg en el programa de hombres y mujeres. En consecuencia, uno puede comparar la DS en ejercicios típicos de fuerza explosiva (salto de altura, de longitud y triple salto) y en ejercicios de fuerza máxima muy claros (arrancada, dos tiempos) (figura 3.5).

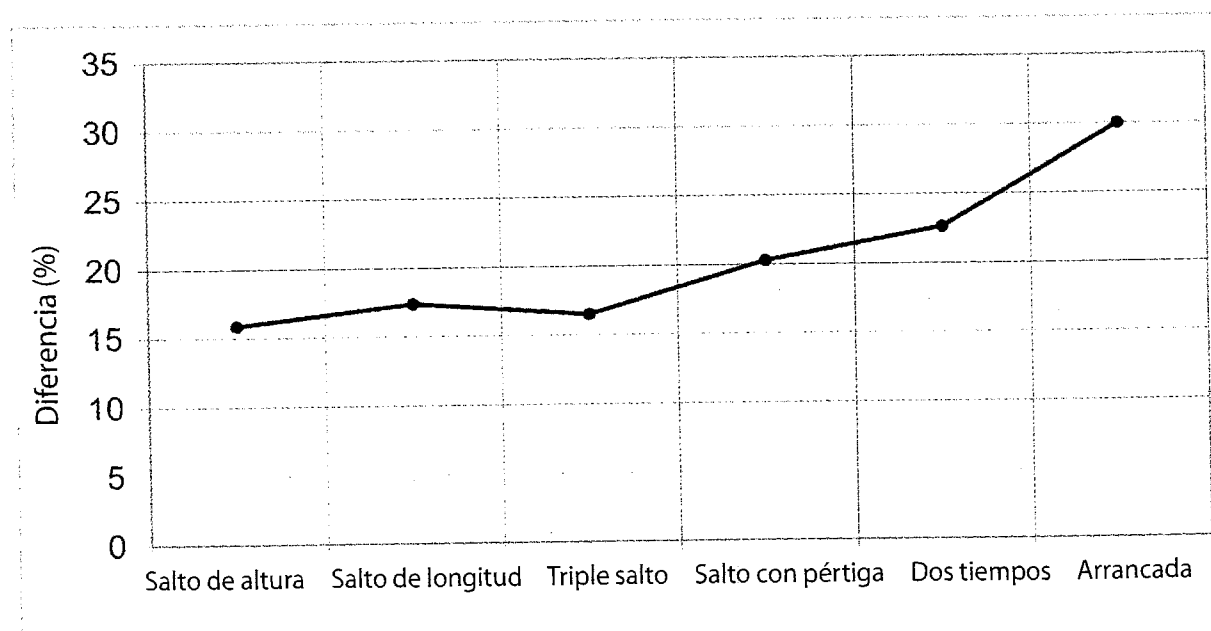


Figura 3.5. *Diferencias entre sexos de los récords mundiales en atletismo. Récords mundiales obtenidos de la página oficial de las federaciones internacionales de atletismo (IAAF) y halterofilia (IWF), actualizada el 1 de enero de 2006 (Issurin y Lustig, 2006).*

Así pues, el rango total de la DS en los rendimientos máximos deportivos se puede expresar de la siguiente manera:

- Disciplinas de velocidad máxima (carrera de 100 m): 7,1%.
- Disciplinas de resistencia anaeróbica glucolítica (carrera de 400-1.500 m.): 9,7-11,2%.
- Disciplinas de resistencia de duración media (carrera de 5-10 km): 11,6-13,2%.
- Disciplinas de resistencia de duración larga (maratón: carrera de 100 km): 8,1-5,1%.
- Disciplinas de fuerza explosiva (saltos): 15,9-17,4%.
- Disciplinas de fuerza máxima (arrancada, dos tiempos): 22,6-30%.

La comparación de las diferencias entre sexos mostradas anteriormente en varias pruebas revela una mayor superioridad de los hombres sobre las mujeres en los ejercicios de fuerza explosiva y máxima frente a las disciplinas de resistencia y velocidad máxima. Aparentemente, los factores fisiológicos específicos del sexo predisponen a la marcada diferencia entre sexos en los rendimientos de deportistas de alto nivel, la cual, supuestamente, determina la entrenabilidad de éstos.

Diferencias entre sexos en los determinantes fisiológicos de la capacidad motriz

Veamos primero las DS en los principales factores fisiológicos que afectan el alto rendimiento y la entrenabilidad (tabla 3.5).

Los datos de la tabla 3.6 refutan la opinión muy extendida sobre la total superioridad de los hombres en las capacidades funcionales para esfuerzos físicos intensos. De hecho, las deportistas tienen la misma calidad muscular que los hombres, una resistencia a la fatiga más favorable en ejercicios de intensidad baja y moderada, un mejor uso de la grasa durante un ejercicio prolongado y una recuperación más rápida. Los beneficios de los hombres están más condicionados por los factores antropométricos y por varias consecuencias de una mayor concentración de testosterona masculi-

Tabla 3.5.

Los principales factores fisiológicos que afectan el alto rendimiento y la entrenabilidad (Issurin y Lustig, 2006).

Factor	Diferencias de género	Razones	Fuente
Composición corporal	Las mujeres tienen por media un 10% más de grasa corporal relativa y, por consiguiente, menos masa muscular relativa	Las hormonas sexuales estimulan la hipertrofia muscular en los hombres, mientras que las mujeres tienen una sensibilidad mayor a los receptores de lipólisis	Astrand et al., 2003
Contractilidad muscular	No hay diferencia en la fuerza máxima ni en la velocidad contractil por unidad del área de sección transversal (AST) de los músculos	El AST de los músculos de las mujeres es más pequeña, pero los hombres no tienen beneficios histoquímicos de su contenido en fibra	Trappe et al., 2003
Gasto cardíaco	Los hombres tienen un mayor gasto cardíaco debido a su mayor volumen sistólico	El ventrículo izquierdo del corazón de los hombres es más grande, lo cual beneficia el bombeo de la sangre	Pelliccia et al., 1996
Resistencia a la fatiga	Las mujeres tienen una mayor resistencia a la fatiga en esfuerzos musculares moderados y bajos y se recuperan más rápidamente que los hombres	Las mujeres tienen ajustes cardiovasculares centrales beneficiosos y un índice reducido de la frecuencia cardíaca; los hombres necesitan un índice mayor de conducción descendente para mantener un esfuerzo similar	Clark et al., 2003; Hunter et al., 2004

Utilización del sustrato	Las mujeres emplean menos glucógeno y la oxidación de las grasas aumenta más durante ejercicios prolongados	Las hormonas sexuales estimulan la depleción del glucógeno. Las mujeres tienen un metabolismo de las grasas favorable	Friedlander et al., 1998; Tamopolsky et al., 1995
Economía	No hay diferencias entre los sexos en los ejercicios de intensidad similar relativa	El aporte de energía es similar para una actividad de la misma intensidad relativa expresada en función de la masa corporal	Daniels y Daniels, 1992
Factor hormonal	El valor de la testosterona en los hombres es de 10 a 20 veces mayor que en las mujeres	Dimorfismo sexual del sistema endocrino; es decir, función de los testículos en los hombres	Medical Encyclopedia, 2004

na; es decir, el efecto anabólico que afecta la hipertrofia muscular, la mayor producción y agotamiento del glucógeno muscular, una hipertrofia más pronunciada del ventrículo izquierdo inducida por el entrenamiento, etc. Teniendo todo ello en cuenta, se puede entender y explicar más fácilmente la DS en las capacidades motrices y los rendimientos deportivos. Continuemos esta consideración en relación con la DS en las capacidades motrices de los deportistas (tabla 3.6).

La diferenciación sexual relacionada con la fuerza en particular es un tema popular de exposición e investigación, y la razón de la diferencia entre hombre y mujer se atribuye principalmente al efecto anabólico de la testosterona.

La explicación habitual es que los valores absolutos de fuerza máxima son mucho más altos en los hombres. Hay que resaltar que la hipertrofia de las fibras de contracción rápida y, por consiguiente, de su área de sección transversal es mucho más pronunciada en los hombres que en las mujeres, es decir, el área de estas fibras de contracción rápida es un 40% mayor en los hombres entrenados que en los hombres desentrenados, mientras que

Diferencias de género en las capacidades motoras de los atletas
(Issurin y Lustig, 2006).

Tabla 3.6.

Capacidad motriz	DS	Razones	Fuente
Fuerza	La fuerza máxima de las mujeres entrenadas es menos del 30% al 40%. Si se normaliza la fuerza en relación con la masa muscular, la brecha disminuye hasta el 5%	El efecto anabólico de la testosterona determina una mayor masa muscular en los hombres con en torno a un 35% más que las mujeres	Issurin y Sharobajko, 1985
Fuerza explosiva	Los hombres tienen ventajas notables particularmente en los ejercicios de la parte superior del cuerpo	La hipertrofia de las fibras de contracción rápida es mayor en los hombres; no hay beneficios en la contractilidad muscular ni en el control nervioso del movimiento	Drinkwater, 1988
Velocidad máxima	Los deportistas de ambos sexos obtienen una potencia máxima y media similar en relación con la masa muscular de la musculatura de la parte inferior del cuerpo	No hay diferencia en el almacenamiento de fosfágeno ni en el metabolismo aláctico anaeróbico de los hombres y las mujeres	Maud y Schultz, 1986; Weber et al., 2006
Resistencia anaeróbica glucolítica (capacidad)	La capacidad glucolítica relacionada con la masa corporal es un 32% más baja en mujeres entrenadas que en hombres	La depleción y producción del glucógeno muscular son fuertemente estimulados por el nivel de testosterona	Kots, 1986; Brooks et al., 1996

Potencia aeróbica	La potencia aeróbica de las mujeres entrenadas es del 10% al 25% inferior a la de los hombres. Esta diferencia se reduce hasta un 10% en relación con la masa corporal magra	El aporte de oxígeno es inferior en las mujeres debido a una menor masa de hemoglobina, un menor gasto cardíaco y un menor volumen sistólico	Drinkwater, 1988; Astrand <i>et al.</i> , 2003
Resistencia aeróbica de larga duración	Los hombres tienen una ventaja relativamente baja que disminuye con el aumento de la duración del ejercicio	Los hombres tienen un aporte de oxígeno y un metabolismo del glucógeno beneficiosos, pero las mujeres son superiores en la resistencia a la fatiga y a la oxidación de las grasas	Drinkwater, 1988; Tarnopolsky <i>et al.</i> , 1995
Flexibilidad	Superioridad de las mujeres en la flexibilidad total del cuerpo evaluada por muchos tests	Gran elasticidad de los tendones, ligamentos y los tejidos conectivos; estructura ósea de las articulaciones favorable	Kibler <i>et al.</i> , 1989
Coordinación	Desde los 18 años, las capacidades de coordinación de las mujeres son un 10% mejores que las de los hombres	Las mujeres tienen la superioridad en orientación espacial y las tareas motrices finas. Tienen mejor equilibrio porque su centro de gravedad está más abajo	Tittel, 1988

las mujeres entrenadas sólo tienen un 15% de superioridad sobre las mujeres desentrenadas (Drinkwater, 1988). Por consiguiente, los hombres tienen una ventaja considerable en la fuerza explosiva y en los ejercicios de fuerza. No obstante, esta superioridad no es tan llamativa como en la fuer-

za máxima, porque los músculos de las mujeres tienen una velocidad de contracción similar a la de los hombres (Trappe *et al.*, 2003). Tanto en la fuerza máxima como en la explosiva, la superioridad de los hombres disminuye y llega a ser relativamente pequeña después de la normalización de los índices de fuerza respecto a la masa muscular.

La DS en la velocidad máxima está condicionada por: factores neuronales, que no benefician a ningún sexo; contractilidad muscular, que es similar en hombres y mujeres, y factores metabólicos, aspecto en el cual la superioridad de los hombres está condicionada por una masa muscular mayor (Weber, Chia e Inbar, 2006). Una hipertrofia más pronunciada de las fibras de contracción rápida en los hombres les da cierta ventaja, aunque no demasiada, en los ejercicios de velocidad máxima.

La resistencia en los ejercicios glucolíticos muy intensos puede ser superior en los hombres que en las mujeres; la acumulación de lactato en sangre en los hombres entrenados es sustancialmente mayor que en las mujeres entrenadas de manera similar (Kots, 1986; Issurin *et al.*, 2001). Esta DS está condicionada por la alta concentración de testosterona (Brooks *et al.*, 1996). Además, una mayor actividad de las enzimas glucolíticas de los hombres determina un índice más alto de metabolismo glucolítico (Simoneau y Bouchard, 1989).

La potencia aeróbica sirve como un indicador de la resistencia de los deportistas y se emplea en todo el mundo. Los hombres tienen una superioridad distintiva que se asocia con una masa muscular mayor y un favorable aporte de oxígeno a los músculos. Éstos gozan de una mayor capacidad de transporte de oxígeno por la sangre debido a su mayor volumen de hemoglobina (Drinkwater, 1989), así como un volumen sistólico y un gasto cardíaco mayores. De hecho, el volumen sistólico, como la cantidad de sangre bombeada en cada contracción, es menor en las mujeres debido a que el tamaño del corazón es menor y el volumen y la masa ventriculares izquierdos también son menores (Pelliccia *et al.*, 1996). La normalización del consumo máximo de oxígeno para la masa corporal magra reduce la DS, pero ésta sigue siendo sustancial (Åstrand *et al.*, 2003; Drinkwater, 1988).

La resistencia aeróbica de las pruebas de larga duración revela una DS relativamente baja, explicable por la superioridad de las mujeres en la resistencia a la fatiga y en la oxidación de las grasas. Este beneficio se incre-

menta al aumentar la duración del ejercicio. Los hombres superan todavía a las mujeres incluso en una maratón de 100 km gracias a sus ventajas antropométricas (piernas más largas y, por consiguiente, zancadas más largas) y el aporte favorable de oxígeno.

Generalmente se asume que las mujeres tienen más flexibilidad que los hombres. La superioridad de las mujeres se probó en una investigación con más de 2.000 deportistas que competían en diferentes deportes y utilizando muchas pruebas. Se demostró que las mujeres eran considerablemente más flexibles que los hombres en todas las mediciones (Kibler *et al.*, 1989).

La coordinación se suele considerar un área de ventaja de la mujer. Esta diferencia es particularmente notable entre los 18 y los 30 años de edad (Tittel, 1986). Varios analistas han destacado una mejor orientación espacial, sentido del ritmo, equilibrio corporal y coordinación motriz en las mujeres. Se supuso que las hormonas sexuales podían afectar las habilidades motoras. Sin embargo, no hay evidencia de que el resultado del aprendizaje motor sea diferente en hombres y mujeres (Mittleman y Zacher, 2000).

La reflexión anterior nos permite resumir los determinantes fisiológicos específicos de la competición en relación con el análisis del rendimiento deportivo máximo (tabla 3.7).

Evidentemente, aparte de considerar que los resultados de los factores bioquímicos y antropométricos afectan el estudio de la DS, los investigadores han analizado estos factores de forma especial (estudio de Cheuvront *et al.*, 2005). Sin embargo, si nos centramos en los principales determinantes fisiológicos, podemos destacar que la DS mínima se observa en las disciplinas en las que las ventajas de los hombres son menores (100 m) o en las que varias ventajas de las mujeres compensan en parte otras desventajas (100 km). Por otro lado, la DS máxima está marcada en la distancia de 5 km, donde las principales contribuciones metabólicas, es decir, la potencia aeróbica y la capacidad anaeróbica glucolítica, permiten esta interesante superioridad de los hombres.

Una simple comparación de la DS entre los rendimientos en la carrera y las disciplinas de salto y halterofilia revela una superioridad impresionante de los hombres en las pruebas que requieren fuerza máxima y explosiva. Además, la DS en los saltos es menor que en los ejercicios de halterofilia. Los saltos demandan un menor tiempo de aplicación de la fuerza (duración

Principales determinantes fisiológicos de la DS en algunas pruebas y alcance de la superioridad del hombre (diferencia moderada = +, diferencia alta = ++, superioridad de las mujeres = -, no hay DS = no)
(Issurin y Lustig, 2006).

Tabla 3.7.

Prueba	Duración de la prueba	Principales determinantes fisiológicos	Superioridad de los hombres
Carrera			
100 m	≈ 10 seg	Contractilidad muscular Potencia aláctica anaeróbica máxima	No +
400 m	43-48 seg	Potencia anaeróbica glucolítica Potencia aláctica anaeróbica máxima Contractilidad muscular	++ + No
1.500 m	3,5-4 min	Potencia anaeróbica glucolítica Capacidad anaeróbica glucolítica Potencia aeróbica máxima	++ ++ +
5 km	12,6-14,4 min	Potencia aeróbica máxima Capacidad anaeróbica glucolítica	++ ++
10 km	26,3-29,5 min	Potencia aeróbica máxima Resistencia aeróbica de larga duración Capacidad anaeróbica glucolítica	++ + ++
Maratón	2,1-2,3 horas	Resistencia aeróbica de larga duración Resistencia a la fatiga Economía de carrera	+ - No
100 km	6,2-6,6 horas	Resistencia aeróbica de larga duración Resistencia a la fatiga Economía de carrera	+ - No

Saltos ^a			
Altura	0,18 ^b	Contractilidad muscular Comportamiento del ciclo estiramiento - acortamiento AST de las fibras musculares de contracción rápida Masa relativa de los músculos	No
Longitud	0,11-0,12 ^b		No
Triple	0,10-0,12 ^c		++
Halterofilia ^a			
Dos tiempos	Primero: 0,9- 1,2 ^c Segundo: 0,8- 1,1 ^c	Contractilidad muscular AST de las fibras musculares de contracción rápida Masa relativa de los músculos	No
Arran- cada	1,06-1,15 ^c		++

- a. Según la duración de la prueba, se presenta el tiempo de aplicación de la fuerza (seg).
b. Duración de la arrancada; obtenido de Zatsiorsky, 1995.
c. Fase activa de la duración del levantamiento de la barra; registrado por G. Hiskia durante los Campeonatos Mundiales de Halterofilia, comunicación personal.
AST = área de sección transversal; DS = diferencia entre sexos

de la fase de impulso). Este patrón del movimiento requiere una contracción muscular extremadamente rápida y un comportamiento muscular de estiramiento y acortamiento (Komi, 1988), en el que los hombres no gozan de beneficios específicos del sexo. En los ejercicios de halterofilia, el tiempo de aplicación de la fuerza (duración de la fase activa del levantamiento de la barra) es entre seis y ocho veces mayor que en los saltos. Por consiguiente, la ejecución del movimiento es relativamente más lenta y las demandas del esfuerzo de fuerza máxima son más pronunciadas. Aquí, la DS máxima está condicionada por una mayor masa muscular relativa, a pesar del peso corporal similar dentro de la categoría de 69 kg, y una mayor AST de las fibras de contracción rápida.

Diferencias entre sexos en la respuesta al entrenamiento

La DS en el efecto acumulativo del entrenamiento ha llamado la atención de investigadores y de entrenadores, particularmente en el entrenamiento de la fuerza, donde se esperan diferencias sustanciales. Esto es insignificante porque la estimulación anabólica hormonal de los hombres goza de una ventaja distintiva (por ejemplo, una mayor entrenabilidad) en el entrenamiento de la fuerza dirigida a aumentar la masa muscular. De hecho, un programa idéntico de entrenamiento de alta intensidad realizado por hombres y mujeres aportó un beneficio considerable al aumento de la fuerza en ambos sexos, aunque los hombres entrenados obtuvieron una mejora menor (Wilmore y Costill, 1993).

Hay que resaltar que el aumento de la fuerza en las mujeres no se acompañó de un gran aumento de la masa muscular, y por ello, esta progresión normalmente está determinada por la mejora de los mecanismos nerviosos de la contracción muscular. Hemos de señalar que estos datos se obtuvieron en un estudio con deportistas aficionados no muy capacitados. Puede que la respuesta al entrenamiento de deportistas de alto nivel fuera diferente. Esta suposición se analiza en el ejemplo del siguiente estudio.

Por tanto, la mejora de la fuerza con la hipertrofia muscular no es un monopolio de los hombres. Se puede dar al menos dos argumentos para explicar el marcado efecto de la adaptación de las mujeres al entrenamiento de fuerza relacionados con la respuesta hormonal y la sensibilidad hormonal de las mujeres. Según Fahey *et al.* (1976), los ejercicios de fuerza intensos provocan una reducción del nivel de testosterona del 20% en los hombres. Una carga similar causó un notable aumento del nivel de testostero-

Estudio

Un grupo femenino de elite de kayak (n=10) participó en un programa de condición física extenuante para mejorar la fuerza máxima durante una preparación de 19 semanas (Issurin y Sharobajko, 1985). Se supuso que la mejora del rendimiento de las kayakistas, que competían en la prueba olímpica de 500 m que dura unos 2 minutos, requiere un mayor nivel de fuerza. Igualmente, se re-

alizo una gran cantidad de ejercicios en tres entrenamientos regulares a la semana, además de los ejercicios acuáticos rutinarios. Se controló por completo la dieta y el uso de los suplementos nutricionales de las deportistas. El efecto acumulativo del entrenamiento se evaluó mediante mediciones de la fuerza máxima de grupos de músculos elegidos en las posiciones corporales específicas del kayak; también se evaluó la potencia promedio en la prueba de simulación de la remada de 4 minutos en un ergómetro de kayak y la determinación de la masa muscular (figura 3.6). El programa de entrenamiento consiguió una ganancia notable de la masa muscular en este grupo femenino. Es interesante que las deportistas obtuvieran una ganancia sustancial de masa muscular, fuerza máxima y fuerza máxima relativa a la masa muscular. Esto significa que ambos mecanismos contribuyeron a la mejora de la fuerza: hipertrofia muscular y mejora de la regulación nerviosa de la contracción muscular. La potencia promedio en una prueba de 4 minutos en un ergómetro aumentó en menor medida, lo cual se ajusta a los principales objetivos del programa de entrenamiento. Por tanto, las deportistas de alto nivel pueden aprovecharse de ambas fuentes de aumento de la fuerza máxima y pueden responder al entrenamiento de la fuerza con más eficacia de la que se suponía.

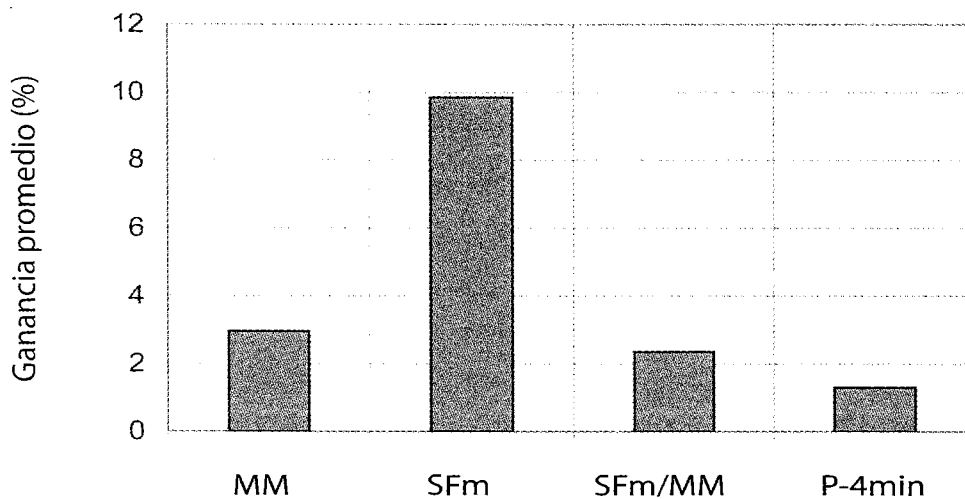


Figura 3.6. *Ganancia relativa de la masa muscular (MM), suma de las mediciones de fuerza máxima (SFm), fuerzas máximas relativas a la masa muscular (SFm/MM) y la potencia promedio en 4 minutos de simulación de la remada (P-4min) inducida por un entrenamiento de kayakistas femeninas de alto nivel (adaptado de Issurin y Sharobajko, 1985, publicado por Issurin y Lustig, 2006).*

na en las mujeres. Más tarde, Cumming *et al.* (1987) encontraron una respuesta similar en las mujeres que realizaron ejercicios de gran resistencia. Sin embargo, hemos de señalar que el efecto de las hormonas está determinado no sólo por su concentración, sino también por la afinidad de los receptores de los órganos objetivo. En los músculos de las mujeres, la afinidad de los receptores a las hormonas anabólicas es dos veces mayor que en los de los hombres (Kreig *et al.*, 1980; Viru, 1995). Por tanto, se puede conseguir un efecto anabólico notable en el organismo femenino gracias a la estimulación provocada por el ejercicio de la secreción de testosterona y a una mayor sensibilidad de los receptores objetivo a las hormonas anabólicas. Es de suponer que esta vía para compensar la baja concentración de hormonas anabólicas en el organismo femenino se ha formado en las deportistas de alto nivel como resultado de la adaptación al entrenamiento a largo plazo.

Las DS en las respuestas al entrenamiento a ejercicios de velocidad máxima y fuerza explosiva son ambiguas. Por un lado, los hombres gozan de una ventaja considerable gracias a su mayor hipertrofia de las fibras de contracción rápida (Drinkwater, 1988), por lo que la respuesta al entrenamiento de ejercicios de potencia es más pronunciada. Por otro lado, no hay DS en la contractilidad muscular ni en la adaptación neuronal inducidas por el entrenamiento de la velocidad (O'Tool, 2000).

Las respuestas al entrenamiento de alta intensidad son en cierta medida específicas del sexo. En personas no entrenadas este entrenamiento aportaría ganancias similares. Por ejemplo, ocho semanas de entrenamiento interválico extenuante de mujeres y hombres desentrenados produce un aumento similar del déficit aeróbico máximo en un intervalo del 19% al 21% del nivel anterior al entrenamiento (Weber y Schneider, 2002). No obstante, en los hombres una concentración mayor de testosterona los ayuda a emplear mejor el glucógeno muscular (Brooks *et al.*, 1996). Tarnopolsky *et al.* (1995) observaron que las manipulaciones apropiadas de la dieta y el entrenamiento permiten aumentar la concentración de glucógeno en los músculos de los hombres un 41%, mientras que las reservas glucolíticas no varían en las mujeres. Por consiguiente, la entrenabilidad de las mujeres para los ejercicios anaeróbicos glucolíticos está limitada por una capacidad glucolítica menor.

El entrenamiento aeróbico es un área en la que las mujeres normalmente consiguen una mejora mayor. A pesar de su inferioridad en el reparto del oxígeno, las deportistas entrenadas aumentan su potencia aeróbica entre un 10% y un 30%, siendo este intervalo muy similar al de los hombres (Wilmore y Costill, 1993). La experiencia de muchos equipos nacionales de deportes de resistencia demuestra que las mujeres realizan volúmenes de entrenamiento de ejercicios aeróbicos similares a los de sus homólogos masculinos. Además, ellas normalmente obtienen los mismos efectos del entrenamiento de resistencia aeróbico que los hombres. El siguiente estudio nos muestra un ejemplo de esta similitud de respuesta del entrenamiento de resistencia.

La especificidad de la coordinación relacionada con el sexo se ha tratado anteriormente (figura 3.6). Hay muy poca información objetiva relacionada con la DS en la respuesta del entrenamiento a los programas de coordinación del movimiento. La experiencia de los deportistas de elite en los deportes de coordinación elevada como la gimnasia, el patinaje artístico, etc., evidencia que se puede entrenar de igual manera a los hombres y a las mujeres para las técnicas acrobáticas. La opinión común es que las mujeres se pueden adaptar a las habilidades técnicas con gran

Estudio de caso. Se hizo un seguimiento a 9 mujeres y 14 hombres, kayakistas de elite de entre 19 y 29 años, durante 3 meses de la fase del período preparatorio. El programa de entrenamiento se dedicó en gran medida a desarrollar las capacidades aeróbicas y la capacidad de la fuerza específica del deporte. El calendario semanal constaba de 9 a 10 sesiones de entrenamiento con un total de tiempo empleado en el entrenamiento de entre 24 y 27 horas. El efecto acumulativo del entrenamiento se evaluó con una prueba progresiva de 4 x 500 m en la que se medían el lactato en sangre y la velocidad promedio en cada etapa, así como la determinación del umbral anaeróbico del lactato (UAn) y el rendimiento máximo (Rmáx). Tanto los hombres como las mujeres mejoraron notablemente sus capacidades aeróbicas, es decir, la velocidad del UAn se incrementó un 8,4% y un 7,8%, y la velocidad del Rmáx, un 4,5% y un 4,1%, respectivamente (figura 3.7). Por tanto, no hubo efectos marcados específicos del sexo (Issurin y Lustig, 2006).

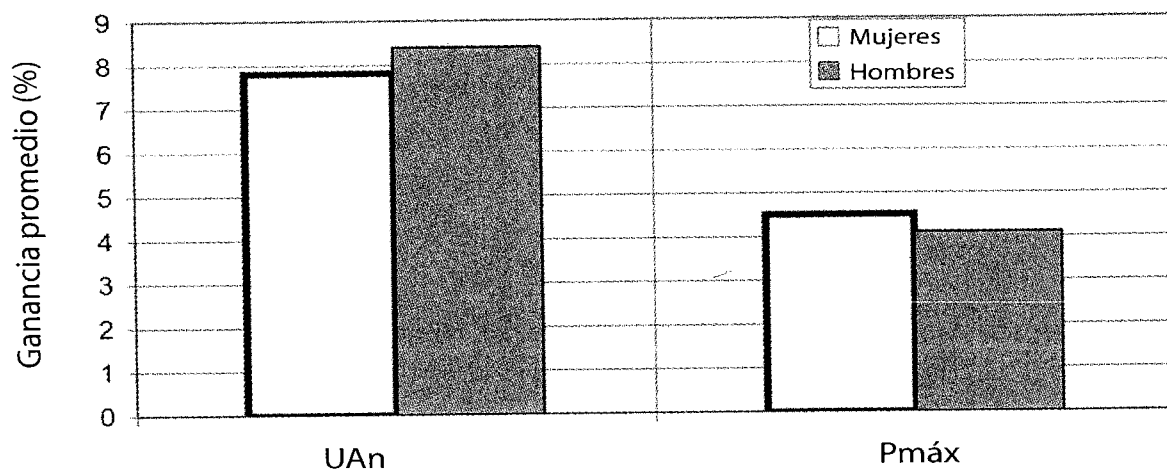


Figura 3.7. *Ganancia relativa de la velocidad correspondiente al umbral anaeróbico (UAn) y de la velocidad del rendimiento máximo (Rmáx) en kayakistas de elite, mujeres y hombres, durante un período de tres meses (Issurin y Lustig, 2006).*

flexibilidad, equilibrio y aplicación media de fuerza, mientras que los hombres son superiores en las tareas motrices que demandan una gran fuerza o potencia. Los entrenadores de alto rendimiento han señalado que los hombres llevan la iniciativa en la adquisición y el perfeccionamiento de habilidades y tareas motrices nuevas, mientras que las mujeres son más consistentes y sensibles a los detalles técnicos. En general, se puede entrenar de la misma manera a los deportistas de alto rendimiento en los ejercicios de elevada coordinación y en habilidades técnicas, independientemente del sexo.

A pesar de la extensa información sobre la flexibilidad relacionada con el sexo, existen pocos datos relacionados con la respuesta al entrenamiento. Se puede sugerir que los beneficios morfológicos de la mujer (tendones, ligamentos y tejidos conectivos más elásticos; geometría de las articulaciones más favorable) afectan su mayor entrenabilidad en tareas que demandan una mayor flexibilidad. Por otro lado, el nivel relativamente alto anterior al entrenamiento puede reducir la respuesta al entrenamiento en comparación con la menor flexibilidad de los hombres. Se puede especular que nor-

malmente las mujeres son más susceptibles al entrenamiento para los ejercicios de flexibilidad que los hombres.

Los datos considerados anteriormente permiten sacar conclusiones relativas a la entrenabilidad de las deportistas en relación con las diferentes capacidades motrices (tabla 3.8).

Tabla 3.8.

Resumen de la entrenabilidad específica en ambos sexos según las diferentes capacidades motrices.

Capacidades motrices	Diferenciación de la entrenabilidad
Fuerza máxima	Los deportistas de ambos sexos tienen el mismo potencial para mejorar los mecanismos nerviosos de la contracción muscular. Los hombres tienen como ventaja la hipertrofia muscular, que se compensa en parte con una sensibilidad mayor de los músculos de las mujeres a las hormonas anabólicas endógenas.
Velocidad máxima (aláctica)	Los hombres tienen una ventaja condicionada por una hipertrofia más elevada de las fibras de contracción rápida. No hay DS en la adaptación neural a los ejercicios de velocidad máxima y explosiva.
Resistencia anaeróbica glucolítica	Los hombres tienen un beneficio potencial en el incremento de la capacidad glucolítica en relación con su mayor concentración de glucógeno que depende del nivel de testosterona.
Resistencia aeróbica	A pesar de su inferioridad en el aporte de oxígeno, las mujeres responden de la misma manera al entrenamiento aeróbico (potencia aeróbica y resistencia de larga duración) que sus homologos masculinos.

Coordinación	Los deportistas de ambos sexos tienen un potencial de mejora similar. El índice de perfección de las habilidades técnicas no depende de factores sexuales
Flexibilidad	Se puede sugerir que la entrenabilidad de las mujeres para ejercicios de flexibilidad es superior a la de los hombres debido a los beneficios morfológicos de su sistema musculoesquelético

Resumen

La entrenabilidad como rasgo humano general es extremadamente importante para los entrenadores, el entrenamiento y el estudio. Desafortunadamente, se ha infravalorado a menudo o se ha tenido en cuenta sólo de forma intuitiva. Este capítulo aclara y explica la esencia de las particularidades de la entrenabilidad respecto a tres factores generales: herencia, nivel deportivo y sexo. El primero está ilustrado por el estudio de las dinastías deportivas en el que se mostraban los datos de once familias de campeones. Los problemas de la herencia en el deporte se establecen respecto a un amplio espectro de determinantes biológicos que comprenden los rasgos somáticos y físicos y las respuestas al entrenamiento para desarrollar programas para algunas capacidades motrices. Más específicamente, la predisposición para ciertos deportes presupone una combinación óptima de los rasgos somáticos, de los cuales un grupo depende fuertemente de la herencia (por ejemplo, las dimensiones del cuerpo: altura, extremidades, etc.); otro grupo depende moderadamente de la herencia (por ejemplo, la amplitud del cuerpo: hombros, muslos), y otros rasgos dependen ligeramente de la herencia (por ejemplo, la grasa corporal). De similar manera, varias respuestas al entrenamiento resultan altamente determinadas por la genética (velocidad máxima, potencia aeróbica, coordinación de movimientos, flexibilidad). A diferencia de publicaciones anteriores, esta obra es más optimista respecto a la entrenabilidad de la mayoría de las características específicas del deporte.

En cuanto al segundo factor, se reivindica que la entrenabilidad varía con el progreso deportivo. La tendencia general es que ésta disminuye a medida que aumenta el nivel deportivo. En otras palabras, los deportistas más cualificados y con más experiencia son menos sensibles a los estímulos del entrenamiento que sus homólogos más jóvenes y menos experimentados. Dos consecuencias prácticas derivan de esto: la cantidad de ejercicio eficaz se reduce con el aumento del nivel deportivo (efecto embudo); el nivel de adaptación de los ejercicios al modelo específico de la competición al elaborar ejercicios debería aumentar a medida que aumenta la perfección deportiva. En función del índice de mejora individual de las capacidades específicas del deporte, los deportistas pueden dividirse en sujetos con una respuesta elevada al estímulo de entrenamiento, respuesta media o respuesta baja. Apparentemente, los que tienen una respuesta elevada son personas con una en-

trenabilidad extraordinaria y su detección es extremadamente importante para la identificación de deportistas con talento.

Se investigaron las particularidades de la entrenabilidad específica de ambos sexos en relación con los rendimientos deportivos máximos, los requisitos fisiológicos, las capacidades motrices y los efectos acumulativos del entrenamiento sistemático. Se observó una DS en las disciplinas deportivas que requerían fuerza máxima (22,6-30%), fuerza explosiva (15,9-17,4%) y una manifestación combinada de capacidad aeróbica máxima y capacidad anaeróbica glucolítica (11,6-13,2%). La DS mínima es característica de las pruebas de velocidad máxima (7,1%) y de las disciplinas que requieren una resistencia aeróbica de larga duración (8,1-5,1%). Hay que hacer notar que las deportistas gozan de diversos beneficios: una resistencia a la fatiga más favorable en los ejercicios de intensidad baja y moderada; una mejor utilización de la grasa durante los ejercicios prolongados, y una recuperación más rápida. Los beneficios de los hombres están más sujetos a factores antropométricos (tamaño, masa corporal, longitud de las extremidades y del torso, etc.), el aporte del oxígeno y varias consecuencias de la mayor concentración de hormonas sexuales masculinas (hipertrofia muscular más pronunciada, mayor producción y depleción del glucógeno muscular, mayor capacidad glucolítica, etc.). De modo similar, para los hombres, los beneficios en la condición física motriz tienen relación con la fuerza máxima, la potencia aeróbica y la resistencia anaeróbica glucolítica, y en menor medida con la fuerza explosiva y la velocidad máxima. Las deportistas son superiores en flexibilidad y coordinación general. Las mujeres, a pesar de su inferioridad en algunas capacidades motrices, pueden conseguir respuestas favorables al entrenamiento, muy a menudo similares a las conseguidas por los hombres, utilizando los mecanismos de adaptación específicos del sexo a la fuerza máxima y a las cargas aeróbicas y de coordinación elevada. Las deportistas eligen su propio camino para el perfeccionamiento de la técnica, son más consecuentes y sensibles a los detalles técnicos y se adaptan mejor a las habilidades técnicas que demandan gran flexibilidad, equilibrio y aplicación media de fuerza.

Además, se debería mencionar que hay varias condiciones del estilo de vida que son factores relevantes que apoyan la entrenabilidad: nutrición, suficiente descanso, recuperación biológica, condiciones normales para la actividad profesional, clima psicológico adecuado y apoyo social.

Bibliografía

Åstrand, P., Rodahl, K., Dahl, H.A., Stromme, S.B. (2003). *Textbook of work physiology: Physiological bases of exercise*. 4th Ed. New Cork, McGraw-Hill ["Fisiología del trabajo físico: bases fisiológicas del ejercicio". Traducción de Silvia Fernández Castelo. Buenos Aires, Madrid, Médica Panamericana, 1992, imp. 1996].

- Bouchard C., Malina R.M., Perusse L., 1997. *Genetics of fitness and physical performance*. Champaign, IL, Human Kinetics.
- Brooks, G.A., Fahey, T.D., White, T.P. (1996). *Exercise physiology. Human bioenergetics and its applications*. London, Mayfield.
- Bulgakova, N.Zh., Vorontsov, A.R. (1990). Physical Growth and development of motor abilities in young swimmers. En: *Abstracts of IV, International Congress of Youth, Leisure and Physical Activity and Kinanthropometry*, Brussels, pág. 152.
- Clark, B.C., Manini, T.M., The, D.J. *et al.* (2003). Gender differences in skeletal muscle fatigability are related to contraction type and EMG spectral compression. *J. Appl. Physiol.* 94:2263-2272.
- Chevront, S.N., Carter, R., DeRuisseau, K., Moffat, R. (2005). Running performances differences between men and women. An update. *Sports Med.* 35:1017-1024.
- Cumming, D.C., Wall, S.R., Galbraith, M.A. *et al.* (1987). Reproductive hormone responses to resistance exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 19:234-238.
- Daniels, J., Daniels, N. (1992) Running economy of elite male and elite female runners. *Med Sci Sports Exerc.* 24(4):483-9.
- Drinkwater, B. (1998). Training of female athletes. En: Dirix, A., Knuttgen, h.G., Tittel, K. (eds). *The Olympic book of sports medicine. Vol. I of the Encyclopedia of Sports Medicine*. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 309-327.
- Fahey, T.D., Rolph, R., Mougnee, P. *et al.* (1976). Serum Testosterone, body composition, and strength in young adults. *Med. Sci. Sports* 8:31-37.
- Friedlander, A.L., Casazza, G.A., Horning, M.A. *et al.* (1998). Training-induced alterations of carbohydrate metabolism in women: women respond differently from men. *J. Appl. Physiol.* 85(3):1175-86.
- Hill, A.V. (1928). The physiological basis of athletic records. *Lancet* 2, 484.
- Holmer, I., Åstrand, P.-O. (1972). Swimming training and maximal oxygen uptake. *J. Appl. Physiol.* 33:510-513.
- Hunter, S.K., Critchlow, A., Shin, L.-S., Enoka, R.M. (2004). Men are more fatigable than strength-matched women when performing intermittent submaximal contractions. *J. Appl. Physio l.* 96:2125-2132.

- Issurin V., Sharobajko I. (1985). Proportion of maximal voluntary strength values and adaptation peculiarities of muscles to strength exercises in men and women. *Human physiology*. Academy of Sciences USSR, 11, 1:17-22.
- Issurin V., Kaufman L., Tenenbaum G. (2001). Modeling of velocity regimens for anaerobic and aerobic power exercises in high-performance swimmers. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 41: 433-440.
- Issurin, V., Lustig, G., Szopa, J. (2006). Die vererbungsbezogene Bestimmung der Trainierbarkeit von Sportler. *Leistungssport* 36:51-54.
- Issurin, V., Lustig, G. (2006). Geschlechtsunterschiede in der Trainierbarkeit von Sportlerinnen und Sportlern: Forschungsstand und praktische Konsequenzen. *Leistungssport* 36:25-31.
- Kamper E. (1983) *Lexikon de 14000 Olympioniken: who's who at the Olympics*. Graz, Leykam, 688 s.
- Kibler, W.B., Chandler, T., Uhl, T. et al. (1989). A musculoskeletal approach to the preparticipation physical examination. *Am. J. Sports Med.* 17:525-531.
- Klissouras V. (1997). Heritability of adaptive variation: and old problem revisited (Ed.). *J. Sports Med. Phys. Fitness* 37, 1-6.
- Komi, P. (1998). The musculoskeletal system. En: Dirix, A., Knuttgen, H.G., Tittel, K. (Eds.). *The Olympic book of sports medicine. Vol. I of the Encyclopedia of Sports Medicine*. Oxford, Blackwell Scientific Publications, págs. 15-39.
- Kots, J.M. (1986). Physiological particularities of athletic training in females. En: Kots, J.M. (Ed.) *Sport Physiology*. Moscow, FIS Publisher, 179-193.
- Kovar R. (1980). *Human variation in motor abilities and its genetic analysis*. Praha, Carl. Univ. Press.
- Kreig, M., Smith, K., Veight K.-D. (1980). Receptor affinity and concentration in the cytoplasm of androgen target organs. En Genozari G.A. (ed.): *Pharmacol. Modulat. Ster. Action*. Raven Press, NY, 123-32.
- Malina R., Bouchard C. (1986). *Sport and Human Genetics*. Champaign, IL, Human Kinetics.
- Matthews P., (1997). The Guinness encyclopedia of international sports records and results. 4th Edition, Guinness Publishing.
- Maud, P.J., Schultz, B.B. (1986). Gender comparison in anaerobic power and anaerobic capacity. *Br. J. Sports Med.* 20:51-54.
- Medical Encyclopedia. 2004. Feb 2. Testosterone. <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/003707.htm>
- Mittelman, K.D., Zacher, C.M. (2000). Factors influencing endurance performance, strength, flexibility and coordination. En: Drinkwater, B. (Ed.). *Women in Sport*.

- Vol. III of the *Encyclopedia of Sports Medicine*. Oxford, Blackwell Science, 23-36.
- Mleczko, E. (1991). Development and conditionings of functional development of Cracow children between 7 and 14 years of age. *Mon. Edit. Aph. E Cracow*, Vol. 44 (in Polish, Engl. Summ.)
- O'Tool, M.L. (2000). Physiological aspects of training. En: Drinkwater B. (ed.). *Women in Sport. Vol III of the Encyclopedia of Sports Medicine*. Oxford, Blackwell Science, 77-92.
- Pelliccia A, Maron B.J., Culasso F. *et al.* (1996). Athlete's Heart in Women. Echocardiographic Characterization of Highly Trained Elite Female Athletes. *JAMA* 17; 276(3):211-5.
- Prud'homme D., Bouchard C., Leblanc, C. *et al.* (1984). Sensitivity of maximal aerobic power to training is genotype-dependent. *Med. Sci. Sports Exerc.* 16:489-493.
- Sergijenko L. (2000). Genetische Grenzen sportlicher Leistungen. *Leistungssport* 30:39-42.
- Shvarts V.B., Khrushchov S.B. (1984). *Medical and biological aspects of sport orientation and selection*. Moscow, FiS Publisher.
- Simoneau, J.A., Bouchard, C. (1989). Human variation in skeletal muscle fiber proportion and enzyme activities. *Am. J. Physiol.* 257:E567-572.
- Simoneau, J.A., Lortie G., Boulay, M.R. *et al.* (1986). Inheritance of human skeletal muscle and anaerobic capacity adaptation to high-intensity intermittent training. *Int. J. Sports Med.* 7:167-171.
- Szopa J., Mleczko E., Cempla J. (1985). Variability and genetic conditionings of fundamental psychomotor and physiological traits in city population aged 7-62. *Mon. Ed. AphE Cracow* (in Polish, Engl. Summ.)
- Szopa J., Mleczko E., Żychowska M. *et al.* (1999). Possibilities of determination of genetic conditionings of somatic and functional traits on the backgrounds of family studies. *Journ. Hum. Kinetics* Vol. 2.
- Tarnopolsky M.A., Atkinson, S.A., Philips, S.M. *et al.* (1995). Carbohydrate loading and metabolism during exercise in men and women. *J. Appl. Phys.* 78:1360-1368.
- Tittle, K. (1988). Coordination and balance. En: Dirix, A., Knuttgen, H. G., Tittel, K. (Eds.). *The Olympic book of sports medicine. Vol. I of the Encyclopedia of Sports Medicine*. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 194-211.
- Thibault, M.C., Simoneau, J.A., Cote, C. *et al.* (1986). Inheritance of human muscle enzymes adaptation to isokinetic strength training. *Hum. Hered* 36:341-347.
- Trappe, S., Gallagher, P., Harber, M. *et al.* (2003). Single Muscle Fibre Contractile Properties in Young and Old Men and Women. *J. Physiol.* 1:552(Pt 1):47-58.

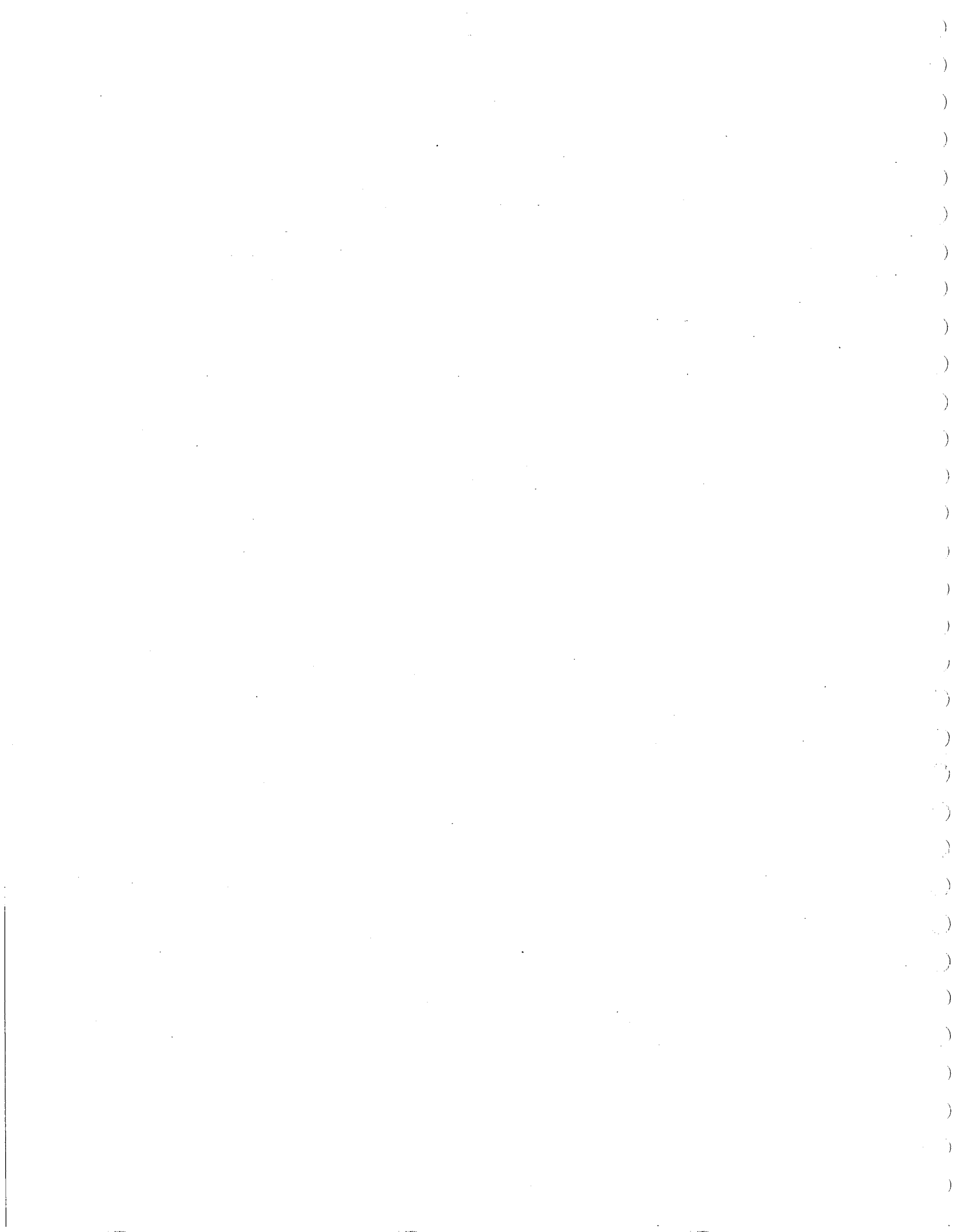
- Viru, A. (1995). *Adaptation in sports training*. Boca Raton, FL, CRC Press.
- Whipp, B.J., Ward, S.A. (1992). Will women soon outrun men? *Nature* 355 (63550):25.
- Weber, C., Schneider, D.A. (2002). Increases in maximal accumulated oxygen deficit after high-intensity interval training are not gender dependent. *J. Appl. Physiol.* 92:1795-1801.
- Weber, C., Chia, M., Inbar, O. (2006). Gender differences in anaerobic power of the arms and legs – a scaling issue. *Med. Sci. Sports Exerc.* 38:129-137.
- Wilmore, J.H., Costill, D.L. (1993). *Training for sport and activity. The physiological basis of the conditioning process*. Champaign, IL, Human Kinetics.
- Vorontsov, A.R., Dyrco, V.V., Binevsky, D.A. et al. (1999). Patterns of growth for some characteristics of physical development, functional and motor abilities in boy-swimmers 11-18 years. En: Keskinen, K., Komi, O., Hollander, P. (Eds.). *Bio-mechanics and Medicine in Swimming VIII*. Jyvaskula, University of Jyvaskula, págs. 327-334.
- Zatsiorsky, V.M. (1995). *Science and practice of strength training*. Champaign, IL, Human Kinetics.

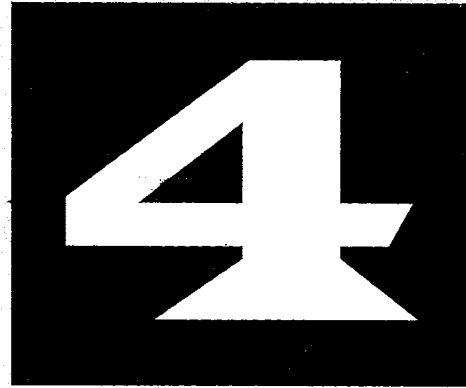


SECCIÓN

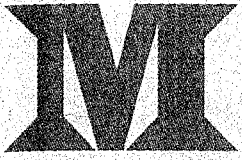
2

DISEÑO DE LOS
PROGRAMAS DE
ENTRENAMIENTO





PERIODIZACIÓN
EN BLOQUES FRENTE
A TEORÍA
TRADICIONAL



uchas generaciones de científicos, entrenadores y deportistas han intentado desarrollar un sistema de entrenamiento que obtenga los mejores resultados en el rendimiento. Sus esfuerzos se han centrado en tres grandes problemas:

- ¿Cómo diseñar un programa de entrenamiento racional durante un período de tiempo lo suficientemente largo?
- ¿Cómo implementar dicho programa de manera óptima?
- ¿Cómo alcanzar la combinación más favorable de todas las capacidades deportivas exactamente en el momento de la competición principal?

Todos estos problemas pertenecen a la *periodización del entrenamiento*, que se describe como una secuenciación intencionada de diferentes unidades de entrenamiento (ciclos y sesiones de entrenamiento a largo, medio y corto plazo) para que el deportista pueda conseguir el estado deseado y los resultados planificados. Debido a que la periodización del entrenamiento tiene muchas variables y depende de muchas circunstancias, el modelo ideal sólo puede existir en la teoría. No obstante, cada año se avanza un paso hacia una planificación más concisa y una comprensión más completa del entrenamiento como un todo. Este capítulo resume los dos puntos de vista más extendidos de la periodización del entrenamiento: a) el enfoque tradicional que ha sido predominante durante mucho tiempo, b) el diseño de periodización en bloques, empleado ampliamente por deportistas de alto rendimiento durante la última década.

TEORÍA TRADICIONAL DE LA PERIODIZACIÓN: PRINCIPIOS Y LIMITACIONES

La periodización del entrenamiento se aplicó inicialmente durante la década de 1950 en la antigua URSS, y Matveyev la estableció como concepto científico en 1964. Esta teoría se diseminó por el este de Europa (Ozolin, 1970; Harre, 1973) y después por los países occidentales (Dick, 1980; Martin, 1980; Bompa, 1984), constituyendo una parte obligatoria de la planificación del entrenamiento en los deportes de alto rendimiento. En general, la teoría de

la periodización utiliza los cambios periódicos en las actividades humanas biológicas y sociales (véase el principio del diseño del entrenamiento cíclico en el capítulo 1). Durante mucho tiempo la teoría se aceptó como base universal del entrenamiento en cualquier deporte y para los deportistas de cualquier nivel competitivo. Las primeras críticas y tendencias de reforma aparecieron a principios de la década de 1980 en los deportes de elite, ya que la experiencia de los mejores entrenadores contrastaba con las teorías dominantes. Aparecen nuevos enfoques propuestos por científicos y entrenadores creativos. En la década de 1990, expertos deportivos realizaron extensas exposiciones en las revistas deportivas del este y el oeste de Europa. Examinemos primero los principios de la teoría clásica y sus limitaciones desde el punto de vista del deporte de alto rendimiento.

El alcance de la teoría tradicional

Los fundamentos de la periodización están formados por un sistema jerárquico de unidades de entrenamiento que se repiten periódicamente (tabla 4.1). El nivel superior de la jerarquía pertenece al ciclo cuatrienal olímpico, yuxtapuesto con las mayores pruebas de la vida deportiva en el ámbito mundial. El siguiente nivel de la jerarquía está representado por los macrociclos. Un macrociclo normalmente dura un año, pero se puede acortar a medio año o incluso menos (esta flexibilidad de la subdivisión del ciclo anual es irrelevante en el enfoque de la periodización en bloques). Los macrociclos se dividen en períodos de entrenamiento. Éstos desempeñan una función clave en la teoría tradicional, ya que dividen el macrociclo en dos grandes partes: la primera para una preparación más general y preliminar (período preparatorio), y la segunda para una preparación específica y para las competiciones (período de competición). Además, se reserva un tercer período más corto para la recuperación activa y la rehabilitación. Los dos siguientes niveles de la jerarquía los representan los mesociclos (ciclos de entrenamiento de tamaño medio) y los microciclos (ciclos de entrenamiento de tamaño pequeño). La parte inferior pertenece a las sesiones de entrenamiento y los ejercicios, que son los elementos de construcción del sistema de entrenamiento entero.

Tabla 4.1. Jerarquía y duración de las unidades de entrenamiento.

Unidades de entrenamiento	Duración temporal	Modo de planificación
Ciclo cuatrienal (olímpico)	Cuatro años, periodo entre Juegos Olímpicos	Largo plazo
Macro ciclo, quizá ciclo anual	Un año o varios meses	
Periodo de entrenamiento	Varios meses como parte del macro ciclo	Medio plazo
Mesociclo	Varias semanas	
Micro ciclo	Una semana o varios días	Corto plazo
Entrenamiento o sesión de entrenamiento	Varias horas (normalmente no más de tres)	
Ejercicio de entrenamiento	Minutos (normalmente)	

El repertorio de las unidades de entrenamiento periódicas proporciona suficiente libertad para el diseño del entrenamiento. Aunque los factores externos, como los calendarios de competición y los cambios de temporada, dictan las fases de puesta a punto y las restricciones en el entrenamiento, un entrenador puede elegir la secuencia, el contenido y la duración de los ciclos del entrenamiento y definir las particularidades de cada medio y método del entrenamiento.

Otra consideración en el enfoque tradicional resalta las características generales de los períodos anteriormente mencionados y los subdivide en varias etapas. El contenido del entrenamiento debe ser concretado en cada etapa en relación con su volumen e intensidad de carga (tabla 4.2).

Características generales de la periodización del entrenamiento en el enfoque tradicional (basado en Matveyev, 1981; modificación propia).

Tabla 4.2.

Periodo	Etapa	Metas	Carga
Preparatorio	Preparatorio general	Mejora del nivel de las capacidades motrices generales. Aumento del repertorio de diversas habilidades motrices	Volumen relativamente grande e intensidad reducida de los ejercicios principales. Alta variedad de medios de entrenamiento
	Preparatorio especial	Desarrollo del nivel de entrenamiento especial y mayor aumento de las capacidades motrices y de las habilidades técnicas más especializadas	El volumen de la carga alcanza el máximo, y la intensidad disminuye de forma selectiva
De competición	Preparación para la competición	Aumento de la condición física específica, las habilidades técnicas y tácticas. Formación de los patrones individuales de la competición de alto rendimiento	Estabilización y reducción del volumen, y aumento de la intensidad en los ejercicios específicos de la competición
	Entrenamiento inmediato a la competición	Conseguir la condición física específica de la prueba y alcanzar la forma deportiva para las competiciones principales	Volumenes bajos y alta intensidad. Modelización completa de la próxima competición
Transitorio	Transitorio	Recuperación	Descanso activo: uso de diferentes actividades de recuperación

Inicialmente el enfoque tradicional presupuso un macrociclo al año; se muestra un diseño típico en la figura 4.1.

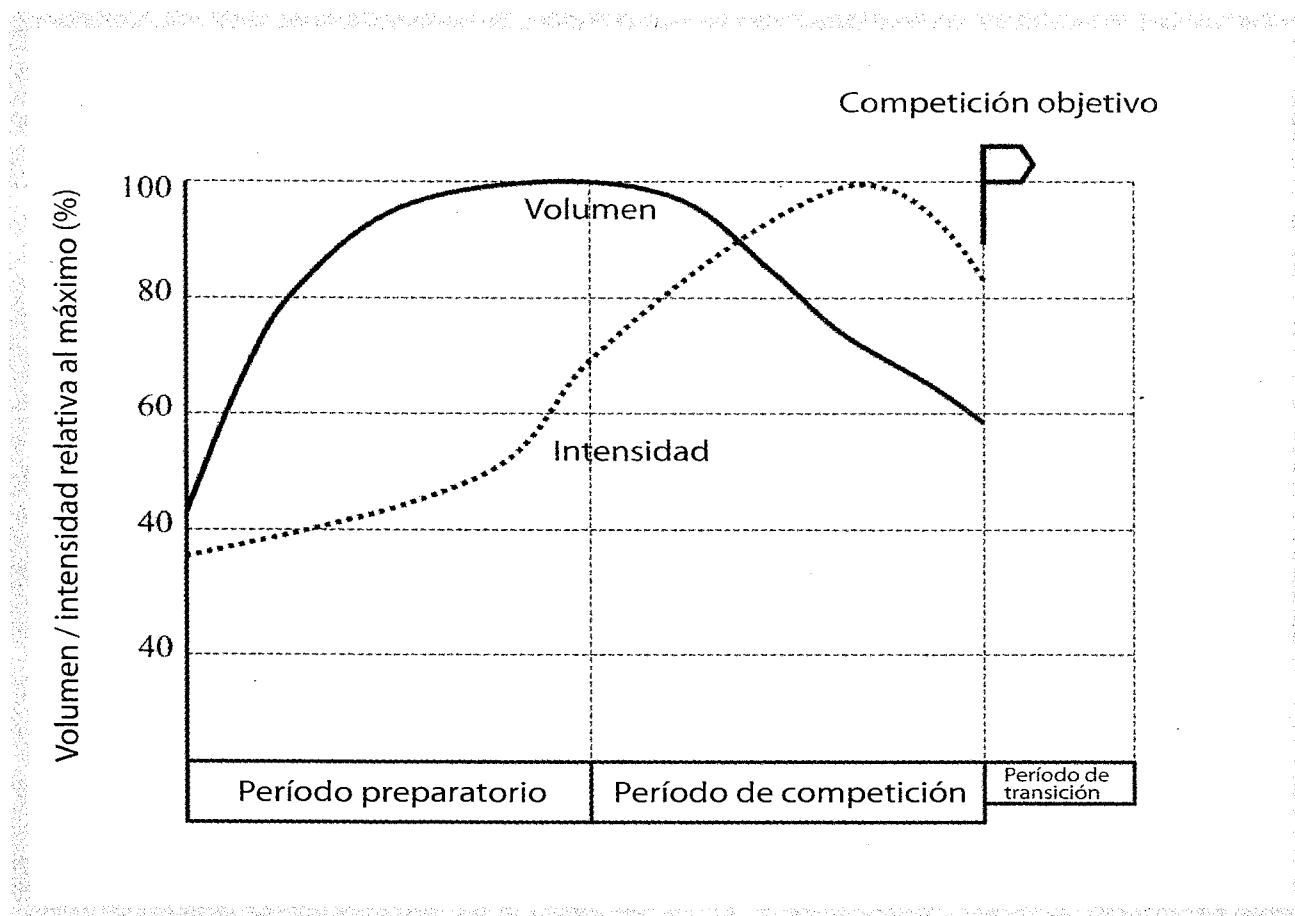


Figura 4.1. *Presentación tradicional del ciclo anual con un macrociclo (periodización anual de un pico).*

El ciclo anual de un pico era particularmente apropiado para deportes de temporada (como el esquí, el patinaje, el remo, etc.) pero no cumplía con las demandas de los deportes en los que los deportistas competían en todas las estaciones (por ejemplo, esgrima, natación, deportes colectivos). Las últimas modificaciones admitieron dos o tres macrociclos en el ciclo anual. Cada macrociclo está subdividido en tres períodos, que se caracterizan por presentar las combinaciones específicas de los objetivos del entrenamiento y de las cargas (figura 4.2).

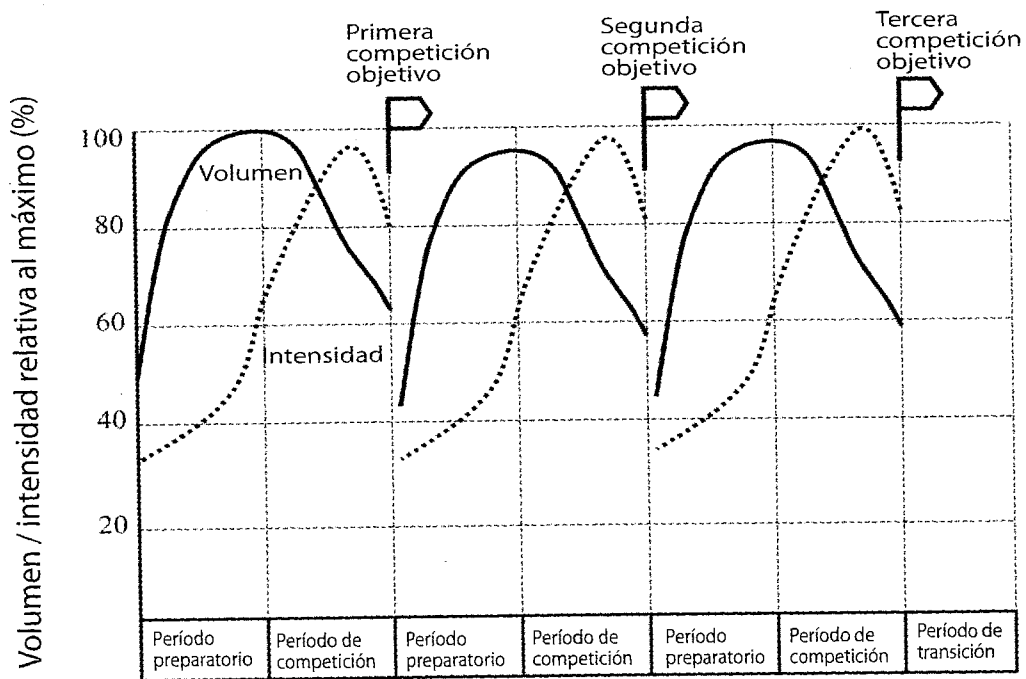
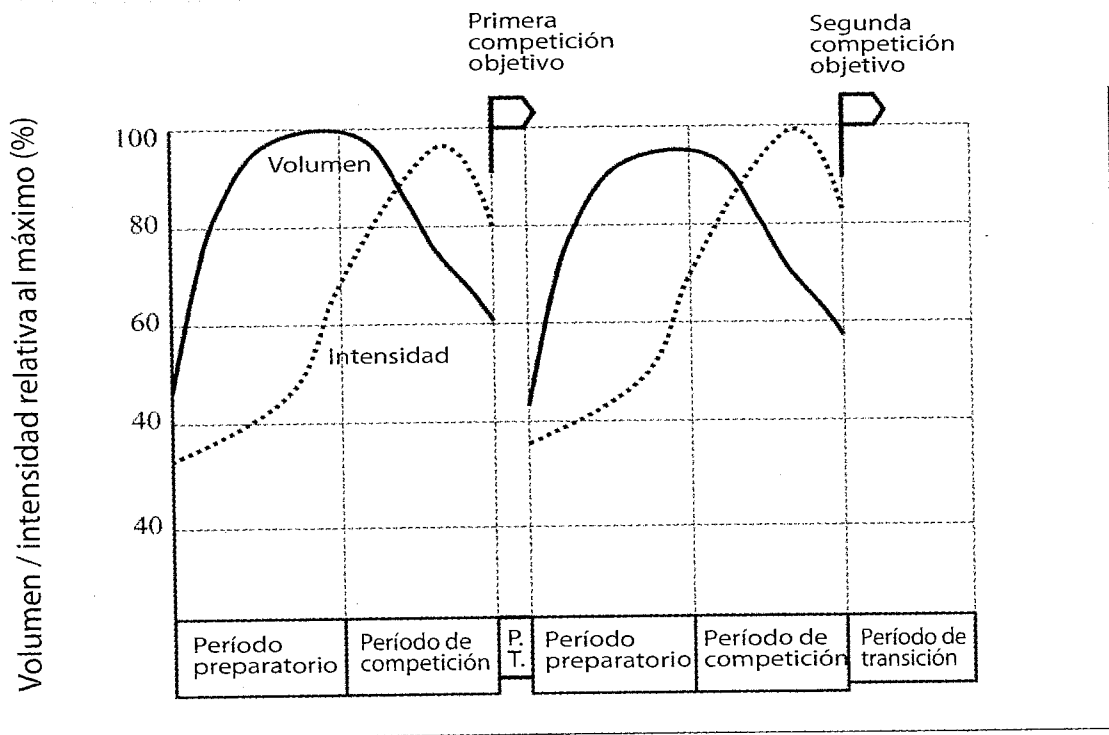


Figura 4.2. *Presentación del ciclo anual con dos y tres macrociclos (periodización anual de dos y tres picos).*

Los mesociclos, los ciclos de entrenamiento de tamaño medio, se han interpretado de diferentes maneras. Algunos autores propusieron ocho subtipos de mesociclos; los demás, más. Los estudiantes recordaban sus títulos hasta los exámenes y los olvidaban después. Los entrenadores no utilizaban estos conceptos o empleaban definiciones de “cosecha propia”. El concepto de periodización en bloques propone una clasificación de mesociclos mucho más simplificada. Los entrenadores la recuerdan en su mente sin excesivos esfuerzos (véase *Composición del ciclo anual*, pág. 168).

Los microciclos, como son los ciclos más cortos del entrenamiento, muestran pocas contradicciones. A pesar de la falta de unanimidad entre los autores respecto a los nombres de los diferentes microciclos, en la tabla 4.3 se citan diversas publicaciones para ayudar a poner cierto orden.

Tabla 4.3. *Tipos de microciclo identificados sobre la base de un resumen de diversas publicaciones.*

Nombre*	Características generales
De <i>ajuste</i> , de adaptación, introductorio	Nivel medio de la carga; aumento gradual de la carga
De <i>carga</i> , de desarrollo, ordinario	Aumento del nivel de la carga; uso de cargas grandes y sustanciales
De <i>impacto</i> , de choque, microciclo de carga extrema	Uso y suma de las cargas extremas
De <i>precompetición</i> , de puesta a punto	Nivel medio de la carga; uso de medios y ejercicios específicos de la competición
De <i>competición</i>	Rendimiento específico del deporte y de la competición
De <i>recuperación</i> , de regeneración	Nivel bajo de la carga; uso de un amplio espectro de medios de recuperación

* El nombre en cursiva es la versión preferida por el autor.

Méritos y deméritos del enfoque tradicional

La teoría tradicional del entrenamiento de deportistas se formuló en una época en la que el conocimiento y las directrices científicamente probadas del entrenamiento eran muy limitados. La periodización del entrenamiento tradicional, que adoptó los conocimientos actualizados hasta la década de 1960, constituyó un gran paso hacia delante para la ciencia del entrenamiento y la preparación. Muchos de los elementos postulados entonces siguen siendo válidos hoy en día, incluidos la taxonomía jerárquica y la terminología de los ciclos del entrenamiento, la diferenciación entre la preparación deportiva general y la específica, las tendencias de la temporada en cuanto al volumen y la intensidad del ejercicio, los enfoques básicos de la planificación a corto, medio y largo plazo, etc. Evidentemente, sería surrealista esperar que todas las ideas propuestas hace más de cuatro décadas se siguieran aplicando hoy. Algunos de los principios de la preparación de los deportistas no son importantes en la alternativa del entrenamiento en bloques.

Ejemplo. El *principio de la unidad entre la preparación general y la específica* se postuló en la teoría clásica respecto al entrenamiento del alto rendimiento, resaltando la importancia de los medios específicos de la competición durante largos periodos de tiempo de preparación general, en los cuales se podría ignorar la especificidad y, a la inversa, la importancia de los ejercicios generales durante periodos largos de competición, en los que los medios específicos son totalmente predominantes. El *principio de continuidad* fue relevante cuando los deportistas perdían motivación al entrenar durante largos periodos de entrenamiento monótono lejos de las competiciones importantes. El principio del *diseño de las ondas del entrenamiento* fue importante para prevenir la sobrecarga tan corriente durante los periodos prolongados de fuertes cargas típicas del programa tradicional.

El diseño tradicional es apropiado para los deportistas de nivel bajo y medio. Sin embargo, no funciona bien con los deportistas de alto nivel. La teoría tradicional presenta varias contradicciones que reducen drásticamente la efectividad de la preparación (tabla 4.4).

Tabla 4.4.

Principales contradicciones del enfoque del entrenamiento tradicional de deportistas de alto nivel (Issurin, 2007).

Factores	Contradicciones	Consecuencias
Aporte de energía	El rendimiento concurrente de cargas diversificadas no puede disponer del abastecimiento de energía suficiente	La energía se distribuye entre muchos objetivos, mientras que el principal no goza de la prioridad adecuada
Recuperación de los diferentes sistemas fisiológicos	Debido a los distintos periodos de recuperación en los diferentes sistemas fisiológicos, los deportistas no alcanzan una recuperación suficiente	Los deportistas sufren una acumulación de fatiga y no pueden concentrar sus esfuerzos en el objetivo principal
Compatibilidad de diferentes cargas	Los ejercicios de algunas modalidades a menudo interactúan negativamente debido al déficit de energía, a la complejidad técnica y a la fatiga neuromuscular	El rendimiento con algunas cargas elimina o reduce el efecto de los entrenamientos anteriores o posteriores
Concentración mental	El rendimiento con las cargas de mucho estrés necesita niveles altos de concentración mental que no se puede dirigir hacia varios objetivos simultáneamente	La concentración mental se disipa; diversos ejercicios se realizan con una atención y una motivación reducidas
Cantidad suficiente del estímulo del entrenamiento para progresar	El progreso específico del deporte de los atletas de alto nivel necesita grandes cantidades de estímulos del entrenamiento que no se pueden obtener con un entrenamiento simultáneo con varios objetivos	Un complejo desarrollo simultáneo de muchas capacidades no proporciona una mejora suficiente a los deportistas de alto nivel

Por ejemplo, el período preparatorio del entrenamiento de los deportistas de elite en resistencia y deportes de contacto, deportes colectivos y estéticos presupone el desarrollo de la capacidad aeróbica general, la fuerza muscular y la fuerza-resistencia, una mejora de la coordinación general y de la capacidad explosiva general, la preparación básica mental y técnica, el perfeccionamiento de las tácticas y el tratamiento de lesiones anteriores. Cada uno de estos objetivos requiere una adaptación específica fisiológica, morfológica y psicológica; muchas de estas cargas no son compatibles y causan respuestas conflictivas.

De hecho, la progresión de la fuerza máxima requiere una hipertrofia muscular y un aumento del mecanismo nervioso de la contracción muscular. La última es de primordial importancia para mejorar la capacidad de la fuerza explosiva. Los entrenamientos de resistencia extensivos gastan la energía

Estudio y ejemplo. Se hizo un seguimiento a nadadores masculinos altamente cualificados durante ocho semanas del período preparatorio de la temporada. Los deportistas realizaron un programa de condición física extenuante combinado con natación con ejercicios de resistencia y ejercicios de potencia dirigidos a desarrollar la fuerza específica de la natación. El número total de entrenamientos era normalmente de 11 a 19 a la semana. Los resultados del entrenamiento se evaluaron con estimaciones de la fuerza: fuerza máxima de natación en cadena (Fca), fuerza explosiva en tierra firme (Fexp) y fuerza-resistencia en tierra firme (FR). El programa de condición física produjo un aumento notable de la FR, mientras que la fuerza específica de la natación y la fuerza explosiva no mejoraron (figura 4.3). Durante todo este período, los nadadores mejoraron su preparación en natación, evaluada en su mayor parte con pruebas de resistencia. Por tanto, no se alcanzó el objetivo global del programa de condición física. Aunque los nadadores aumentaron su FR, no mejoraron su fuerza específica de la natación, y su capacidad de fuerza explosiva disminuyó. Aunque una parte sustancial del programa de condición física incluía ejercicios de fuerza máxima y explosiva (alrededor del 30% del tiempo empleado durante un programa en tierra firme), no se consiguió el efecto esperado del entrenamiento debido a la interacción negativa de estas cargas con las rutinas de FR y el extenso programa de natación (archivo personal del autor).

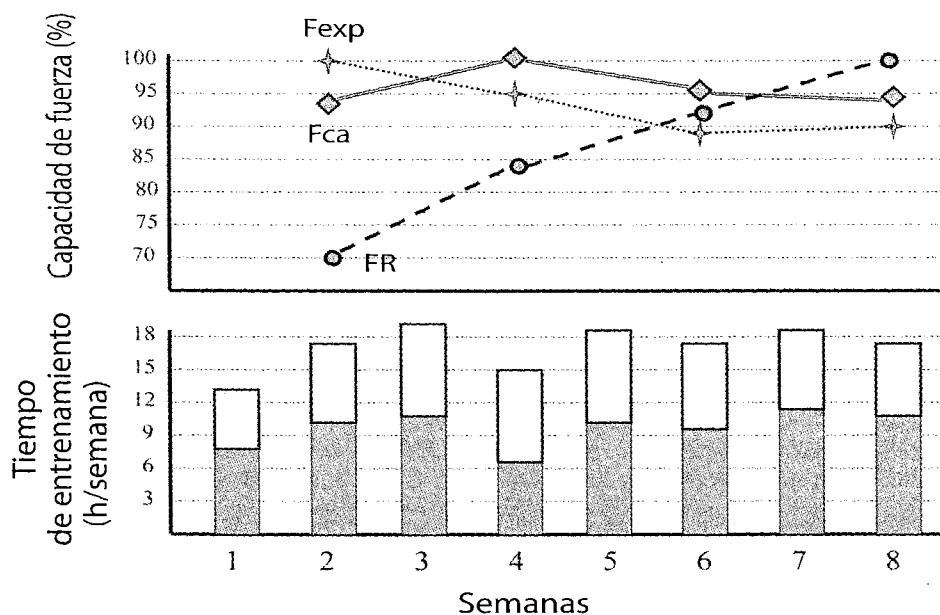


Figura 4.3.

Fuerza máxima de natación en cadena (Fca), fuerza explosiva (Fexp), medida como el valor de la fuerza conseguida durante 0,2 segundos en un esfuerzo isométrico en la simulación de la brazada, y fuerza-resistencia (FR), medida como el rendimiento de la fuerza durante 2 minutos en la simulación de la brazada con los dos brazos en una máquina isocinética con nadadores de alto nivel durante un programa de condición física de ocho semanas. Parte inferior: tiempo del entrenamiento empleado en el programa de condición física (parte blanca de las barras) y en las rutinas de natación (parte gris de las barras).

metabólica necesaria para el anabolismo durante la recuperación después del ejercicio, lo que suprime la hipertrofia muscular. Por otra parte, el aumento del mecanismo nervioso está condicionado por el estado del sistema nervioso central y por la sensibilidad de las motoneuronas (Klausen, 1990). Las observaciones de los entrenadores y de los informes de los propios deportistas evidencian que el programa de entrenamiento con un volumen muy alto causa una fatiga permanente. Finalmente, el estado de los factores nerviosos centrales y periféricos está lejos del nivel óptimo, el favorable para mejorar el mecanismo de la contracción muscular.

Los entrenadores señalaron situaciones conflictivas similares, pero no todos ellos las valoraron de forma crítica. No obstante, los entrenadores más importantes decidieron hace tiempo que deberían separarse los programas de desarrollo de la fuerza máxima y explosiva y de fuerza-resistencia. El problema entre los deportistas de alto nivel es que su progreso requiere grandes cargas con alta concentración, lo cual no se puede controlar simultáneamente para un gran número de objetivos.

Otro inconveniente de la teoría tradicional es su incapacidad para proporcionar una participación exitosa en muchas competiciones. De hecho, ni el diseño del ciclo anual de tres picos satisface la tendencia deportiva internacional hacia las competiciones durante todo el año. La tendencia de múltiples picos, que se contradice obviamente con el programa tradicional, es muy característica de los deportes de elite modernos. En el ejemplo siguiente se expone la tendencia de múltiples picos mencionada con anterioridad en varias estrellas mundiales del atletismo.

El inconveniente observado del programa tradicional fue advertido por los entrenadores, quienes modificaron el calendario anual e introdujeron

Ejemplo. Existen datos de preparación de tres atletas: Marion Jones (EE.UU.), Sergei Bubka (Unión Soviética, desde 1991 Ucrania) y Stefka Kostadinova (Bulgaria) (tabla 4.5). Cada uno de los tres atletas tenía una preparación de pretemporada y de temporada que duraba entre 300 y 320 días. Como se puede observar en la tabla, el espacio de tiempo en que estos atletas competían y alcanzaban sus logros más altos y en que obtenían sus resultados más bajos variaba entre 135 y 265 días. Es obvio que el espacio de tiempo no se puede subdividir en un período preparatorio tradicional y un período de competición. Por otro lado, las capacidades básicas de estos atletas (fuerza máxima, capacidad de regeneración aeróbica) deberían mantenerse definitivamente en un nivel suficiente durante un espacio de tiempo de entre cinco y ocho meses. Para ello se debería incluir en el programa los ciclos adecuados del entrenamiento de las capacidades básicas y de recuperación. El esquema académico tradicional no permite una solución a este problema y es obvia la incapacidad de proporcionar tal diseño de preparación por medio del enfoque tradicional.

Tabla 4.5.

Preparación anual de múltiples picos de estrellas mundiales del atletismo (basado en Suslov, 2001; modificación propia).

Atleta, disciplinas, mejores logros	Ejemplo	Numero de picos por sesión	Intervalos típicos entre picos	Espacio de tiempo total de competición
Marion Jones; carrera de 100 y 200 m, salto de longitud; 3 veces campeona olímpica en 2000; 5 veces campeona del mundo	Temporada 1998	10*	19-22 días	200 días
Sergei Bubka; salto con pértiga; campeón olímpico en 1988; 5 veces campeón del mundo; récord del mundo	Temporada 1991	7**	23-43 días	265 días
Stefka Kostadinova; salto de altura; campeona olímpica en 1996; 2 veces campeona del mundo; récord del mundo	Temporada 1998	11***	14-25 días	Invierno, 20 días; primavera-verano, 135 días

* Hay ocho picos en carrera y dos picos diferentes en salto de longitud; todos los picos se ubicaron al nivel de sus mejores resultados de temporada.

** Todos los picos se situaron dentro del 3% de su mejor resultado personal de temporada; es decir, entre 595 y 612 cm.

*** Todos los picos se situaron dentro del 3% de su mejor resultado personal de la temporada; entre 200 y 205 cm.

ciclos de entrenamiento relativamente a corto plazo con alta concentración de las cargas para asegurar una preparación de múltiples picos. De hecho, éstos fueron los precursores de la periodización alternativa del entrenamiento. Hace unas décadas se podía escuchar los lamentos de los entrenadores de

alto nivel: "Hemos creado bases amplias de las capacidades básicas; pero cuando completamos la torre del estado físico específico, las bases han quedado atascadas en el lodo". Este oscuro punto de vista reflejó la observación práctica de que el desarrollo de las habilidades básicas no garantizaba el mantenimiento en el tiempo de esas habilidades en el alto nivel que se hubiera alcanzado (el fenómeno de los efectos residuales del entrenamiento se conceptualizó con posterioridad, ver el capítulo 2). Se observaron las tendencias desfavorables de la temporada en las variables fisiológicas y específicas del deporte y se comentaron en muchos estudios en los que se analizaba la preparación de los deportistas de alto nivel. El patrón de estos cambios típicos aparece en la figura 4.4.

Estudio y ejemplo. Se siguió a un grupo de kayakistas altamente cualificados durante su preparación anual diseñada siguiendo la teoría clásica. La prueba progresiva se empleó para determinar la velocidad del umbral anaeróbico (V-UA) y la velocidad en distancias de rendimiento máximo (Vd). La fuerza pico en remo (FP) y el ritmo de remadas (RR) se obtuvieron con ayuda del sistema de telemetría portátil. Las medidas antropométricas permitieron calcular la masa muscular (MM). Como podemos observar en la figura 4.3, el período de la preparación general (período preparatorio) produjo un aumento sustancial de la resistencia aeróbica (V-UA), la masa muscular y la capacidad de fuerza (fuerza pico en remo). Durante un relativamente largo período competitivo altamente especializado, las cargas extensivas aeróbicas se sustituyeron por ejercicios específicos de competición de más intensidad; los ejercicios de fuerza máxima que afectan el anabolismo se redujeron e incluso se rechazaron por ser considerados perjudiciales para la técnica de la prueba. Como resultado, la velocidad del umbral anaeróbico y la fuerza pico disminuyeron durante el período de competición, y la masa muscular se redujo antes de la competición. Vale la pena resaltar que la velocidad media en la distancia fue obtenida en la competición. Esta progresión se consiguió mediante el aumento del ritmo de las remadas, a pesar de la reducción de la fuerza aplicada al remar. Es obvio que el patrón del ritmo para el desarrollo de las diferentes capacidades está lejos de ser óptimo (Issurin *et al.*, 1986).

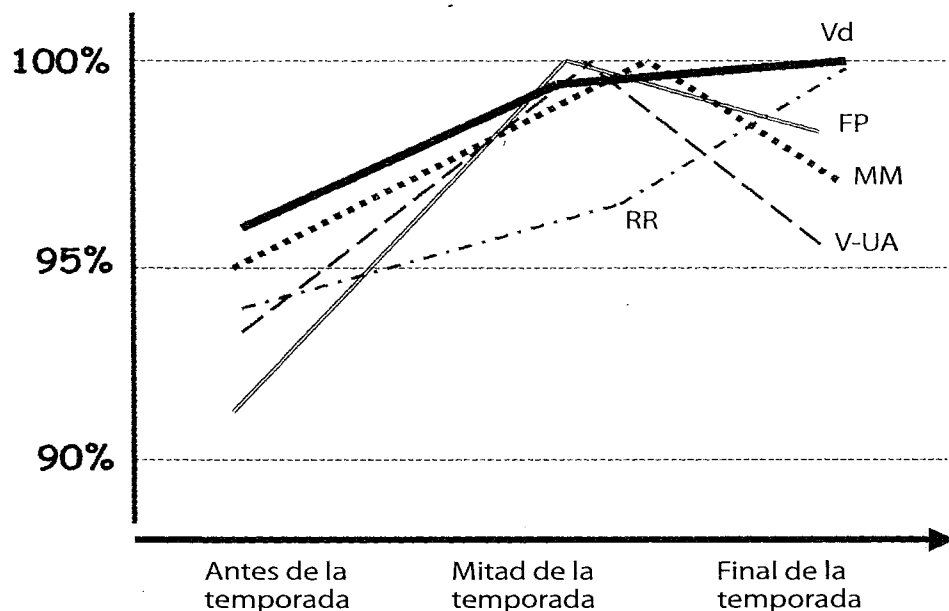


Figura 4.4.

Velocidad media en las distancias (Vd), velocidad del umbral anaeróbico (V-UA), fuerza pico en el remo (FP), ritmo de remadas (RR) y masa muscular (MM) de los kayakistas de alto nivel durante un macrociclo anual (basado en Issurin et al., 1986).

Por qué se debería revisar el planteamiento del enfoque tradicional

Como se puede inferir de esta descripción, los inconvenientes del concepto “entrenamiento tradicional” fueron un factor crucial en la búsqueda de un enfoque alternativo. Estas limitaciones son:

- las restricciones creadas por el desarrollo simultáneo de diversas capacidades motrices y técnicas;
- la incapacidad para proporcionar una preparación de múltiples picos, es decir, una participación con éxito en muchas competiciones;
- las limitaciones impuestas por períodos excesivamente prolongados de preparación básica y específica del deporte.

Además, los tremendos cambios del mundo del deporte durante las últimas décadas han influido enormemente en la evolución del proceso de entrenamiento. Aunque la variedad y la especificidad de cada deporte hacen difícil ser específicos, estos cambios pueden resumirse en general como:

- El aumento drástico del número de competiciones y rendimientos en competición.
- La reducción notable del volumen total de la cargas de entrenamiento.
- La aparición de nuevos conceptos que afectan el diseño y la planificación alternativa del entrenamiento.

Aumento del número de competiciones

Una tendencia evidente en los deportes contemporáneos es la participación en competiciones durante toda la temporada (tabla 4.5) y un notable aumento de los días de competición durante todo el año (figura 4.5).

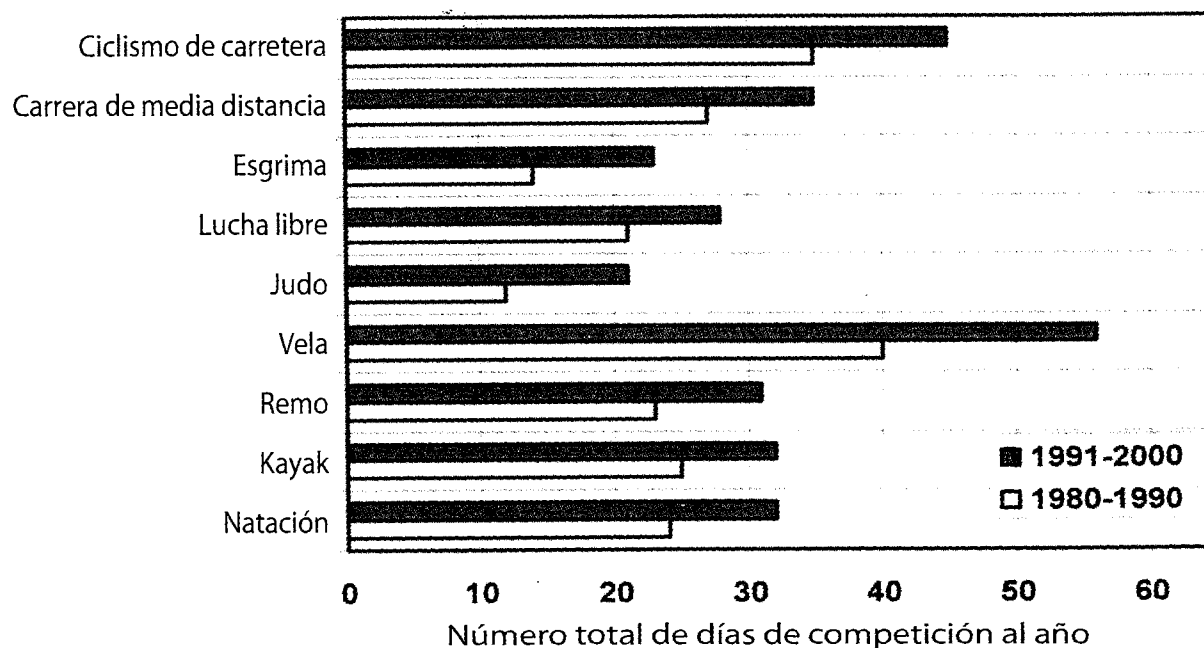


Figura 4.5.

Número de días de competición de los deportistas internacionales de diferentes deportes; datos obtenidos de los expertos reconocidos internacionalmente en los deportes mencionados (Issurin, 2007).

Al menos tres factores han determinado la tendencia en la actividad de competición:

- **Aumento del número de competiciones** en los programas de torneos internacionales y nacionales. En las últimas décadas, las federaciones deportivas internacionales han iniciado y apoyado la organización de series tradicionales de grandes premios, copas del mundo y continentales, trofeos conmemorativos, etc., que se han hecho populares entre los deportistas de elite y la prensa deportiva. De manera similar, las federaciones nacionales han compuesto unos extensos calendarios de competición con la intención de atraer la atención de más población de deportistas de subelite en programas preparatorios ambiciosos.
- **La motivación económica de los deportistas de elite** ha aumentado sustancialmente. Las primas que los ganadores potenciales pueden recibir se han convertido en un estímulo obvio para alcanzar niveles de rendimiento pico con más frecuencia que lo propuesto en el calendario de la periodización tradicional. Al mismo tiempo, el segundo escalón de deportistas también ha modificado su estrategia de competición para imitar los patrones de los deportistas de elite.
- **La contribución de las competiciones** a los estímulos del entrenamiento ha aumentado espectacularmente. Las competiciones más frecuentes rompen con la rutina del entrenamiento y cambian la relación entre la carga y la recuperación. Los entrenadores avanzados aprovechan las competiciones más frecuentes para intensificar la preparación del deportista.

Reducción del volumen total de las cargas de entrenamiento

Este factor se refiere a la considerable reducción del volumen total de las cargas de entrenamiento entre los deportistas de alto rendimiento. La figura 4.6 ilustra esta tendencia con representantes de los diferentes deportes de distintos países. Se puede citar varias circunstancias de esta tendencia global:

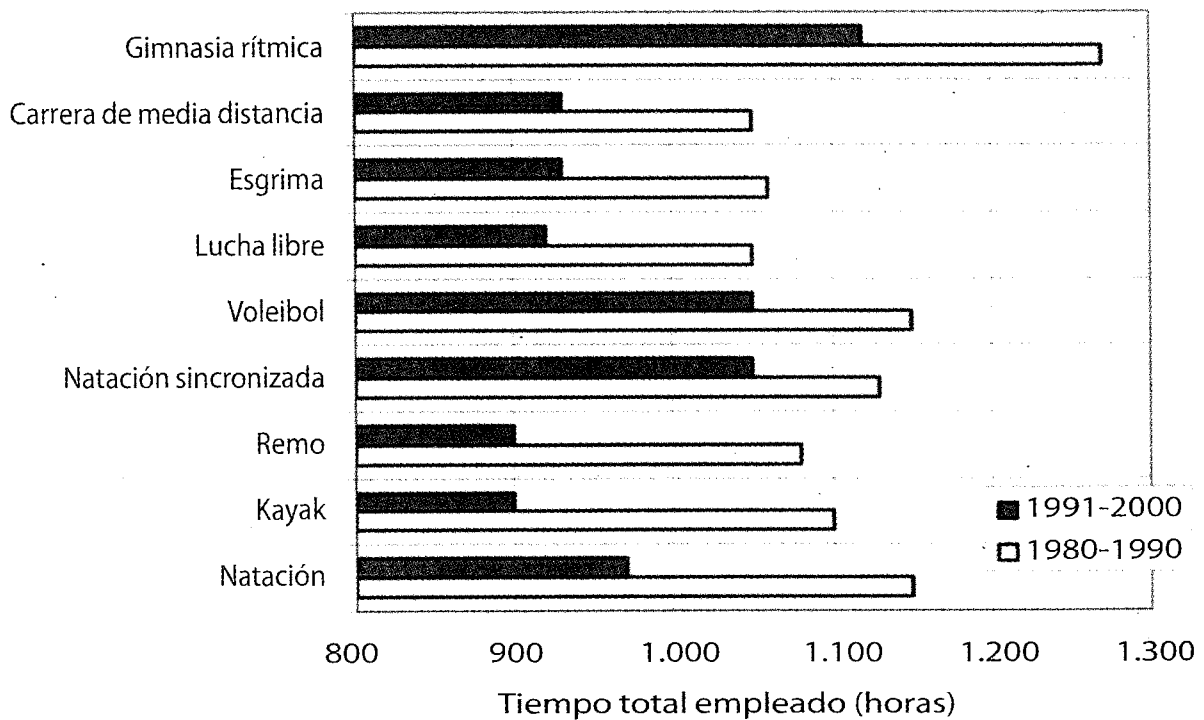


Figura 4.6. *Tiempo total del entrenamiento en un año entre los deportistas internacionales (datos obtenidos de expertos mundialmente reconocidos en los deportes mencionados) (Issurin, 2007).*

Progreso notable en los métodos del entrenamiento y en las tecnologías deportivas. El conocimiento actual de los efectos del entrenamiento a largo, medio y corto plazo hace posible el diseño de programas de entrenamiento que previenen las cargas excesivas, las cuales eran a menudo el resultado de un conocimiento insuficiente o una valoración excesiva. Las tecnologías de monitorización para la frecuencia cardíaca, el lactato en sangre, la tasa de movimientos y la técnica se han incorporado a las rutinas del entrenamiento, por lo que los efectos agudos e inmediatos del entrenamiento son ahora mucho más mesurables y predecibles. En particular, el enfoque moderno del programa de entrenamiento ha hecho posible que se sustituya el eslogan “más millas hacen campeones” por “el conocimiento es poder”. Este factor interactúa estrechamente con el siguiente.

Compartir mundialmente las experiencias con éxito entre los entrenadores. Es obvio que el mundo moderno de los deportes de elite es más abierto y dinámico. Los centros de entrenamiento internacionales albergan a deportistas de diferentes países para hacer grupos de entrenamiento y

llevar a cabo su amplia preparación. Los estudios, los seminarios y los cursos para los deportistas atraen la atención de expertos de renombre en todo el mundo, quienes no dudan en preparar –para que los vean y oigan todos– temas que una vez se clasificaron como *top secret*. Muchos entrenadores aclamados de países que regularon la difusión de la experiencia por medio de una política del deporte estrictamente impuesta han tomado el mundo como escenario. Éstos son entrenadores que poseen experiencia de mucho tiempo en el uso de las cargas de entrenamiento extremas y subextremas, desde el tiempo en el que los volúmenes de entrenamiento generales se prescribían de forma estricta. Ellos sabían que parte sustancial de estas cargas excesivas no era útil, sino perjudicial, y ahora comparten este conocimiento con colegas de diferentes países.

Aumento del número de competiciones y viajes. Las cargas de entrenamiento excesivas se han sustituido en parte por una actividad de competición más pronunciada.

Rechazo de los programas farmacológicos ilegales. No es un secreto que las intervenciones farmacológicas ilegales facilitaron respuestas fisiológicas a ciertos deportistas, como hipertrofia muscular y recuperación rápida, y afectaron el rendimiento ante grandes cargas. El control antidopaje –antes, durante y después de las competiciones– iniciado por el Comité Olímpico Internacional a mediados de la década de 1990 se ha convertido en una parte indispensable del deporte moderno y ha ayudado a evitar que se usen y se compartan estas tecnologías perjudiciales en el deporte de alto rendimiento. Un hecho relacionado con esto fue la reducción de la capacidad para mantener programas de entrenamiento con cargas extremas.

Cambios sociales y políticos en los países poscomunistas. Bien es sabido que los mayores volúmenes de carga los presentaron deportistas de los antiguos países comunistas cuya preparación deportiva estaba estrictamente centralizada. Se imponían los parámetros integrados del proceso del entrenamiento (como duración total, tiempo total empleado en el entrenamiento, etc.) en los equipos nacionales como directrices del programa. Muy a menudo, estas directrices proponían cargas de entrenamiento excesivas como herramienta para obtener unos rendimientos deportivos muy exitosos. A los cambios sociales y políticos que sufrieron estos países

les siguieron la democratización de los deportes de elite, la reducción de la presión administrativa y la liberación de los entrenadores que les permitía mostrar una iniciativa individual. Por otro lado, otros trastornos económicos engendrados por los cambios políticos en estos países agotaron la mayoría de los recursos económicos disponibles para el deporte. Como consecuencia, los volúmenes totales de carga se redujeron sustancialmente. Como un efecto dominó, este cambio influyó en las tendencias de volumen del entrenamiento en otros países y también causó allí reducciones de las cargas.

Todas estas circunstancias y factores contribuyeron a la búsqueda de enfoques alternativos del entrenamiento, que fueron propuestos por entrenadores y científicos creativos con una orientación práctica. No todos los intentos por reformar el sistema tradicional tuvieron éxito. Sin embargo, las tendencias de revisión se hicieron cada vez más fuertes y más deseables para la preparación de deportistas de alto rendimiento en las nuevas condiciones, en las que había un número considerablemente mayor de competiciones, una industria deportiva altamente desarrollada y una sociedad más abierta al deporte que demandaba un sistema de entrenamiento renovado. Como resultado, se crearon nuevos conceptos en la práctica, se establecieron las bases de la periodización alternativa y surgió una teoría avanzada del entrenamiento.

CONCEPTO DE PERIODIZACIÓN EN BLOQUES. NOCIONES GENERALES

Nuevos conceptos que afectan la racionalización y el diseño de la periodización del entrenamiento alternativo

En la década de 1980, el concepto que emergió entre los entrenadores importantes se refería a lo que llamamos *bloques de entrenamiento*. Esta idea no se conceptualizó científicamente y estaba abierta a diferentes interpretaciones. No obstante, en su connotación más extensa, el *bloque de entrenamiento* se refiere a un ciclo de entrenamiento de cargas especializadas

trenamiento formaron el macrociclo anual, que se subdividió oficialmente en los períodos de preparación y de competición; pero esta diferenciación fue de menor importancia.

La modificación del diseño de entrenamiento permitió una reducción media de entre el 5% y el 10% de los volúmenes de entrenamiento anual. Las mediciones de control del equipo nacional durante la preparación indicaron una mejora duradera y considerable de los principales componentes de la condición física en todos los subgrupos. Los programas de preparación radicalmente reformados dieron como resultado unos rendimientos destacados en los Juegos Olímpicos de Seúl en 1988 (tres medallas de oro y tres de plata) y en los Campeonatos del Mundo en 1989 y 1990, donde se ganaron ocho y nueve medallas, respectivamente.

Otro concepto más que afecta la aclaración e implementación del enfoque de la preparación alternativa es el efecto residual del entrenamiento (véase capítulo 2), término acuñado por primera vez por Brian y James Counsilman (1991). En comparación con otros tipos de efectos del entrenamiento (agudo, inmediato, acumulativo y retardado), el efecto residual es relativamente nuevo y oscuro. El efecto residual del entrenamiento, como se ha indicado anteriormente (tabla 2.1), se refiere *al mantenimiento de los cambios inducidos por unas cargas sistemáticas más allá de cierto período de tiempo después de cesar el entrenamiento*.

La fenomenología del efecto residual del entrenamiento está conectada estrechamente con el proceso de desentrenamiento, entendido previamente como una pérdida de "entrenamiento" cuando cesa éste. De hecho, el desentrenamiento en los deportes de alto nivel puede producirse selectivamente en función de las capacidades específicas cuando éstas no se estimulan con un entrenamiento suficiente. Por ejemplo, el consumo máximo de oxígeno entre los deportistas de resistencia altamente entrenados disminuye cuando el volumen semanal total se reduce por debajo de cierto nivel (Steinacker, 1993; Steinacker *et al.*, 1998). De manera similar, grandes volúmenes de ejercicios muy intensos no evitan el desentrenamiento y la pérdida de la resistencia aeróbica durante la fase de la puesta a punto (*taper*) (Mujika, 1999). Cuando el entrenamiento se diseña de manera tradicional y se desarrollan simultáneamente muchas capacidades, el riesgo de sufrir un desentrenamiento es insignificante debido a que cada objetivo (una

capacidad motriz o técnica) recibe la misma porción de los estímulos. No obstante, si estas capacidades se desarrollan de forma consecutiva, como se propuso anteriormente (Issurin y Kaverin, 1985; Bondarchuk, 1986, 1988), el problema del desentrenamiento cobra más importancia. De hecho, si desarrollas una capacidad y pierdes otra al mismo tiempo, has de tener en cuenta la duración del efecto positivo de cierto tipo de entrenamiento después de terminar con él y lo rápido que pierdes el nivel obtenido de la capacidad cuando dejas de entrenarla. En otras palabras, hay que conocer el efecto residual de cada tipo de entrenamiento. Un estudio reciente muestra datos que resumen las características de la duración del residuo del entrenamiento en relación con las diferentes capacidades motrices (tabla 4.6).

Las tasas de pérdida de los efectos del entrenamiento y los residuos del entrenamiento respectivos varían ampliamente para las diferentes capacidades motrices. Algunos sistemas fisiológicos conservan los niveles de aumento de la adaptación más que otros. Por ejemplo, la mejora de la capacidad aeróbica está determinada por unos pronunciados cambios morfológicos y bioquímicos, es decir, el aumento de la densidad capilar, el almacenamiento de glucógeno y, particularmente, la cantidad de enzimas aeróbicas, que aumentan entre un 40% y un 90% (véase figura 2.6). Esto contrasta con las adaptaciones observadas en los deportistas después de un entrenamiento de esprín: aumentan las reservas de creatinfosfato (2-5%), la acumulación del lactato pico (10-20%) y las enzimas anaeróbicas (2-20%). Por consiguiente, la capacidad aeróbica, que se ve apoyada por profundos cambios morfológicos y fisiológicos, se mantiene durante varias semanas cerca del nivel máximo. Mientras tanto, las capacidades anaeróbicas, particularmente en el esprín, alcanzan unos niveles máximos en períodos mucho más cortos (tabla 4.6).

La fuerza máxima que obtienen los deportistas de alto nivel la determinan cambios morfológicos, bioquímicos y neurales, como el aumento del área de sección transversal de las fibras, el aumento del número de fibras (hiperplasia), el reclutamiento de las unidades motrices inactivas previamente y la sincronización de su actividad y el aumento de la frecuencia de descarga de las motoneuronas (Zatsiorsky, 1995). Todas estas adaptaciones importantes crean un residuo del entrenamiento relativamente prolongado para el entrenamiento de la fuerza.

Tabla 4.6.

Duración y base fisiológica de los efectos residuales del entrenamiento de las diferentes capacidades motrices después de cesar el programa de desarrollo (Issurin y Lustig, 2004).

Capacidad motriz	Duración residual (días)	Base fisiológica
Resistencia aeróbica	30 ± 5	Aumento de la cantidad de enzimas aeróbicas, del número de mitocondrias, de los capilares musculares, de la capacidad de la hemoglobina, del almacenamiento del glucógeno y tasa mayor del metabolismo de las grasas
Fuerza máxima	30 ± 5	Mejora del mecanismo nervioso, hipertrofia muscular principalmente a causa del crecimiento y mayor longitud de las fibras musculares
Resistencia anaeróbica glucolítica	18 ± 4	Aumento de la cantidad de enzimas anaeróbicas, de la capacidad de neutralización y tamponamiento y del almacenamiento del glucógeno, y mayor posibilidad de acumulación de lactato
Fuerza-resistencia	15 ± 5	Hipertrofia muscular principalmente en las fibras de contracción lenta, aumento de las enzimas aeróbicas-anaeróbicas, circulación local de la sangre y tolerancia al lactato mejores
Velocidad máxima (aláctica)	5 ± 3	Mejora de las interacciones neuromusculares y del control motor, y aumento del almacenamiento de fosfocreatina

Los residuos del entrenamiento de la fuerza-resistencia dependen de la duración del rendimiento y del grado de movilización de los recursos anaeróbicos. La fuerza-resistencia para el rendimiento de larga duración tiene residuos relativamente mayores gracias a la pronunciada adaptación aeróbica.

Los cambios producidos por el entrenamiento de la capacidad de la velocidad máxima, tal y como se ha expuesto, se caracteriza por presentar menos ganancias y efectos residuales más cortos. El entrenamiento altamente concentrado del espín causa aumentos relativamente pequeños de las fuentes de energía rápidamente disponibles como el ATP y la fosfocreatina, y enzimas como la creatincinasa (Thorstensson, 1988). Además, la capacidad de velocidad máxima se basa en interacciones neuromusculares muy delicadas y altamente precisas que son relativamente inestables y no se pueden mantener al máximo nivel sin un entrenamiento especialmente organizado.

Este conocimiento sobre los residuos del entrenamiento y el curso del desentrenamiento es muy importante cuando el concepto de la planificación pasa de seguir un desarrollo simultáneo a un desarrollo consecutivo de los componentes de la condición física específica del deporte. De hecho, cuando se deja de desarrollar una capacidad específica, hay que ser capaz de predecir cuánto tiempo permanecerá esta capacidad al nivel "suficiente". Esta información debería determinar la secuenciación y el ritmo apropiados de los ciclos del entrenamiento.

Principios generales del concepto de periodización en bloques

El enfoque revisado, denominado concepto de periodización en bloques (CPB), se ha desarrollado y concretado en principios y directrices generales de sistemas alternativos de entrenamiento.

Los **principios generales** del sistema renovado del entrenamiento reflejan la esencia del concepto; la figura 4.7 muestra su unidad y su subordinación.

La concentración de las cargas de entrenamiento es el principio más decisivo e importante del CPB. Su base es el conocido hecho de que sólo las cargas de entrenamiento de alta concentración pueden producir el estímulo suficiente para obtener una ganancia notable de una capacidad motriz y/o técnica concreta en atletas de alto nivel. Éste es el principio básico del que se deriva lo siguiente: las demandas del entrenamiento de alta concentra-

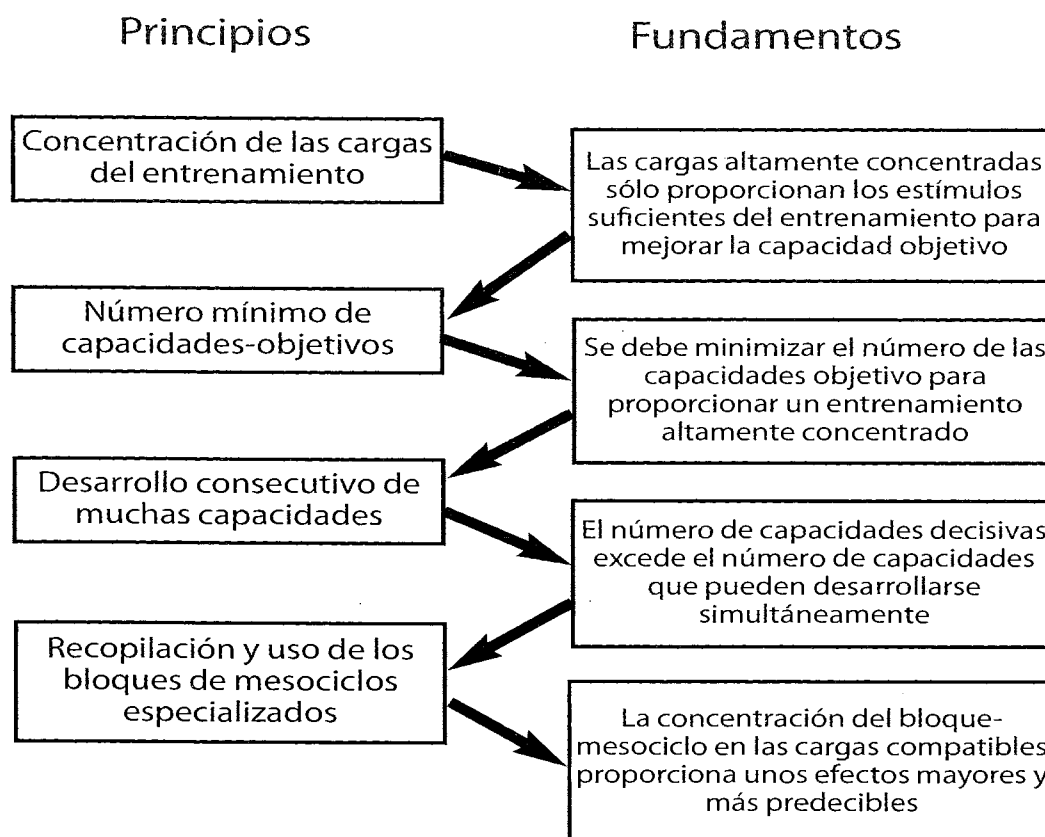


Figura 4.7. Principios generales del concepto de periodización en bloques y los fundamentos que determinan su unidad y su subordinación (Issurin, 2007).

ción minimizan el número de capacidades que se pueden ver afectadas simultáneamente (la alternativa es un diseño complejo en el que muchas capacidades se desarrollan simultáneamente); el desarrollo consecutivo es el único enfoque posible cuando el número de capacidades decisivas específicas del deporte es mayor que el número de capacidades que se pueden entrenar simultáneamente (el enfoque alternativo complejo no tiene grandes limitaciones en este tema, donde un mesociclo o un microciclo combina las cargas para diferentes capacidades); finalmente, se debería especializar los bloques de mesociclos y recopilarlos de modo que produzcan uno de estos tres diferentes efectos: *acumulación* (los deportistas acumulan el potencial de las capacidades motrices básicas y técnicas); *transformación*

(los deportistas transfieren su potencial motor a la preparación específica de la competición), y *realización* (los deportistas realizan su preparación como si estuvieran listos para competir y conseguir el resultado planificado). Por ello, los ciclos de entrenamiento de tamaño medio, llamados bloques de mesociclos, son la incorporación más importante de la idea general del concepto de periodización en bloques. Son mucho más concentrados, más especializados y más manejables en todos los programas de entrenamiento.

Composición del ciclo anual

Como en el enfoque tradicional, el programa del ciclo anual comienza determinando las competiciones objetivo, programadas normalmente por las federaciones deportivas internacionales y nacionales. El enfoque revisado del entrenamiento se hace más evidente en el momento específico de la subdivisión del ciclo anual completo en diferentes fases de entrenamiento, cada una de las cuales contiene mesociclos de tres tipos: acumulación, transformación y realización (tabla 4.7).

La secuenciación racional de los mesociclos en la etapa del entrenamiento hace posible la obtención de una superposición óptima de los efectos residuales del entrenamiento como se muestra en la figura 4.8. El diagrama presenta las principales opciones para obtener una interacción óptima de los residuos del entrenamiento, así como para permitir un rendimiento de competición a un alto nivel para todas las capacidades motrices y técnicas. Esta posibilidad se basa en el hecho de que los residuos del entrenamiento de capacidades básicas duran mucho más que los residuos de capacidades más específicas, mientras que los residuos de la velocidad máxima y de la preparación específica de la competición son los que duran menos (tabla 4.6).

Teniendo en cuenta el diagrama anterior, se puede observar que la duración de la etapa del entrenamiento está determinada por la duración de los residuos del entrenamiento y debería ser de unos dos meses. De hecho, las etapas del entrenamiento pueden ser más cortas (cerca de la forma máxima en la temporada, por ejemplo) o más largas (al inicio de la temporada o para alcanzar necesidades específicas). En el segundo caso (etapas de

Tabla 4.7.

Principales características de los tres tipos de bloques de mesociclos (Issurin, 2007).

Características principales	Tipo de mesociclo		
	Acumulación	Transformación	Realización
Capacidades motrices y técnicas objetivo	Capacidades básicas: resistencia aeróbica, fuerza muscular, coordinación básica	Capacidades específicas del deporte: resistencia especial, fuerza-resistencia, técnica adecuada...	Preparación integral: modelización del rendimiento, velocidad máxima, táctica específica de la competición
Volumen-intensidad	Volumen alto, intensidad reducida	Reducción del volumen, aumento de la intensidad	Volumen bajo-medio, intensidad alta
Fatiga-recuperación	Recuperación razonable para proporcionar una adaptación morfológica	No es posible tener una recuperación completa, acumulación de fatiga	Recuperación total; los deportistas deben estar totalmente descansados
Particularidades del control del estado de entrenamiento	Control del nivel de las capacidades básicas	Control del nivel de las capacidades específicas del deporte	Control de la velocidad máxima de la estrategia específica de la competición, etc.

entrenamiento más largas) se puede emplear medidas especiales para prolongar los efectos residuales del entrenamiento (véase programación a corto plazo). Hay que resaltar que cada etapa del entrenamiento ofrece una

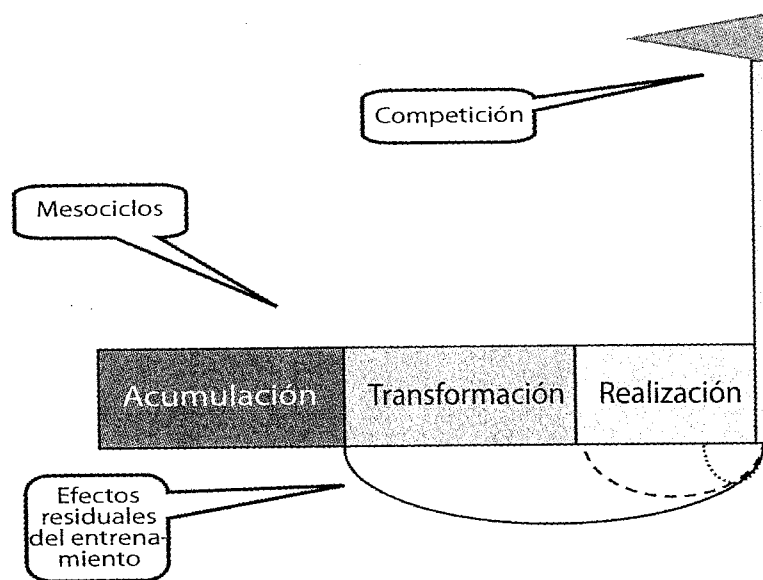


Figura 4.8. *Superposición de los efectos residuales del entrenamiento producidos por una secuencia de bloques de mesociclos (Issurin y Shkliar, 2002).*

especie de ciclo anual en miniatura: incluye un bloque de entrenamiento que se parece al período preparatorio (acumulación), un bloque de entrenamiento que se parece al período de competición (transformación) y acaba con la puesta a punto (realización) y el rendimiento de competición. Basándose en lo anterior, el diseño del ciclo anual se puede ver como una secuencia de etapas más o menos autónomas en las que se obtienen objetivos similares por medio de un programa de entrenamiento parcialmente renovado y cualitativamente mejorado. Varias pruebas repetidas en cada etapa junto con los resultados del rendimiento de competición ayudará a controlar el proceso del entrenamiento y a proporcionar la información que se pueda emplear para evaluar y corregir la programación.

Finalmente, el número de etapas de entrenamiento de un ciclo anual depende de las particularidades de cada deporte, de su calendario de competiciones importantes, etc., y normalmente varía de cuatro a siete. El ciclo

anual típico del concepto de periodización en bloques se muestra en la figura 4.9.

La implementación práctica del concepto de periodización en bloques proporciona diferentes beneficios cuando se compara con el modelo tradicional:

- *Volumen total del entrenamiento.* El modelo de periodización en bloques permite una reducción del kilometraje total y del tiempo empleado en el entrenamiento sin cambiar sustancialmente el número total de sesiones de entrenamiento.
- El control del entrenamiento es más fiable y eficaz; un número reducido de capacidades objetivo requiere pruebas apropiadas; el análisis de

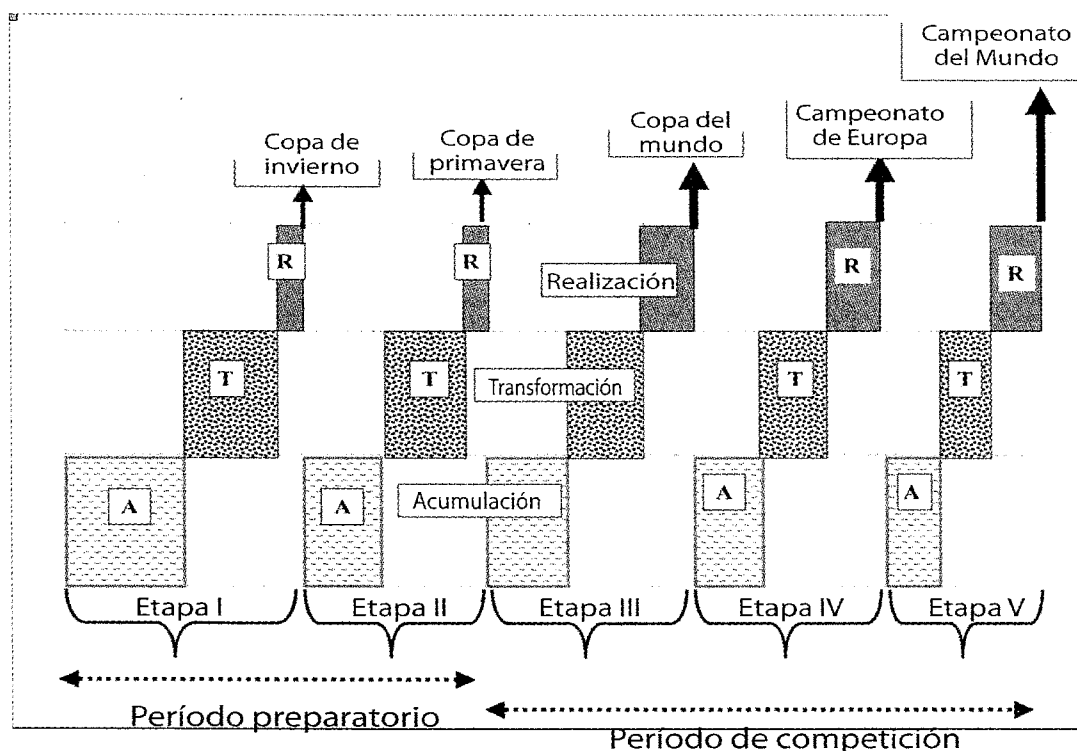


Figura 4.9.

Gráfico del ciclo anual basado en el concepto de periodización en bloques (el período transitorio no se muestra). Parte superior: competencias principales. Parte media: bloques de mesociclo. Parte inferior: etapas del entrenamiento y períodos de entrenamiento (Issurin, 2007).

la "dosis-efecto" se puede realizar fácilmente con respecto a las diferentes etapas del entrenamiento.

- Las particularidades psicológicas son más beneficiosas. Los deportistas se pueden centrar en un número menor de objetivos; por consiguiente, se permite un mantenimiento más eficaz de la concentración mental y del nivel de motivación.
- Los aspectos nutricionales deben cuidarse con más atención; cabe proporcionar una dieta alta en proteínas para aumentar el efecto anabólico del entrenamiento de fuerza; los hidratos de carbono, en particular, son importantes en los mesociclos para resistencia especial y fuerza-resistencia.

LAS PRINCIPALES CONSECUENCIAS DEL ENFOQUE MODERNO

La tabla 4.8 resume las diferencias más relevantes que surgen de la comparación de los enfoques tradicionales y no tradicionales de la periodización del entrenamiento y del diseño del diagrama anual. El principio dominante se centra en una estrategia total de estructuración de las cargas de entrenamiento, en la que el uso de las cargas concentradas contrasta con la administración compleja de diferentes cargas en el enfoque tradicional. El concepto del efecto residual del entrenamiento forma parte del fundamento científico del nuevo enfoque, pero no desempeña un papel en el fundamento de la teoría clásica, que se basaba exclusivamente en el efecto acumulativo del entrenamiento. De manera similar, la secuencia temporal del desarrollo de una amplia variedad de capacidades supuso principalmente un entrenamiento simultáneo en el enfoque clásico y tiene un desarrollo estrictamente consecutivo en la estructura en bloques. El concepto "periodización" en sí refleja el componente más significativo del programa del enfoque clásico: períodos de preparación. Como ya hemos mencionado, el componente más significativo del programa del enfoque alternativo es la etapa del entrenamiento que constaba de tres bloques de mesociclos secuenciales. A diferencia del modelo tradicional, el concepto de periodización en bloques (CPB) permite la implementación con éxito de un plan anual

de múltiples picos (puestas en forma). Los picos intermedios se pueden programar para mitad de la temporada, e incluso para el principio de la temporada. El mecanismo fisiológico general de la adaptación es muy diferente cuando se comparan los dos enfoques: el modelo tradicional se aprovecha principalmente de la adaptación a los estímulos simultáneos del entrenamiento que afectan muchas capacidades, mientras que el modelo no tradicional presupone una superposición de los efectos residuales del entrenamiento producidos por estímulos del entrenamiento de alta concentración administrados de forma consecutiva.

Tabla 4.8. *Diferencias principales del diseño del entrenamiento basado en el enfoque clásico y en el concepto de periodización en bloques (Issurin, 2007).*

Características del diseño del entrenamiento	Modelo tradicional	Modelo de periodización en bloques
Principio dominante de la organización de las cargas	Uso complejo de diferentes cargas dirigidas a muchas capacidades	Uso de cargas de alta concentración dirigidas a un mínimo de capacidades objetivo
Fundamentos científicos del enfoque de la programación	Efectos acumulativos del entrenamiento	Efectos acumulativos y residuales del entrenamiento
Secuenciación temporal en el desarrollo de las diferentes capacidades objetivo	Predominantemente simultáneo	Predominantemente consecutivo
El componente más significativo de la planificación	Periodos de preparación preparatorio, de competición y transitorio	Etapa de preparación que incluye y combina tres tipos de bloques de mesociclos

Participación en competiciones	Predominantemente en el periodo de competición	Predominantemente al final de cada fase
Mecanismos fisiológicos generales	Adaptación a los estímulos simultáneos (concurrentes) del entrenamiento que afectan diferentes objetivos	Superposición de los efectos residuales del entrenamiento producidos por estímulos de entrenamiento altamente concentrados

Resumen

La teoría tradicional de la periodización del entrenamiento se desarrolló como un enfoque universal para planificar y analizar la preparación deportiva. Los tremendos cambios del deporte de alto rendimiento, así como la diseminación de las nuevas tecnologías del entrenamiento, nos han llevado a la evolución de los fundamentos teóricos generales y a la aparición de algunos conceptos nuevos del entrenamiento no tradicionales. La alternativa al enfoque de la teoría tradicional del entrenamiento llamada "periodización en bloques del entrenamiento" refleja la experiencia exitosa de muchos importantes entrenadores y los resultados de los estudios a largo plazo realizados con deportistas. La idea general del enfoque nuevo presupone el uso y la secuenciación de bloques de mesociclos especializados, en los que las cargas del entrenamiento altamente concentradas se centran en un número mínimo de capacidades motrices y técnicas. A diferencia de la teoría tradicional de la periodización del entrenamiento, la cual postula un desarrollo simultáneo de muchas capacidades, el concepto nuevo propone un desarrollo consecutivo de las capacidades objetivo en bloques de mesociclos sucesivos. La secuenciación racional de estos bloques se basa en los efectos residuales del entrenamiento, es decir, en mantener los cambios producidos por un entrenamiento después de haber cesado éste. Los efectos residuales del entrenamiento son de especial importancia cuando los deportistas mejoran sus capacidades de forma consecutiva y no simultáneamente como en el modelo tradicional.

El concepto de periodización en bloques propone y utiliza una taxonomía original de los mesociclos que consiste en utilizar tres tipos de bloques especializados: *acumulación*, para desarrollar las capacidades motrices básicas y técnicas (en su mayoría las capacidades aeróbicas y de fuerza muscular, así como la habilidad técnica básica); *transformación*, para desarrollar las capacidades específicas de la competición (en su mayoría las capacidades anaeróbicas, las capacidades aeróbicas-anaeróbicas y las habilidades técnicas más especializadas), y *realización*, para la velocidad máxima, las tácticas específicas de las competiciones y la recuperación total antes de la siguiente competición (este bloque es muy similar al concepto tan conocido de puesta a punto de la competición: *tapering*). Estos tres bloques de mesociclos tomados en conjunto estructuran la etapa del entrenamiento, es decir, el

componente más significativo de la nueva periodización del entrenamiento. Esto contrasta con la teoría clásica, en la que el componente más significativo es el período de entrenamiento.

Se debe resaltar que el enfoque tradicional tiene beneficios visibles para la preparación de los deportistas de nivel bajo y medio. La compleja administración de cargas dirigidas a muchas capacidades hace que el entrenamiento sea más diversificado, atractivo y divertido. La mejora de las capacidades deportivas que están relativamente bajas no requiere cargas de entrenamiento de alta concentración porque la concentración con un nivel medio proporciona una estimulación suficiente. La situación opuesta es típica de los deportistas de alto rendimiento, quienes necesitan altas concentraciones de los ejercicios adecuados para progresar. En la tabla 4.8 se han mostrado las principales diferencias entre los modelos tradicionales y nuevos de entrenamiento. Los beneficios del concepto de periodización en bloques en comparación con los del modelo tradicional son los siguientes: 1) se puede reducir notablemente el volumen total del ejercicio del entrenamiento, porque también se reduce la incidencia del sobreentrenamiento; 2) el diseño del entrenamiento con múltiples "picos" permite y facilita la participación exitosa en muchas competiciones durante toda la temporada; 3) la monitorización puede ser muy eficaz debido a la reducción sustancial del número de capacidades deportivas a evaluar en cada mesociclo; 4) se puede modificar adecuadamente el programa de la dieta y la recuperación de acuerdo con el tipo predominante de entrenamiento, y finalmente 5) un plan anual con múltiples etapas de entrenamiento crea unas condiciones más favorables para alcanzar la forma deportiva óptima a tiempo en las principales competiciones de la temporada.

bibliografía

Bompa, T. (1984). *Theory and methodology of training – The key to athletic performance*. Boca Raton, FL, Kendall/Hunt.

Bompa, T. (1999). *Periodization: Theory and methodology of training* (4th ed.). Champaign, IL, Human Kinetics [“Periodización: teoría y metodología del entrenamiento”. Traducción: Assumpta Enseñat y Alfonso Blanco. Barcelona, Hispano Europea (2003)].

Bondarchuk, A.P. (1986). *Training of track and field athletes*. Kiev: Health Publisher (Zdorovie).

Bondarchuk, A.P. (1988). Constructing a training system. *Track Technique* 102, 3254-269.

Counsilman, B.E., Counsilman, J. (1991). The residual effects of training. *Journal of Swimming Research* 7, 5-12.

Dick, F. (1980). *Sport training principles*. London, Lepus Books.

Harre, D. (ed.). (1973). *Trainingslehre*. Berlin, Sportverlag.

Issurin, V. (2003). *Aspekten der kurzfristigen Planung im Konzept der Blockstruktur des Training*. *Leistungssport* 33, 41-44.

Issurin, V. (2007). A modern approach to high-performance training: the Block Composition concept. En: B. Blumenstein, R. Lidor, G. Tenenbaum (Eds.). *Psychology of sport training* (págs. 216-234). Oxford, Meyer & Meyer Sport.

Issurin, V., Kaverin, V. (1985). *Planning and design of annual preparation cycle in canoeing*. En: “Grebnoj Sport” (Rowing, Canoeing, Kayaking), Moscow, Fizkultura i Sport, págs. 25-29.

Issurin, V., Kaverin, V., Nikanorov, A.N. et al. (1986). *Specialized preparation of canoe-kayak paddlers*. Moscow, State Committee of USSR for Physical Culture and Sport.

Issurin, V., Shkliar, V. (2002). Zur Konzeption der Blockstruktur im Training von hochklassifizierten Sportlern. *Leistungssport* 6, 42-45.

Issurin, V., Lustig G. (2004). Klassifikation, Dauer und praktische Komponenten der Resteffekte von Training. *Leistungssport* 34, 55-59.

Klausen, K. (1990). Strength and weight-training. En: Reilly T., Secher N., Snell P. Williams C. (Eds.), *Physiology of sports*. London, E. & F.N. Spon, págs. 41-70.

Martin, D. (1980). *Grundlagen der Trainingslehre*. Schorndorf, Verlag Karl Hoffmann.

Matveyev, L.P. (1964). *Problem of periodization the sport training*. Moscow, Fizkultura i Sport.

Matveyev, L. (1977). *Fundamentals of sport training*. Moscow, Progress Publishers.

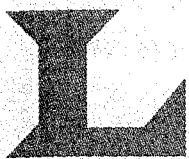
Ozolin, N.G. (1970). *The modern system of sport training*. Moscow, Fizkultura i Sport.

Steinacker, J.M. (1993). Physiological aspects of training in rowing. *International Journal of Sports Medicine* 14, S3-S10.

- Steinacker, J.M., Lormes, W., Lehman, M. Altenburg, D. (1998). Training of rowers before world championships. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 1158-63.
- Suslov, F.P. (2001). Annual training programmes and the sport specific fitness levels of world class athletes. En: *Annual Training Plans and the Sport Specific Fitness Levels of World Class Athletes*. http://www.coachr.org/annual_training_programmes.htm
- Thortensson, A. (1988). Speed and acceleration. En: A. Dirix, H.G. Knuttgen, K. Tittel (Eds.). *The Olympic book of sports medicine. Encyclopedia of sports medicine* (Vol. I) Oxford, Blackwell Scientific Publications, págs. 218-229.
- Zatsiorsky, V.M. (1995). *Science and practice of strength training*. Champaign, IL, Human Kinetics.



**SESIÓN DE
ENTRENAMIENTO:
POSICIONES
GENERALES Y
DIRECTRICES PARA
DISEÑARLA**



Las sesiones de entrenamiento son los mínimos componentes estructurales completos de un sistema de entrenamiento, que, cuando se unen y se disponen en una secuencia, forman ciclos y etapas de entrenamiento más largos. La situación actual respecto a las sesiones de entrenamiento es bastante contradictoria. Por un lado, los entrenadores y los deportistas saben cómo diseñar sesiones de entrenamiento individuales para sus propios deportes. Por el otro, como hemos visto en capítulos anteriores, las opiniones y los sistemas de preparación están constantemente cambiando y mejorando. Al final, las sesiones de entrenamiento también se modifican. Algunos entrenadores llegan a dominar sus diseños, pero con frecuencia no pueden (o no quieren) explicar cómo han llegado a planificar el conjunto de esas sorprendentes sesiones. El propósito de este capítulo es presentar los enfoques generales más relevantes para el diseño de las sesiones de entrenamiento.

TIPOS Y CLASIFICACIONES DE LAS SESIONES DE ENTRENAMIENTO

Esta sección presenta tres clasificaciones prácticas y relevantes de las sesiones de entrenamiento, analizando los conceptos de organización, tareas de entrenamiento y nivel de carga.

Tipos de sesión de entrenamiento según su organización

Las diversas formas posibles de organización empleadas en la práctica del entrenamiento en el ámbito mundial se pueden reunir en tres categorías básicas, que se exponen en la tabla 5.1.

Como se observa en dicha tabla, todas las formas de organización y su tipo de sesión de entrenamiento tienen sus beneficios específicos, así como su especificidad y sus limitaciones. Las sesiones de entrenamiento en grupo como forma de organización permiten a los entrenadores administrar cargas máximas; éste es el tipo que se emplea con más frecuencia en los grupos de entrenamiento y en la llamada preparación centralizada, en la que varios de-

Tabla 5.1.

Tipos de sesiones de entrenamiento clasificados de acuerdo con su organización.

Tipo	Forma de organización	Posibles beneficios
Sesión de entrenamiento en grupo	Sesión de entrenamiento realizada de forma colectiva según un programa estricto o un plan flexible	Espíritu de equipo, estimulación emocional, competitividad y compañerismo
Sesión de entrenamiento individual	Sesión de entrenamiento programado dirigido por el entrenador	Focalización de la atención del entrenador y el deportista en los detalles de la técnica y la carga
	Sesión de entrenamiento programado y dirigido por los propios deportistas	Reducción del estrés emocional, carga realizada en el tiempo y lugar convenientes
	Sesión de entrenamiento libre o casi libre sin un plan estricto	Libertad de iniciativa, autorregulación del nivel de la carga
Sesión de entrenamiento mixto	Combinación de las dos formas de organización anteriores	Diversidad del entrenamiento, posibilidad de combinar los beneficios de las formas anteriores

portistas de las mismas características entrenan juntos. Evidentemente, ésta es la forma que prevalece en los deportes de equipo y de combate. Hay que advertir que la preparación a largo plazo con entrenamiento en grupo tiene claras limitaciones psicológicas y neurofisiológicas. Cuando los deportistas entrenan con una alta motivación, la competitividad y la tensión emocional prolongada pueden provocar una excitación excesiva y crónica del sistema nervioso central y, al final, cansancio emocional. Por eso es esencial encon-

trar un punto medio entre las sesiones de entrenamiento programadas estrictamente y otros tipos de sesiones de entrenamiento.

Las sesiones de entrenamiento individuales se emplean para entrenamientos programados de forma muy estricta y con grandes ambiciones (como los grupos de entrenamiento anteriormente mencionados) y para una preparación más libre y menos agotadora. Ciertamente, la utilización de sesiones de entrenamiento individuales es mayor en deportes individuales que en deportes de equipo o de combate. Además, en muchos deportes, como el patinaje artístico, las sesiones de entrenamiento individuales conforman casi todo el programa de preparación de los deportistas altamente cualificados. Sin embargo, incluso en los deportes de equipo, las sesiones de entrenamiento individuales forman parte del programa de preparación. En el fútbol, baloncesto, hockey sobre hielo, etc., la preparación de los mejores jugadores antes del inicio de la temporada es responsabilidad de ellos mismos. Las estrellas del deporte tienen que buscar sus propias instalaciones, la ayuda de un entrenador y un calendario de entrenamiento; todas estas cosas suelen ser individuales.

Ejemplo. Un jugador de fútbol profesional con mucho éxito se sometió a un mesociclo especializado de un mes fuera de temporada a la edad de 30-33 años para desarrollar su velocidad máxima. Para este fin, buscó un entrenador especializado en los esprints de atletismo, quien planificó, supervisó y evaluó su entrenamiento. El ciclo de entrenamiento constaba de sesiones de entrenamiento individuales controladas por el entrenador y parcialmente por el propio deportista. Este trabajo focalizado permitió al deportista mantener un alto nivel de su velocidad máxima a pesar de las dificultades causadas por la edad y las lesiones previas (Mark Tunis, comunicación personal).

Las sesiones de entrenamiento mixtas se emplean con frecuencia en muchos deportes. En los deportes individuales, la parte individual del entrenamiento suele emplearse para el perfeccionamiento de técnicas, la recuperación y la relajación; en los deportes de equipo y de combate, las partes individuales de los entrenamientos se suelen dirigir al entrenamiento de la condición física, la adquisición de habilidades técnicas y la relajación.

Otro ejemplo. El legendario Edson Arantes Do Nascimento (Pelé) dijo en una entrevista para un documental: "Muchas veces, después de los entrenamientos, me quedo a perfeccionar los tiros, los pases y los toques con la cabeza". (*Pelé forever*, dirigido por Anibal Massaini Neto, Brasilia, 2004). Sería justo decir que la combinación del trabajo en equipo y el virtuosismo individual consiguieron que este genio del deporte fuera tan destacado.

Existen muchos factores que determinan las variables de los tipos de organización de las sesiones de entrenamiento que se van a emplear: especificidad del deporte, instalaciones para el entrenamiento, número de deportistas que ha de supervisar el entrenador, disponibilidad de instrumentos individuales para la autosupervisión como el pulsómetro, la posibilidad de combinar ejercicios al aire libre y en interiores en una sola sesión, y las particularidades y preferencias de cada deportista en cuanto al entrenamiento en grupo o individual.

Clasificación en relación con las tareas

La práctica del deporte requiere que diferenciamos las sesiones de entrenamiento según sus tareas prevalentes. La tabla 5.2 muestra una clasificación en relación con dichas tareas.

Las sesiones de acondicionamiento dedicadas al desarrollo de las capacidades motrices generales y específicas del deporte conforman la mayor parte de los programas de entrenamiento en la mayoría de deportes. Con frecuencia, estos entrenamientos incluyen demandas técnicas, aunque sin ninguna intensidad en particular. Este tipo de sesiones de entrenamiento puede realizarse con diferentes formatos de organización, como entrenamientos en grupo o individuales controlados por el entrenador o por los propios deportistas.

La organización de las sesiones de entrenamiento técnicas suelen requerir más atención y esfuerzos. La adquisición de nuevas habilidades técnicas, como el perfeccionamiento de las técnicas de movimiento, requiere una evaluación en tiempo real y la inmediata corrección en sucesivos intentos. Cier-

Tabla 5.2.

Clasificación de las sesiones de entrenamiento en relación con las tareas.

Tipos	Objetivos	Comentarios
Sesiones de acondicionamiento	Mejora de las capacidades motrices generales y/o específicas del deporte	Este tipo predomina en muchos deportes; suele combinarse con tareas técnicas
Sesiones de entrenamiento técnico	Adquisición de nuevas habilidades técnicas, perfección de la técnica del movimiento	Este tipo se centra en la excelencia de los movimientos y requiere indicadores de calidad
Sesiones de entrenamiento táctico o técnico-táctico	Adquisición de nuevas habilidades tácticas (o tecnicotácticas), perfección de la táctica individual y/o de equipo	Se puede combinar ejercicios físicos y mentales; también cabe incluir sesiones teóricas
Sesiones de entrenamiento de evaluación	Evaluación de las capacidades del deportista	Se puede simular situaciones de competición específicas del deporte
Sesiones de entrenamiento combinadas	Desarrollo de diferentes capacidades deportivas combinando distintas tareas	Dos opciones: 1) secuenciando diferentes tipos de sesiones de entrenamiento; 2) combinando distintas tareas en ciertos ejercicios

tamente, el entrenador o un experto han de controlar bien este entrenamiento, por lo que los entrenamientos controlados por el propio deportista no son adecuados para este propósito. Otro factor que también afecta la

complejidad de las sesiones de entrenamiento técnico es el uso de medios audiovisuales como cintas de vídeo con el fin de aportar a los deportistas información objetiva sobre la calidad del rendimiento y los detalles significativos de la técnica adecuada. Hay que tener en cuenta que el aprendizaje motor, como la perfección de técnicas del movimiento, requiere una alta movilización de las capacidades cognitivas y de coordinación de los deportistas. Por tanto, este tipo de entrenamiento representa una carga especialmente pesada para el sistema nervioso central de los deportistas que ha de tenerse en cuenta durante la planificación.

Las sesiones de entrenamiento tecnicotácticas se centran principalmente en la adquisición de nuevas habilidades tácticas y en la perfección de la táctica individual o de equipo. Una función más de estas sesiones de entrenamiento es la unión de las habilidades tácticas y técnicas, lo cual es extremadamente importante para alcanzar un buen rendimiento. Varias partes de las sesiones de entrenamiento tácticas pueden practicarse en clase como parte de la preparación teórica y mental. Sin embargo, la mayoría de estas sesiones de entrenamiento han de planificarse e implementarse en condiciones específicas del deporte en las que se simulen parcialmente situaciones de estrés de competición. Este tipo de sesiones de entrenamiento es más característico de los deportes de equipo y de combate, en los que la importancia de la táctica es relativamente mayor.

El objetivo primordial de las pruebas o evaluaciones de las sesiones de entrenamiento es evaluar las capacidades físicas y técnicas de los deportistas en relación con componentes de la preparación especialmente seleccionados (como la fuerza o la resistencia específicas del deporte) o en situaciones artificialmente diseñadas que simulen al máximo las condiciones de la futura competición. Como estas sesiones requieren esfuerzos máximos de los deportistas, han de realizarse con prudencia y con el equipamiento adecuado en un ambiente apropiado y con la máxima cooperación del equipo del entrenador.

Las sesiones de entrenamiento combinadas se dedican al desarrollo de algunas capacidades deportivas (como la física y la técnica, o la física y la tecnicotáctica) en una sola sesión de entrenamiento. Por ejemplo, la primera parte de una sesión puede centrarse en el aprendizaje motor, mientras que la segunda puede dedicarse al entrenamiento de la condición física. De modo

similar, la sesión de entrenamiento con evaluación se puede acompañar de un entrenamiento de la condición física. Otra posibilidad para crear una sesión de entrenamiento combinada es mezclar diferentes tareas específicas del deporte en cuestión. En general, se propone el desarrollo simultáneo de la capacidad motriz específica del deporte y la perfección de la capacidad técnica apropiada. Estos medios de entrenamiento en los que se combinan los dos tipos de efectos se llaman *ejercicios combinados*. Normalmente esta combinación se realiza en forma de ejercicios de velocidad resistida y velocidad asistida (Maglischo, 1992).

Ejemplo. Los ejercicios con una resistencia adicional están muy extendidos y son muy populares, especialmente en deportes con movimientos cíclicos como la carrera, la natación, la canoa, el remo, etc. Normalmente estos ejercicios están dirigidos a mejorar la aplicación de la fuerza en una habilidad técnica específica del deporte y de la resistencia muscular apropiada. Los ejercicios de velocidad resistida se pueden realizar con ayuda de un equipamiento relativamente barato. Se supone que los ejercicios de velocidad asistida facilitan regímenes de alta velocidad y a menudo rompen la llamada "barrera de la velocidad". Estos procedimientos mejoran la técnica de la velocidad específica del deporte y aumentan la velocidad máxima o la resistencia de la velocidad específica de la actividad.

Clasificación en relación con el objetivo de la carga

Desde los puntos de vista de la planificación y del análisis de entrenamiento, la diferenciación de los entrenamientos en relación con la carga es de especial importancia. Para fines prácticos, es necesario enumerar tres funciones generales de las sesiones de entrenamiento: desarrollo, mantenimiento y recuperación. El nivel de carga apropiado que se seleccione ha de corresponderse con estos objetivos. En realidad, cada plan de entrenamiento es una combinación específica de estos tipos de entrenamientos: algunos se destinan a mejorar y desarrollar contenidos, otros son necesarios para mantener ciertas capacidades en el nivel previamente fijado, y hay que planificar sesiones especiales para la recuperación. Por tanto, la clasificación

de las sesiones de entrenamiento en función de la carga tiene una ventaja práctica. La tabla 5.3, basada en la clasificación en función de la carga de Zatsiorsky (1995), presenta sesiones de entrenamiento cuantificadas en una escala del uno al cinco como puntos de referencia en la que el uno representa la carga más baja, y el cinco, la más alta (tabla 5.3).

Tabla 5.3. *Cuantificación de las sesiones de entrenamiento: clasificación en función de la carga (basado en la clasificación de Zatsiorsky, 1995; modificada por Issurin, 2003).*

Objetivo del entrenamiento	Nivel de carga del entrenamiento	Tiempo de la recuperación (horas)	Valoración de la carga, puntos de referencia
Desarrollo	Extremo	> 72	5
	Alto	48-72	4
	Sustancial	24-48	3
Mantenimiento	Medio	12-24	2
Recuperación	Bajo	< 12	1

Los aspectos relacionados con esta clasificación de la carga requieren una aclaración adicional en relación con el tiempo deseado de la duración de la recuperación completa. Las principales limitaciones tienen relación con los entrenamientos asociados a un considerable esfuerzo psicológico y neurofisiológico. En la clasificación anterior se emplea el tiempo necesario para la recuperación completa como indicador objetivo de la carga. De hecho, este enfoque pertenece al entrenamiento de la condición física como el entrenamiento de la fuerza, la potencia, la resistencia y la velocidad. El entrenamiento de la coordinación de alto nivel y las sesiones de entrenamiento que producen un elevado estrés neuroemocional requieren normalmente menos tiempo para la recuperación completa. Sin embargo, no siempre es posible seleccionar marcadores e indicadores objetivos basados ex-

clusivamente en la duración de la recuperación. No obstante, el enfoque generalmente aceptado presupone una serie de diferentes sesiones de entrenamiento que corresponden al nivel de carga deseado según las estimaciones pedagógicas y específicas del deporte. Con este fin, la escala del esfuerzo percibido (EEP) de Borg (Borg, 1973) que tanto se emplea puede adaptarse para calificar las sesiones de entrenamiento según su carga (tabla 5.4).

Tabla 5.4. *Calificación de la carga de entrenamiento empleando la escala del esfuerzo percibido de Borg (modificaciones del autor).*

Valores de la escala del esfuerzo percibido	Calificación de la carga	Tipo de sesión de entrenamiento
6 7 8 9 10 11	Muy, muy fácil Muy fácil Fácil	Recuperación
12 13 14	Ligeramente difícil	Mantenimiento
15 16	Difícil	Desarrollo: carga media
17 18	Muy difícil	Desarrollo: carga alta
18 20	Muy, muy difícil	Desarrollo: carga máxima

Si se siguen ambas clasificaciones según la carga, se puede distinguir al menos dos consecuencias prácticas y relevantes:

1. La carga de todas las sesiones de entrenamiento puede medirse y expresarse de forma numérica; esto ofrece beneficios de planificación adicionales, especialmente en deportes que no se pueden medir (deportes colectivos, gimnasia, etc.), y permite insistir más en la importancia de las sesiones de entrenamiento especialmente seleccionadas.
2. La implementación práctica de las categorías de desarrollo dependientes de la carga, el mantenimiento y las sesiones de entrenamiento de recuperación permite una mejor diferenciación entre distintas sesiones de entrenamiento y una selección más ecuánime de las cargas apropiadas.

Sesiones de entrenamiento clave como las sesiones decisivas de entrenamiento del desarrollo

El concepto de periodización en bloques presta especial atención al diseño del entrenamiento compuesto por diferentes sesiones de entrenamiento. El principio de la alta concentración requiere que las cargas de entrenamiento se concentren en un mínimo número de capacidades (véase capítulo 4). Al contrario que en el enfoque del entrenamiento tradicional, en el que el volumen total de ejercicios realizados es de primordial importancia, el concepto de periodización en bloques otorga absoluta prioridad al

Ejemplo: Tim Noakes (1991), un fisiólogo deportivo conocido mundialmente, formuló varias reglas del entrenamiento en base a la experiencia de grandes corredores de media y larga distancia como Herbert Elliott, Tom Clarke y Frank Shorter. La primera es: "Alternar días de entrenamiento duros y fáciles". Esto es muy similar al concepto de "entrenamiento clave", que puede expresarse como "alternancia de sesiones de entrenamiento especialmente duras con sesiones menos duras y fáciles".

"número total de sesiones de entrenamiento del desarrollo" como la característica crucial.

Por tanto, el principio de la concentración de las sesiones de entrenamiento postulado por el concepto de periodización en bloques como un

Tabla 5.5.

Características básicas y particularidades de las sesiones de entrenamiento clave.

Características básicas	Particularidades
Objetivos	Las capacidades más relevantes son el objetivo en este ciclo de entrenamiento, y normalmente un objetivo se relaciona con la condición física y otro con la técnica o la táctica
Factor mental	La motivación especial de los deportistas debe focalizarse en las sesiones de entrenamiento específicas, ya que son las que determinan con mucha eficacia el efecto de todo el programa de entrenamiento
Ritmo	El entrenamiento clave se planifica para el "mejor momento", un momento en el que los deportistas se hayan adaptado a las anteriores cargas pero aún no estén demasiado fatigados
Nivel de la carga	En relación con las demandas de las sesiones de entrenamiento de desarrollo: bajo, medio o alto
Formas de organización	El compañerismo, la cooperación en el grupo y el espíritu de equipo son particularmente deseables
Control del entrenamiento	Recopilación minuciosa y objetiva de información relevante (con instrumentos tales como un cronómetro, un pulsómetro, lactato en sangre, videos. . .) o con estimación pedagógica y visual del entrenamiento

todo ha de implementarse durante muchas sesiones de entrenamiento. Las características básicas de este entrenamiento clave aparecen en la tabla 5.5.

Como se desprende de esta tabla, las sesiones de entrenamiento clave requieren una especial atención en términos de metodología, organización y psicología. Estas sesiones contendrían los ejercicios más efectivos y representativos; muy a menudo, sus resultados pueden emplearse para el control del entrenamiento y para calcular el potencial de trabajo de los deportistas.



No se recomienda que las sesiones de entrenamiento clave incluyan medios de entrenamiento desconocidos o condiciones completamente nuevas, ya que esto requiere un ajuste preliminar. Los deportistas han de centrarse en la máxima calidad de su trabajo; los nuevos medios y condiciones pueden desviar su atención de los detalles específicos de la carga y reducir su nivel de motivación. Todas las demandas del rendimiento, los detalles de la organización y las condiciones de trabajo deberían explicarse claramente antes de la sesión de entrenamiento. Esto ocurre en cualquier sesión, pero es especialmente importante en la sesión clave.

ESTRUCTURA DE LA SESIÓN DE ENTRENAMIENTO

A pesar de la variedad y la especificidad de los diferentes deportes, existen reglas generales sobre cómo ha de recopilarse cada sesión de entrenamiento. El conocimiento de la estructura de la sesión pertenece a la parte más amplia de la teoría del entrenamiento. Muchos entrenadores comienzan a aprenderla desde sus experiencias iniciales en su propia carrera deportiva. Verdaderamente, todos saben que una sesión de entrenamiento consta del *calentamiento* (parte introductoria); la *parte principal*, en la que se realizan los ejercicios con las cargas planificadas, y la *vuelta a la calma* (parte final). Esta estructura general pertenece a todas las combinaciones posibles de formas de organización y ejercicios, y muchos autores ya la han descrito. No obstante, el progreso de la ciencia y la práctica del deporte ha favorecido la plena comprensión de aspectos que antes parecían muy sencillos y ahora se consideran más sofisticados. Por tanto, la esencia y el contenido de cada componente de la sesión de entrenamiento pueden aclararse ahora con mayor perspectiva.

Calentamiento

El gran entrenador neozelandés Arthur Lydiard incluyó el capítulo sobre el calentamiento en el libro que escribió junto a Garth Gilmour (2000). Mencionaba que al entrenador mundialmente conocido Percy Cerutti, quien

había trabajado con Herbert Elliot, campeón olímpico en carrera que además tenía varios récords mundiales, se le preguntó después de una conferencia sobre el papel del calentamiento. Esta autoridad contestó que los conejos no calientan, pero pueden correr “como el demonio”. El entrenador anónimo de la Universidad de Abilene que había hecho la pregunta tomó esta respuesta de manera crítica y efectuó un estudio especial.

Estudio de caso. El entrenador de Abilene encontró un conejar y filmó el comportamiento de un conejo antes de correr. Cuando el conejo salía de su madriguera, miraba a su alrededor (moviendo la cabeza y estirando el cuello y los músculos de la espalda) y trotaba varias veces hacia delante y hacia atrás. Después, el conejo comenzaba a correr por el campo. Así pues, el conejo realizaba realmente un calentamiento, aunque no tan serio como los corredores humanos (Lydiard y Gilmour, 2000).

Sería justo decir que actualmente muy pocos entrenadores o deportistas dudan de la necesidad del calentamiento. Sin embargo, hace falta la evidencia de modelos y combinaciones efectivos. Con este fin, como es usual en el entrenamiento de alto rendimiento, existen dos enfoques principales: resumir la experiencia con información de todo el mundo y revisar los

Estudio de caso. Doce equipos de fútbol de división nacional (180 jugadores) fueron divididos en dos grupos. El primero siguió un programa de entrenamiento modificado en el que el calentamiento y la vuelta a la calma se habían compuesto cuidadosamente sobre la base de los resultados de estudios previos: se combinaban ejercicios con el balón con un programa de estiramientos; la vuelta a la calma consistía en trotar y realizar estiramientos con la técnica *hold-relax*. La preparación era supervisada por doctores y fisioterapeutas. El segundo grupo lo formaban seis equipos que entrenaban de forma tradicional y sirvieron como grupo de control. Después de seis meses, los resultados revelaron una significativa superioridad del programa de preparación modificado (figura 5.1). Las lesiones se redujeron a la cuarta parte y se advirtió un drástico descenso de sesiones de entrenamiento y partidos perdidos a causa de trastornos musculoesqueléticos (Ekstrand *et al.*, 1983).

resultados de investigaciones minuciosamente diseñadas. El segundo enfoque puede ilustrarse con los datos de un estudio a largo plazo realizado con deportistas de alto nivel.

Este estudio puede considerarse atípico porque se refiere a los efectos complejos del calentamiento, la vuelta a la calma y la supervisión médica. Normalmente, el enfoque científico trata los efectos aislados de varios factores y cómo pueden contribuir los resultados a la práctica. Por ejemplo:

- La incorporación de ejercicios de estiramientos en el calentamiento aumenta la amplitud del movimiento de las extremidades inferiores de los jugadores de fútbol (Moller *et al.*, 1985).
- El calentamiento activo sin estiramientos no afecta la flexibilidad y es por tanto insuficiente (Zakas *et al.*, 2006).
- El ejercicio intenso previo estimula sustancialmente el metabolismo aeróbico en los músculos que trabajan durante la posterior actividad extenuante (Bangbo *et al.*, 2001).

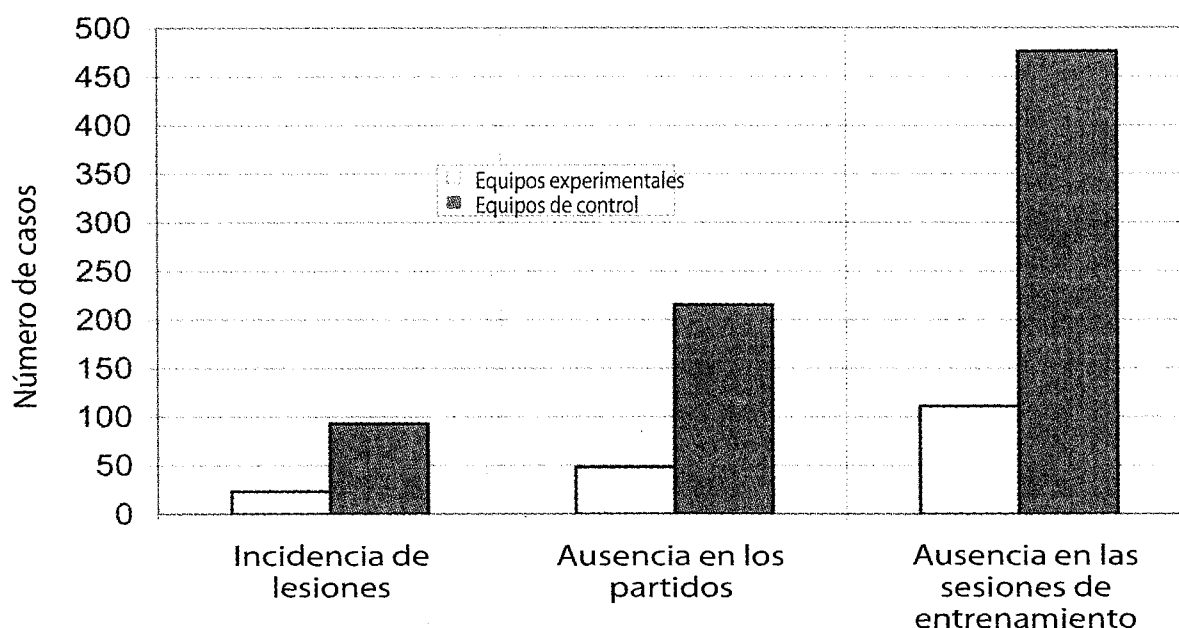


Figura 5.1.

Prevención de lesiones en el fútbol como resultado de un programa de entrenamiento centrado en el calentamiento y la vuelta a la calma (basado en Ekstrand *et al.*, 1983).

Por otro lado, la experiencia de la práctica deportiva avanzada sigue siendo una fuente muy valiosa para organizar el calentamiento en un deporte en particular.

El calentamiento como una parte introductoria de todos los entrenamientos tiene tres funciones principales: adaptación metabólica, ajuste técnico y de coordinación, y disposición mental (tabla 5.6). Ciertamente, la adaptación metabólica debería ser específica del deporte; sin embargo, esto no significa que esta función del calentamiento sea importante para los corredores y no para los lanzadores, por ejemplo. De hecho, los cambios térmicos y energéticos son absolutamente necesarios para los posteriores esfuerzos de alta intensidad, aunque el carácter y el contenido de estas acciones sean específicos del deporte. Hay que mencionar el importante papel del ajuste metabólico en la prevención de lesiones musculoesqueléticas. Varias entrevistas con destacados entrenadores en diferentes deportes revelan que al menos la mitad de las lesiones musculoesqueléticas (parte inferior de la espalda, hombros, articulaciones de la rodilla, tobillo, etc.) se deben en parte o completamente a un calentamiento insuficiente. Por otro lado, la adaptación apropiada de los sistemas metabólicos determina mucho la efectividad de las cargas posteriores en la parte principal de una sesión de entrenamiento.

Del mismo modo, los ajustes técnicos y de coordinación constituyen una función indispensable del calentamiento en todos los deportes; su papel en la prevención de lesiones en los deportistas se tratará después con más detalle. La tercera función del calentamiento también es esencial y especialmente importante en deportes y entrenamientos en los que los componentes mentales y cognitivos desempeñan un papel primordial, como los deportes colectivos o de combate, la adquisición de nuevas habilidades técnicas, etc.

El calentamiento en cualquier deporte se divide en dos partes, general y específica, que se caracterizan por una selección de ejercicios (tabla 5.7). La parte general del calentamiento suele comenzar con la fijación de objetivos para la posterior sesión de entrenamiento, y es el momento en que hay que explicar los detalles más importantes sobre las cargas y su organización. Los deportistas de alto rendimiento suelen tener su propio estilo al calentar, así que realizan su combinación estándar de ejercicios. No obs-

Principales funciones, objetivos y efectos esperados del calentamiento de los deportistas (basado en Vries, 1986; McArdle, Katch y Katch, 1991; Powers y Howley, 1994).

Tabla 5.6.

Función	Objetivos	Efectos esperados
Adaptación metabólica	Adaptar todos los sistemas metabólicos a los posteriores esfuerzos y evitar lesiones musculoesqueléticas de tejidos sin la temperatura óptima	Elevación de la temperatura muscular y central; disminución de la resistencia viscoelástica de los músculos y de la resistencia vascular con el calor; la hemoglobina y la mioglobina recogen más oxígeno; aumento del consumo de oxígeno
Ajuste técnico y de coordinación	Activar los sistemas nerviosos central y periférico y evitar lesiones debidas a incorrectas habilidades de alta coordinación	Los músculos se contraen y se relajan más rápidamente, mejoran la propiocepción muscular y todos los eslabones del control motor; las características biomecánicas y la técnica del movimiento se hacen más estables y económicas
Disposición mental	Movilizar al deportista y al grupo hacia un trabajo consciente; experimentar la motivación adecuada en cada tarea	Concentración mental en futuras cargas; mejora del autocontrol mental y emocional

tante, a veces hay que acentuar varios detalles del entrenamiento general, por ejemplo, prolongación de la parte general debido a una temperatura externa inferior (simplemente, algunos deportistas necesitan más tiempo para calentar); ejercicios adicionales a causa de músculos o articulaciones previamente lesionados; realización de los ejercicios con más cuidado con un grupo muscular específico que todavía duele tras una sesión de entrenamiento anterior, etc. Esta parte de la sesión de entrenamiento ha de producir ciertos indicadores del estado físico que se busca, como el aumento de la frecuencia cardíaca (más de 110-130 lat/min), ligera sudoración, au-

Tabla 5.7. Partes general y especial del calentamiento: contenido y particularidades.

Parte	Contenido, ejercicios típicos	Particularidades
General	Ejercicios cíclicos de intensidad baja y media (carrera, trote, saltos, etc.); calisténicos: varios ejercicios con total amplitud del movimiento en los que estén involucrados los principales grupos musculares y todas las articulaciones, en su mayoría sin peso o resistencia adicionales	Puede realizarse individualmente o en pequeños grupos; duración entre 8 y 15 minutos en función de la temperatura externa y las demandas individuales
Especial	Ejercicios específicos del deporte para preparar los sistemas metabólicos principales y las habilidades técnicas (y/o técnico-tácticas) para la parte principal de la sesión de entrenamiento	Puede realizarse bajo la supervisión del entrenador; duración entre 10 y 20 minutos

mento de la frecuencia respiratoria y la ventilación pulmonar, y mejora del estado general del organismo. El calentamiento general suele durar entre ocho y quince minutos.

Normalmente, la parte inicial del calentamiento tiene que incluir unos cuantos ejercicios de intensidad baja y media para elevar la circulación sanguínea, aumentar la temperatura corporal y facilitar los procesos de oxidación en los músculos que se ejercitan. Se cree que cuando se calientan los músculos y los tejidos es mucho más fácil estirarlos y responden positivamente a los ejercicios de estiramiento. Por ello, en el siguiente paso se incluyen ejercicios de estiramiento en los que los estiramientos dinámicos activos (balanceos, rotaciones de brazos y de la parte superior del cuerpo, etc.) preceden a los estiramientos pasivos. El calentamiento general continúa con ejercicios de fuerza de esfuerzo moderado que normalmente se realizan sin peso, aunque se pueden hacer ejercicios con la resistencia de un compañero.

La parte especial del calentamiento se centra en las particularidades metabólicas y/o técnicas específicas del deporte de la próxima sesión de entrenamiento. Los ejercicios especialmente seleccionados han de activar los mecanismos de coordinación involucrados en las habilidades técnicas empleadas en la parte principal de la sesión de entrenamiento. Además, estos ejercicios han de ayudar a simular la preparación mental para las siguientes tareas motrices de mayor complejidad. Desde este punto de vista, estos ejercicios son importantes para evitar fallos en las habilidades de alta coordinación y por tanto contribuyen a evitar lesiones.

A pesar de la variedad de las diferentes versiones del calentamiento, existen dos modos alternativos que practican entrenadores creativos en varios deportes (tabla 5.8).

Tabla 5.8. *Dos modos alternativos del calentamiento especial antes de la sesión de entrenamiento.*

Tipo	Contenido	Beneficios
Calentamiento estandar	Programa totalmente estandarizado con los ejercicios habituales y tareas en una secuencia específica	Economía del rendimiento, duración relativamente corta, organización simple
Calentamiento particular (no estandar)	Calentamiento especial para la competición u otro plan no estandar con elementos relativamente nuevos o atractivos	Salida de la rutina, puesta a punto para el siguiente programa extraordinario

El tipo que más se suele emplear es el *calentamiento especial estándar* que incluye los ejercicios y tareas habituales en una secuencia específica. Este calentamiento es parte de la rutina; no precisa motivación adicional; sencillamente, está organizado y dura entre ocho y quince minutos. Los deportistas altamente cualificados suelen tener su propio calentamiento estandarizado y varias versiones apropiadas para las necesidades específicas de la competición.

Ejemplo. Los levantadores de pesas realizan calentamientos individualmente estandarizados para la arrancada y otros para los dos tiempos. El deportista y el entrenador diseñan el contenido y la duración de estas versiones de forma individual. Del mismo modo, los gimnastas emplean la versión adecuada del calentamiento especial para cada disciplina gimnástica como las anillas, los ejercicios de suelo, el salto, las barras paralelas, etc. Evidentemente, el contenido y la duración relativamente constantes de estos calentamientos se modifican en función de los factores externos (temperatura, humedad, etc.) y las condiciones internas (fatiga, lesiones previas, ansiedad, etc.).

El *calentamiento especial particular* suele resaltar el carácter extraordinario del siguiente trabajo. Puede ser una prueba de entrenamiento especial en la que se fuerce una situación casi de competición. Igualmente, se puede realizar un calentamiento modificado antes de la competición. La sesión clave extraordinaria de entrenamiento también puede estar precedida por un calentamiento particular con el que se quiera reforzar el carácter exclusivo de esta sesión. Del mismo modo, los acontecimientos extraordinarios como festivales locales, exhibiciones públicas, etc., pueden ser la razón para emplear un calentamiento particular. Hay que tener en cuenta que la utilización frecuente de un calentamiento particular conduce a la pérdida de unidad y reduce el efecto de su estimulación.

Parte principal de la sesión de entrenamiento

La parte principal de la sesión de entrenamiento es la fase de carga porque contiene todas las cargas reales programadas para la sesión. Por ello, las respuestas agudas deseadas han de obtenerse aquí de los deportistas como resultado de unos ejercicios y unas tareas adecuadamente seleccionados y correctamente realizados. Estas respuestas se caracterizan por indicadores objetivos del sistema cardiovascular (frecuencia cardíaca), el estado metabólico (lactato en sangre), la tensión emocional (respuesta galvánica de la piel), las estimaciones del rendimiento (velocidad, tiempo de rendimiento, índice de movimientos, etc.) y signos subjetivos de esfuerzo

y/o fatiga (escala de esfuerzo percibido, etc.). Cada uno de estos indicadores puede reflejar la tendencia general: logro y mantenimiento del mayor nivel de la carga en esta sesión. La parte principal es la más larga de una sesión de entrenamiento y suele durar entre 60 y 90 minutos. Evidentemente, durante este intervalo de tiempo el nivel de la carga ha de modificarse de forma adecuada.

Dependiendo de la especificidad del deporte, la parte principal de la sesión de entrenamiento puede contener un amplio abanico de ejercicios (como en el atletismo, la natación o la gimnasia) o sólo una tarea (como en los deportes colectivos). Desde hace mucho tiempo, entrenadores destacados en diferentes deportes se han esforzado por recopilar sesiones de entrenamiento mediante la selección de los ejercicios y las tareas más importantes. Los entrenadores lo denominaron "el entrenamiento significativo", "el jefe de los entrenamientos", "la tarea principal", "la culminación del programa", etc.

Ejemplo. Hace unas décadas, el gran entrenador de atletismo Arthur Lydiard ofreció varios programas semanales para diferentes disciplinas de carrera y edades (Lydiard y Gilmour, 2000). Estos programas ofrecían sólo un ejercicio en cada sesión de entrenamiento. Obviamente, el programa de entrenamiento para corredores no contiene sólo un ejercicio; lo que Lydiard hizo fue concretar sólo el ejercicio más importante. Del modo similar, los informes del típico entrenamiento semanal de las grandes estrellas del atletismo muestran un ejercicio para cada sesión de entrenamiento, lo que significa que los deportistas cuentan sólo los procedimientos de mayor importancia (Noakes, 1991).

Desde el punto de vista del entrenamiento en bloques, la importancia que se da a los ejercicios de función clave es muy característica. Siguiendo el principio de la concentración de la carga de entrenamiento (véase el capítulo 4), la acentuación de ejercicios especialmente seleccionados es lógica y deseable. Siguiendo el principio de un número mínimo de objetivos de capacidades, normalmente sólo se acentúa un ejercicio o una tarea seleccionada. Similarmente a la definición de la sesión de entrenamiento clave, este elemento principal significativo se llama *ejercicio clave*. En varios deportes como los colectivos o de combate, en los que la función clave no

suele pertenecer a un ejercicio concreto, sino a una tarea específica del deporte (partido de entrenamiento, combate de entrenamiento, etc.), la carga más importante es la *tarea clave*. Las características principales y las particularidades de los ejercicios clave (tareas) aparecen en la tabla 5.9.

Tabla 5.9. *Características principales y particularidades de los ejercicios clave (tareas) de un entrenamiento.*

Características principales	Particularidades	Comentarios
Objetivo	Corresponde al objetivo principal de un entrenamiento dado	Normalmente sólo hay que seleccionar un ejercicio clave (tarea)
Motivación	Requiere automotivación máxima y el apoyo moral máximo del entrenador	Los deportistas han de estar familiarizados con el ejercicio clave (tarea) para generar la concentración mental deseada
Tiempo	El mejor momento es cuando los deportistas se encuentran en las condiciones más favorables	Una alta sensibilidad permite a los deportistas responder mejor a la carga de entrenamiento
Organización	Los detalles del rendimiento, como la interacción entre compañeros, equipamiento, acceso a la información, etc., han de aportarse adecuadamente	Los detalles significativos (información destacada, preparación, escenario del deporte, etc.) determinan en gran medida el efecto agudo del ejercicio clave (tarea)
Control	El entrenador o su asistente registran las variables más relevante del rendimiento	Es importante dar a cada deportista información relevante específica del ejercicio

Este concepto de entrenamiento del ejercicio clave puede ilustrarse con los resultados de un estudio de caso realizado durante la preparación individual de Gal Friedman, medalla de oro en la regata de windsurf de los Juegos Olímpicos de Atenas (figura 5.2).

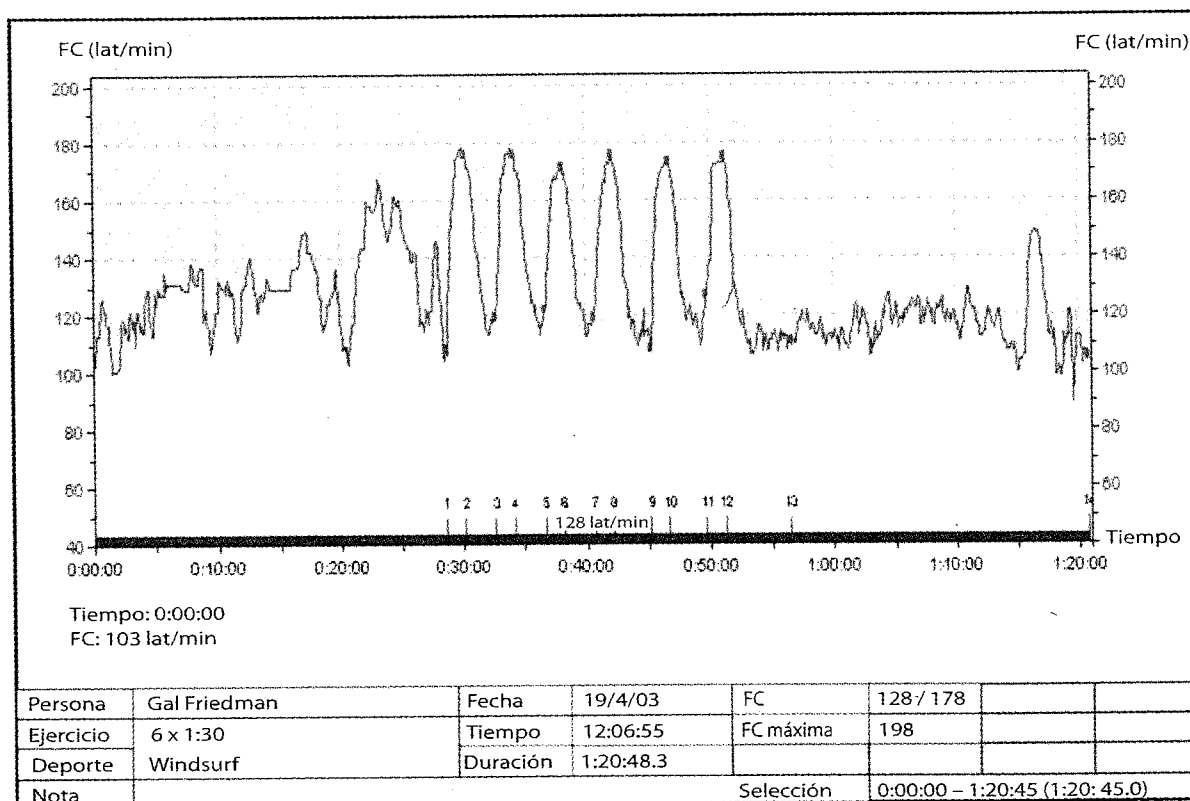


Figura 5.2.

Patrón de la frecuencia cardíaca de la sesión de entrenamiento de Gal Friedman, medalla de oro en windsurf en los Juegos Olímpicos de Atenas: ejercicio clave 6 x 1,5 min con 1,5 min de descanso (cortesía de Omrit Yanilov-Eden, 2005).

Estudio de caso. El gran surfista Gal Friedman reformó sustancialmente el enfoque del entrenamiento tradicional basado principalmente en entrenamientos de larga duración en el mar. Comenzó con entrenamientos interválicos de alta intensidad en los que los grandes esfuerzos se producían con potentes movimientos en los que el deportista se propulsaba gracias a fre-

cuentes aletazos de vela. El ejercicio clave típico de Gal constaba de seis repeticiones con velocidad durante un minuto y medio, con intervalos de descanso de minuto y medio, con movimientos de baja intensidad (figura 5.2). Se controló la velocidad de realización y se empleó un pulsómetro para evaluar la respuesta del deportista. El gráfico muestra máximos de FC repetidos en el nivel 178 con la consiguiente reducción a 110 lat/min, aunque su FC máxima personal era 198. Por tanto, el ejercicio clave programado se ejecutó al 90% de límite superior de su FC personal; definitivamente, el nivel de esta carga fue el más alto de toda la sesión de entrenamiento (Yanilov-Eden, 2005).

La selección de ejercicios clave es de suma importancia al recopilar un entrenamiento y supone un reto profesional para los entrenadores. A pesar de la ilusoria simplicidad de esta operación, se puede cometer muchos errores en la rutina, aunque el entrenador tenga mucha experiencia.

Ejemplo. En un seminario nacional de entrenadores al que asistieron representantes que habían ganado muchas medallas olímpicas, mundiales y continentales, a los participantes se les pidió que recopilaran un entrenamiento típico para desarrollar ciertas capacidades motrices. De la gran variedad de respuestas, más del 50% eran incorrectas. Incluso entrenadores con mucha experiencia confundieron ejercicios para la velocidad máxima con ejercicios para la resistencia de la velocidad (capacidad anaeróbica glucolítica), ejercicios para la resistencia aeróbica con ejercicios para la potencia aeróbica, etc. Parecía que era el momento adecuado para refrescar sus conocimientos básicos.

Es obvio que la descripción de ejercicios clave típicos en cualquier deporte es una tarea poco realista. Sin embargo, es posible definir la mayoría de los regímenes de entrenamiento típicos de ejercicios clave para desarrollar las principales capacidades motrices (tabla 5.10).

Características de los ejercicios clave para desarrollar las principales capacidades motrices (basado en Fox y Mathews, 1981; Viru, 1995; modificado por el autor).

Tabla 5.10.

Capacidad-objetivo	Intervalo de trabajo	Relación trabajo/descanso	Intensidad	Número de repeticiones	Número de series	Lactato en sangre (FC)
Velocidad máxima	7-15 seg	1:10	Maxima	5-8	2-5	-
Potencia anaeróbica glucolítica	30-50 seg	1:(4-5)	Submaxima	4-6	2-4	> 8 > 180
Resistencia anaeróbica glucolítica	1-1,5 min	1:3	Alta	8-12	1-3	Ma-xima > 8 > 180
Potencia aeróbica	1-2 min	1:(1-0,5)	Intermedia	5-8	1-3	4-8 160-180
Resistencia aeróbica	1-8 min	1:0,3	Media	4-16	1-3	2,5-4 (5) 140-180
Recuperación, oxidación de las grasas	20-90 min	-	Baja	1-3	-	1-2,5 100-140

Evidentemente, el formato de este capítulo y la presente sección no permiten un análisis en profundidad del anterior esquema de ejercicios clave. Además, muchos ejercicios de fuerza importantes en muchos deportes ni si quiera se tocan aquí. Por este motivo, se recomienda la consulta de otras fuentes. Sin embargo, las reglas generales que aquí se resaltan, independientemente del deporte, pueden ayudar a los entrenadores a recopilar su propia versión de ejercicios clave y sesiones de entrenamiento como un todo.

Vuelta a la calma

La última parte, aunque también obligatoria en toda sesión de entrenamiento cuyo fin sea reducir la carga gradualmente y normalizar las funciones básicas del cuerpo del deportista, se llama *vuelta a la calma*. Sus objetivos específicos son:

- reducir la temperatura corporal, la FC y la tensión arterial hasta alcanzar los niveles en reposo;
- eliminar los acidez metabólica y otros productos de desecho de los músculos a través del sistema circulatorio para una posterior limpieza;
- facilitar la recuperación del sistema endocrino reduciendo los niveles de adrenalina y noradrenalina para evitar trastornos en el reposo y el sueño por la noche;
- reducir la tensión emocional e influir de forma positiva en la recuperación mental de los atletas.

En general, la vuelta a la calma es un factor influyente y una condición relevante para la recuperación efectiva de un deportista. A pesar de su importancia obvia, se han dado muchos casos en los que esta indispensable parte de la sesión de entrenamiento ha sido ignorada, incluso por deportistas de alto de rendimiento con mucho éxito. Normalmente, se suele señalar la falta de tiempo como motivo para este mal comportamiento. El estudio anteriormente mencionado con jugadores profesionales de fútbol (figura 5.2) ha demostrado la importancia del calentamiento y la vuelta a la calma a la hora de proteger la salud de los deportistas. Para más información, se exponen los resultados del siguiente estudio.

Estudio de caso. Se repartieron 48 futbolistas adultos en tres grupos en los que se analizó la amplitud del movimiento de sus extremidades inferiores antes, inmediatamente después y 24 horas después de diferentes tipos de sesión de entrenamiento. La sesión de entrenamiento de fútbol regular provocó una disminución significativa de todos los índices de la amplitud del movimiento. Un entrenamiento similar que incluía series de estiramientos en el calentamiento ofreció respuestas más favorables inmediatamente después de la sesión. En el tercer caso, en el que las series de estiramientos se incluían en la vuelta a la calma, hubo beneficios significativos de la amplitud del movimiento inmediatamente después del entrenamiento y 24 horas después. Los autores señalaron que los músculos tensos con una amplitud del movimiento reducida aumentaron las probabilidades de que los deportistas sufrieran lesiones (Moller *et al.*, 1985).

En general, los ejercicios de la vuelta a la calma pueden subdividirse en tres grupos principales: 1) ejercicios de baja intensidad, normalmente movimientos lentos como correr, caminar, nadar, etc.; 2) ejercicios de respiración y relajación, y 3) ejercicios de estiramientos. Las particularidades de estas actividades se resumen en la tabla 5.11.

El patrón común de la vuelta a la calma suele comenzar con movimientos lentos que ayudan a eliminar los productos de desecho de los músculos. Hace tiempo que se sabe que esta actividad facilita la recuperación y acelera la eliminación de lactato de los músculos de los deportistas (Bonen y Belcastro, 1976). Se sabe que los ejercicios extenuantes y prolongados de alta intensidad provocan una disminución del volumen de sangre circulante debido a la acumulación de agua en los compartimentos intra y extracelulares de los músculos (Sejersted *et al.*, 1986). La recuperación del equilibrio hidroelectrolítico puede persistir durante un largo período de tiempo, que en casos extremos (como al correr una maratón) puede durar dos días o más (Virus, 1995). Un procedimiento razonable de vuelta a la calma puede acelerar enormemente este proceso. La recuperación del sistema endocrino es un proceso más prolongado, y los períodos de tiempo varían de acuerdo con cada hormona. Unas sesiones de entrenamiento extenuantes provocan la secreción pronunciada de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina), lo que reduce rápidamente el período de recuperación (Hag-

Tabla 5.11.

Modos y efectos esperados de diferentes actividades de enfriamiento.

Tipo de actividad	Efectos esperados	Comentarios
Ejercicios de baja intensidad	Reducción de la temperatura corporal, la frecuencia cardiaca y la tensión arterial; eliminación del lactato en sangre y otros metabolitos ácidos; disminución de los niveles de adrenalina y noradrenalina; normalización del volumen sanguíneo y el equilibrio electrolítico	Esta actividad es particularmente deseable tras ejercicios de alta intensidad, partidos de deportes colectivos, combates y carreras largas extenuantes
Ejercicios de respiración y relajación	Disminución gradual de la ventilación pulmonar, reducción de la excitación del sistema nervioso central, facilitación de la recuperación de los grupos musculares previamente activados, disminución de la tensión emocional	La combinación de ejercicios de respiración y relajación puede acompañar a la carrera o los saltos; se pueden descontraer los músculos por parejas
Ejercicios de estiramientos	Reducción de la rigidez y la tensión de los músculos inducidas por el entrenamiento, elongación de los músculos previamente acortados, aumentos de la elasticidad de los músculos y los tejidos conectivos, mejora de la flexibilidad	Estos ejercicios son particularmente deseables después de actividades pliométricas, que suelen provocar dolor muscular de aparición tardía

berg *et al.*, 1979; Jezova *et al.*, 1985). Sin embargo, en casos extremos como una maratón o un triatlón, los niveles de catecolaminas aumentados se mantienen durante 24 horas o más (Viru, 1995). El nivel de catecolaminas aumentado después del ejercicio puede causar diversos efectos negativos como problemas para descansar, trastornos del sueño, etc. Una vuelta a la calma razonable puede evitar, o al menos reducir, estas respuestas desfavorables en los deportistas.

Los ejercicios de respiración y relajación pueden realizarse independientemente de otras actividades o combinarse con ejercicios realizados con lentitud, como correr, caminar o nadar. La opción independiente puede realizarse con ejercicios como respirar profundamente, con la posterior relajación de los músculos de la parte superior del cuerpo combinada con una espiración acentuada. La relajación activa de los brazos y las piernas se realiza sentado o tumbado con la ayuda de un compañero que sacude la extremidad relajada a varias frecuencias y amplitudes. La opción combinada se realiza combinando la carrera con una respiración profunda y sacudiendo los brazos o las piernas.

Con frecuencia se han descrito los ejercicios de estiramientos como el componente principal y más importante de la vuelta a la calma. Se ha hecho especial hincapié en su papel para eliminar la rigidez y la tensión musculares posteriores al ejercicio y mejorar la elasticidad de los músculos y los tejidos conectivos (Shrier & Gossal, 2000). Se cree que los estiramientos pueden evitar el dolor muscular de aparición tardía que comúnmente sigue a los ejercicios con fuertes contracciones musculares excéntricas (llamados ejercicios pliométricos). Muchos estudios apoyan esta teoría (Hartfield, 1985) y muchos otros la contradicen (High *et al.*, 1989). En cualquier caso, generalmente se considera que los ejercicios de estiramientos son muy importantes para evitar lesiones musculares. El protocolo de estiramientos es variado y específico del deporte. Sin embargo, muchos entrenadores importantes en diferentes deportes recomiendan primero la realización de estiramientos estáticos y ejercicios de tensión y relajación (elongación pasiva de los músculos con su subsiguiente relajación) y después se pueden hacer ejercicios de estiramientos dinámicos balísticos.

La duración total del estiramiento depende del carácter y la cantidad de la carga anterior. Por ejemplo, la eliminación del lactato sanguíneo después de una prueba extenuante de 4 minutos requiere unos 20 minutos de recuperación (Juel *et al.*, 1990). Este lapso de tiempo se corresponde aproximadamente con la duración de la vuelta a la calma. Sin embargo, este período puede ser insuficiente cuando el entrenamiento consta de varias series anaeróbicas de alta intensidad. Normalmente, la vuelta a la calma dura entre 10 y 20 minutos; como es obvio, no es suficiente tras sesiones con cargas extremas.

DIRECTRICES PARA DISEÑAR UNA SESIÓN DE ENTRENAMIENTO

La manera de diseñar una sesión de entrenamiento depende de la creatividad personal del entrenador. Cada uno desarrolla su propio estilo basándose en sus experiencias personales y conocimientos. Por tanto, existe una gran variedad de versiones, incluso dentro del mismo deporte. Al mismo tiempo, es posible ofrecer directrices generales independientemente del deporte, que se exponen a continuación.

Secuencias de ejercicios para diferentes modalidades de entrenamiento

El concepto de periodización en bloques (CPB) postula una reducción del número de capacidades objetivo que pueden desarrollarse simultáneamente. Sin embargo, un diseño de entrenamiento unidireccional es un privilegio del que sólo gozan algunos deportes en los que el número de objetivos es muy bajo (por ejemplo, la halterofilia no requiere el desarrollo de muchas capacidades; la fuerza máxima y la fuerza explosiva son dominantes, y no son necesarios diferentes tipos de resistencia). En los otros casos se presupone una secuencia de diferentes cargas dentro de una sesión de entrenamiento. Desde este punto de vista, es importante determinar qué ejercicios son preferibles para la parte inicial y cuáles pertenecen a otras partes de la sesión de entrenamiento. El enfoque general de esta elección se basa en los requerimientos fisiológicos de los diferentes ejercicios teniendo en cuenta las condiciones óptimas para el mejor rendimiento (figura 5.3).

Como se desprende de este diagrama, muchas capacidades objetivo pueden desarrollarse con éxito cuando el deportista está bien descansado o ligeramente fatigado, incluidas las tareas motrices, cuyo rendimiento requiere que el sistema nervioso central (SNC) se encuentre en estado óptimo. Los ejercicios de velocidad máxima, de fuerza explosiva y de adquisición de nuevas habilidades técnicas y los que se hacen para mejorar mecanismos neurales de fuerza máxima (1-3 repeticiones máximas) requieren una excitación neural apropiada que los deportistas fatigados no tienen. Además, los

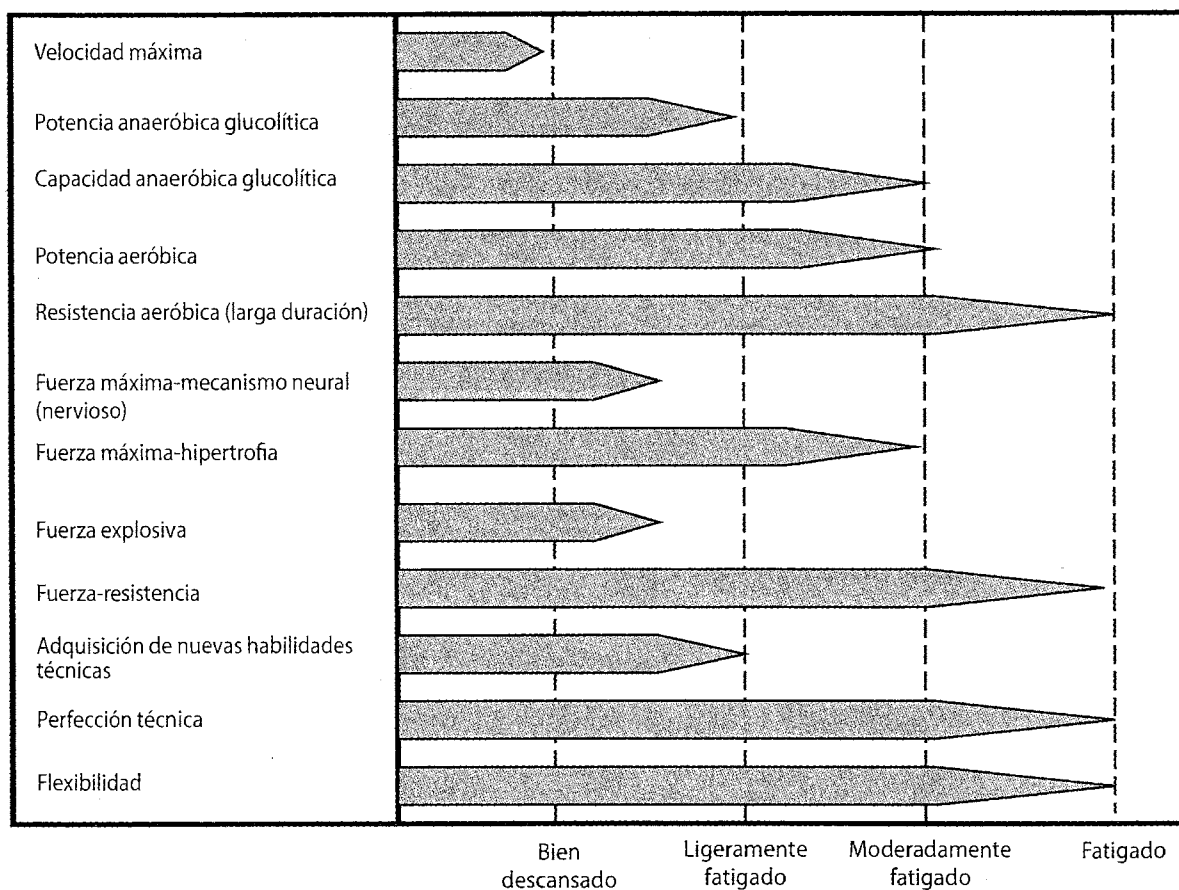


Figura 5.3. *Estados físicos preferibles para diferentes modalidades de entrenamiento en relación con el nivel de fatiga en una sesión de entrenamiento.*

deportistas fatigados no responden de forma efectiva a estas cargas debido a la inhibición del sistema nervioso central. Del mismo modo, los ejercicios de alta intensidad para la potencia anaeróbica glucolítica precisan disponer de las suficientes fuentes de energía, las cuales son reducidas en los deportistas fatigados. Los ejercicios para la capacidad anaeróbica glucolítica (velocidad-resistencia) requieren una fatiga sostenida a pesar de las pronunciadas acumulaciones de metabolitos ácidos en los músculos y la sangre. Por tanto, se espera e incluso se planifica cierto nivel de fatiga.

El efecto agudo de las cargas de la potencia aeróbica depende de la duración total de los ejercicios realizados cerca del nivel del consumo máxi-

mo de oxígeno. Los deportistas moderadamente fatigados aún pueden sostener este nivel metabólico, por lo que se puede recomendar esta dosis. Del modo similar, el efecto agudo de los ejercicios de fuerza-hipertrofia depende de la cantidad total de la proteína muscular degradada (índice de catabolismo) y de la magnitud del trabajo mecánico realizado (Zatsiorsky, 1995). Así pues, es necesario un alto esfuerzo de resistencia, y, obviamente, la última parte de estas cargas se realiza cuando los deportistas están fatigados, pero no exhaustos.

Ejemplo. Imagina a un deportista que realiza grandes volúmenes de ejercicios de resistencia pero tiene que mantener su nivel de masa muscular y capacidad de fuerza (esto es muy típico en los deportes de resistencia). El problema consiste en encontrar el momento adecuado para la sesión de entrenamiento de la fuerza anabólica de modo que no interfiera en el trabajo aeróbico dominante y no afecte las técnicas de movimiento finas. Al entrenador se le recomendó que programara su entrenamiento después de la sesión de resistencia con una carga media y quedó muy sorprendido. Sabía que los entrenamientos de fuerza máxima requerían la "mejor hora" con los deportistas descansados. Esto es correcto, pero para ejercicios de fuerza con los que se pretenda mejorar los mecanismos neurales (como 1-3 repeticiones máximas). Otro objetivo de la sesión de entrenamiento es lograr hipertrofia muscular (como 8-10 repeticiones máximas), en la cual el factor crucial no es el estado del deportista antes del entrenamiento, sino las condiciones de recuperación después del entrenamiento para desarrollar el efecto anabólico. Por tanto, esta secuencia es razonable y puede aceptarse en la práctica.

Los ejercicios para la fuerza-resistencia y la resistencia aeróbica requieren esfuerzos sostenidos a pesar de la fatiga acumulada y, por tanto, han de mantenerse todo el tiempo posible. La regla general dice que el aprendizaje motor demanda el estado óptimo del SNC y las fuentes de energía; sin embargo, pueden mejorarse muchas características técnicas con cargas altamente extenuantes. Por ejemplo, la tolerancia a la fatiga de la habilidad motriz, la economía de movimientos y la estabilidad de la técnica en condiciones de fatiga desfavorables pueden mejorar sólo en un estado apropiado, que hay que programar minuciosamente. Por tanto, los deportistas

fatigados pueden realizar parte de los ejercicios para la perfección técnica. De modo similar, los ejercicios de estiramiento se recomiendan en cualquier parte de la sesión de entrenamiento: al principio como parte del calentamiento, en el medio como recuperación activa y para mejorar la flexibilidad, y al final como componente de la vuelta a la calma.

Compatibilidad de los diferentes ejercicios

La compatibilidad de los diferentes ejercicios con distintas modalidades de entrenamiento en una sesión de entrenamiento y en una serie de entrenamientos es un factor extremadamente importante para determinar los efectos agudos e inmediatos del entrenamiento. La interacción negativa de muchos efectos de entrenamiento inmediatos es una de las desventajas comunes del sistema de periodización tradicional. En realidad, el complejo enfoque del diseño de entrenamiento presupuso la aplicación de ejercicios con diferentes modalidades de entrenamiento en una sesión de entrenamiento. Durante mucho tiempo, entrenadores de renombre de la mayoría de los deportes criticaron este enfoque y se negaron a implementarlo en sesiones de entrenamiento de alto rendimiento. El sistema de periodización en bloques emplea un enfoque selectivo, pero no complejo, para cada sesión de entrenamiento, en el que se planifican cuidadosamente modalidades de entrenamiento seleccionadas con combinaciones compatibles.

El diagrama de la figura 5.4 muestra las principales combinaciones compatibles de la modalidad de entrenamiento dominante con otras.

Es necesario aclarar las combinaciones compatibles:

1. Según el concepto de periodización en bloques, el programa de una sesión de entrenamiento ha de contener no más de tres modalidades de entrenamiento (normalmente, una dominante, una segunda compatible con la principal y una tercera para la mejora de la técnica/táctica o la recuperación).

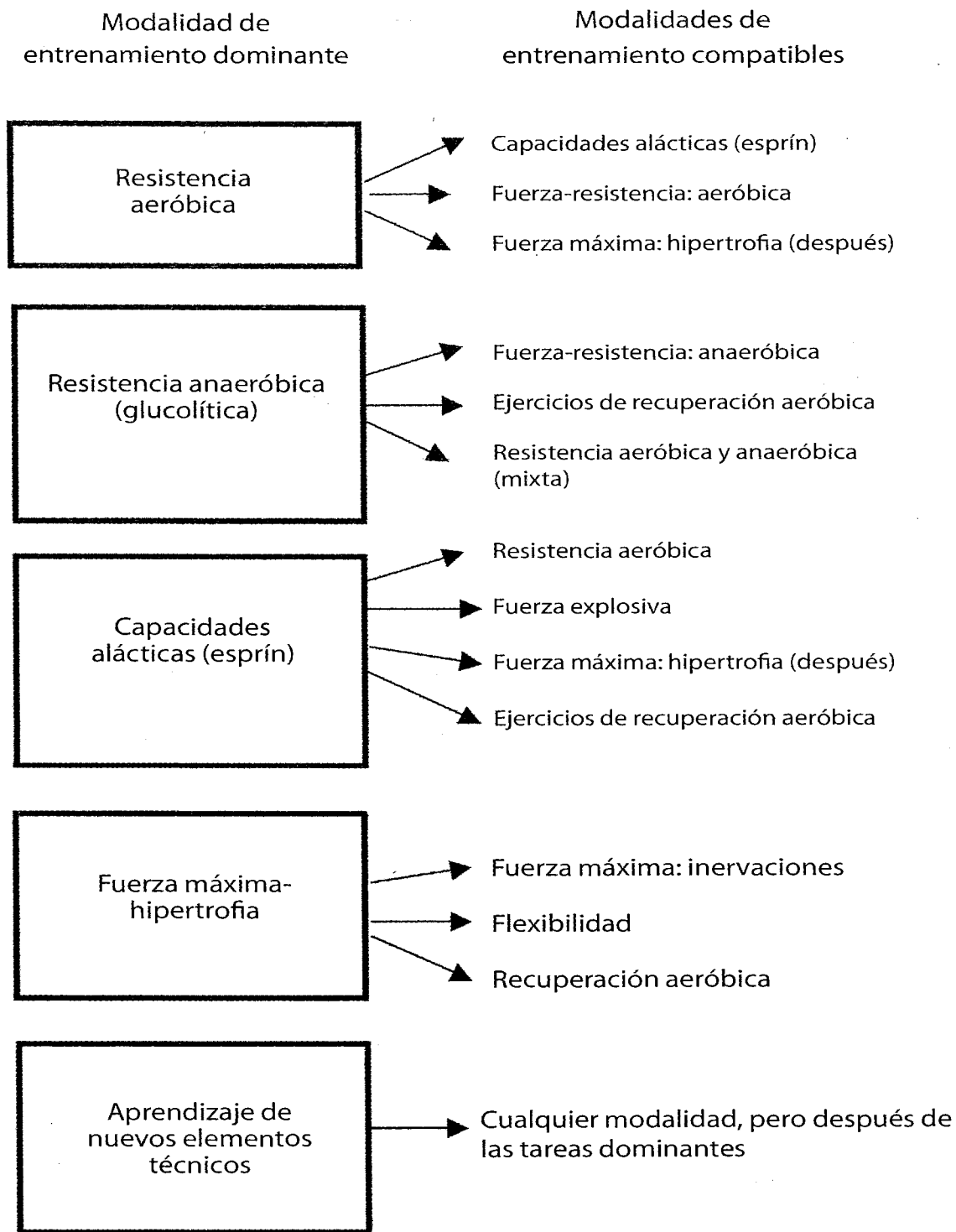


Figura 5.4. *Combinaciones compatibles entre la modalidad de entrenamiento dominante y otras adicionales en una sesión de entrenamiento (Issuin, 2003).*

2. Se postuló que el 65-70% del tiempo total del entrenamiento de la sesión de desarrollo ha de dedicarse a una o dos modalidades de entrenamiento; esto es importante para obtener una alta concentración de la carga y para conseguir el estímulo suficiente para alcanzar el efecto de entrenamiento deseado.
3. La frecuencia típica de las sesiones del entrenamiento de alto rendimiento (entre seis y doce sesiones a la semana) impone algunas condiciones a la sesión siguiente a la sesión de entrenamiento clave; el enfoque básico del diseño de entrenamiento es una reducción significativa de la carga después de la sesión de entrenamiento clave. El enfoque alternativo de planificar dos sesiones de entrenamiento clave consecutivas aporta concentraciones muy altas de carga que pueden ser excesivas.
4. Las sesiones de entrenamiento para la hipertrofia muscular imponen demandas muy especiales cuando se programan sesiones consecutivas en el período de recuperación; el uso de cargas altas durante este período afecta negativamente la fase anabólica de la recuperación muscular y elimina el proceso de la hipertrofia. Así pues, para obtener el efecto anabólico es necesario reducir de forma sustancial las cargas durante al menos 20 horas y utilizar los medios de recuperación adecuados.
5. La limitación del número de modalidades de entrenamiento es particularmente relevante en los deportes de alto rendimiento; el programa diario para niños puede ser más diverso, multilateral y, por tanto, atractivo.

Conviene hacer notar que los ejercicios combinados de forma razonable permiten a los entrenadores acentuar el efecto agudo de la modalidad de entrenamiento dominante y/o explotar el efecto de los ejercicios previos en las siguientes cargas. Más adelante se muestran algunas de estas diferentes interacciones psicofisiológicas favorables (tabla 5.12).

Series de sesiones de entrenamiento para un día

La planificación y la realización de varias sesiones de entrenamiento al día son habituales en la preparación de deportistas de alto rendimiento. Informes anecdóticos de diferentes entrenadores de renombre indican que

Combinaciones compatibles típicas de diferentes modalidades de entrenamiento y factores psicofisiológicos que crean una interacción beneficiosa de las cargas combinadas.

Tabla 5.12.

Combinaciones compatibles de modalidades de entrenamiento	Factores psicofisiológicos que afectan la interacción de las cargas
Resistencia aeróbica-capacidad aláctica de esprín	El esprín corto rompe la monotonía; el esfuerzo de esprín recluta un amplio espectro de fibras musculares, que permanecen activas durante las siguientes cargas aeróbicas
Resistencia aeróbica-fuerza resistencia	El aumento de la oxidación puede explotarse en los ejercicios de fuerza; una combinación de ejercicios convencionales y de resistencia enriquece el programa de entrenamiento
Resistencia anaeróbica (glucolítica)-fuerza resistencia anaeróbica	El almacenamiento de la capacidad glucolítica puede emplearse de forma efectiva combinando ejercicios de velocidad asistida, convencionales y de alta resistencia; los factores mentales de la tolerancia al lactato están sujetos al aumento del desgaste
Capacidad aláctica de esprín-fuerza explosiva	Los componentes de la fuerza explosiva (saltos, lanzamientos, golpes, etc.) empleados en los intervalos de trabajo aláctico acentúan la generación de fuerza motriz
Fuerza máxima-flexibilidad	Los ejercicios de estiramientos facilitan la relajación muscular y mental, lo cual puede utilizarse para la recuperación activa en las sesiones de entrenamiento de fuerza máxima
Fuerza máxima-ejercicios aeróbicos	Los ejercicios aeróbicos de baja intensidad activan la recuperación metabólica y la relajación muscular y mental, lo cual puede emplearse para la recuperación durante y después de una sesión de entrenamiento de la fuerza

se han realizado con éxito cuatro, cinco y hasta seis sesiones de entrenamiento diarias. Evidentemente, un día de entrenamiento con seis sesiones es una excepción, pero dos o tres sesiones de entrenamiento al día son algo rutinario en la práctica del entrenamiento. La experiencia práctica en el diseño del entrenamiento, el control y el seguimiento de las diferentes sesiones de entrenamiento diarias es extensa, y los datos objetivos están disponibles en la literatura científica. Sin embargo, la mayoría de los numerosos datos empíricos y los fundamentos científicos presentados (véase la sección anterior) sobre cómo recopilar una serie diaria de sesiones de entrenamiento están dirigidos al desarrollo de las capacidades aeróbicas (figura 5.5) o anaeróbicas (figura 5.6).

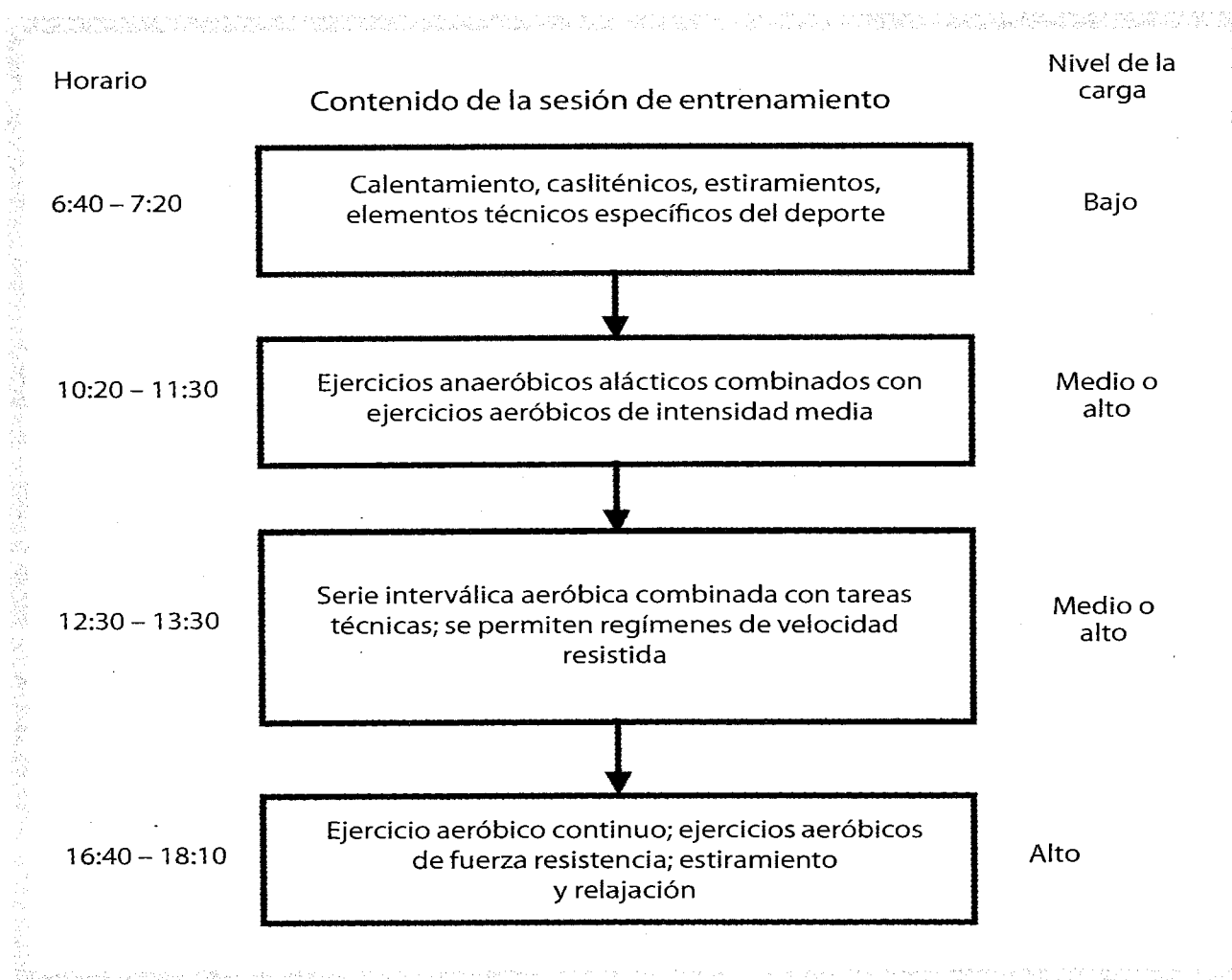


Figura 5.5. *Serie diaria de sesiones de entrenamiento dedicadas principalmente al desarrollo de capacidades aeróbicas (modalidades de entrenamiento compatibles adicionales: capacidad aláctica y fuerza resistencia).*

El propósito final de subdividir la cantidad total de ejercicios diarios en tres, cuatro o más sesiones de entrenamientos es aumentar la calidad del entrenamiento, es decir, que la intensidad de los ejercicios y su volumen parcial creen condiciones más favorables para la recuperación, sean más beneficiosos para mejorar la técnica en deportistas relativamente recuperados, etc.

Analicemos la serie diaria para desarrollar las capacidades anaeróbicas (figura 5.5). La primera sesión de entrenamiento contiene cargas que aumentan gradualmente. Muy a menudo los deportistas sufren rigidez y dolor musculares; un entrenamiento ligero por la mañana temprano ayuda a reducir estas consecuencias negativas de las cargas previas y a prepararlos para posteriores sesiones de entrenamiento más serias. Los elementos técnicos apropiados pueden activar las sensaciones específicas del deporte y facilitar el control motor. La segunda sesión de entrenamiento aporta condiciones favorables para la velocidad, lo cual favorece la interacción con ejercicios aeróbicos de intensidad moderada. Una hora de descanso antes de la tercera sesión de entrenamiento facilita la recuperación de los deportistas para un programa aeróbico más concentrado. Tres horas de descanso antes de la sesión final del día los prepara para desarrollar ejercicios aeróbicos continuos y un programa de resistencia aeróbica a pesar de la fatiga acumulada durante el trabajo previo realizado durante el día. El programa de vuelta a la calma es especialmente importante en esta sesión de entrenamiento y suele requerir relativamente más tiempo.

En el entrenamiento de alta intensidad, la interrupción entre las dosis de ejercicios diarios es de especial importancia (figura 5.6).

La primera sesión de entrenamiento de la serie diaria es similar al ejemplo descrito anteriormente, excepto en que se puede incluir breves esfuerzos intensos. La segunda sesión de entrenamiento contiene ejercicios de potencia aeróbica de alta intensidad, que causan la rápida acumulación de metabolitos ácidos y deuda de oxígeno. La pausa de una hora antes de la tercera sesión de entrenamiento aporta una recuperación parcial durante la cual el 70-80% del lactato acumulado puede ser oxidado (Volkov, 1986). Sin embargo, la siguiente sesión de entrenamiento empieza cuando los deportistas están ligeramente fatigados. Conviene hacer notar que la vía glucolítica y la actividad enzimática aún están activadas por la sesión de en-

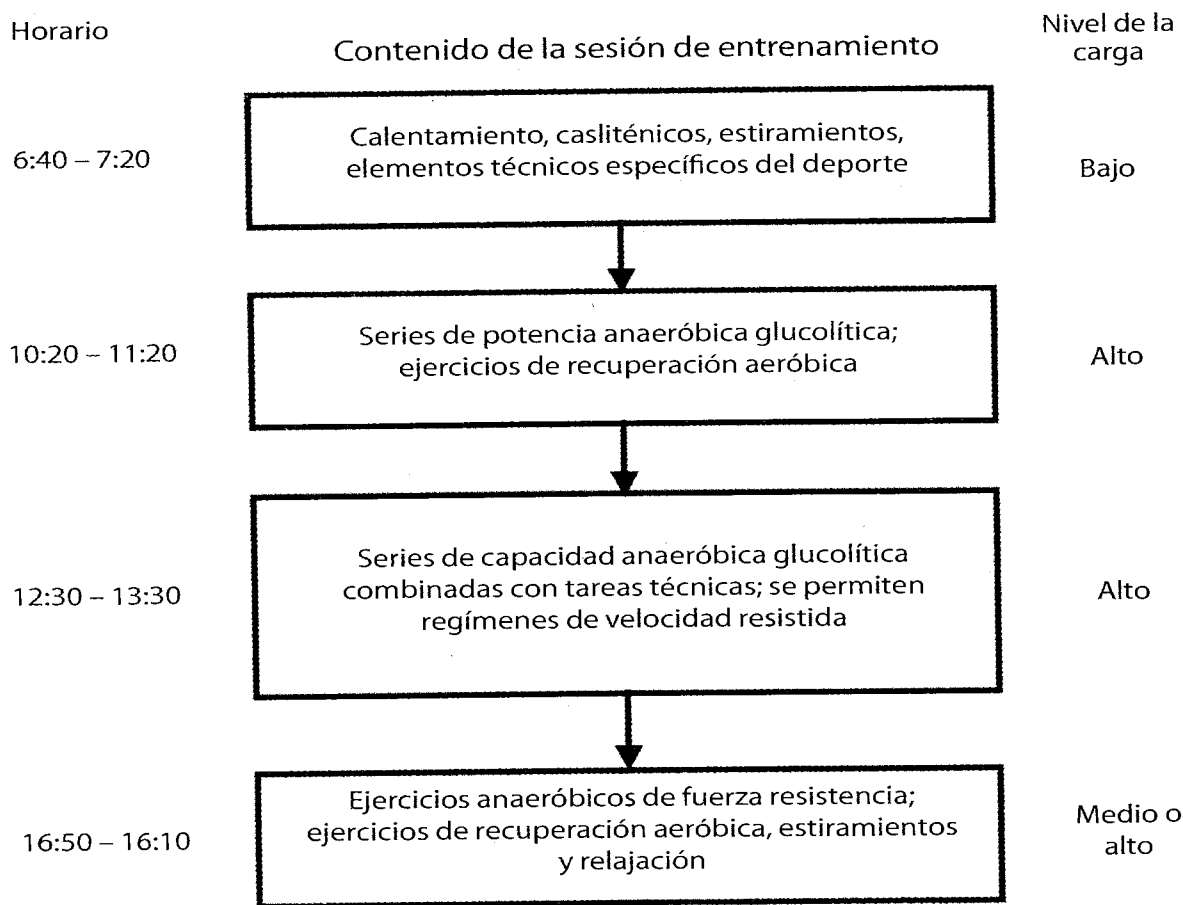


Figura 5.6. *Serie diaria de sesiones de entrenamiento dedicadas principalmente al desarrollo de la potencia anaeróbica y de la capacidad anaeróbica (modalidad de entrenamiento compatible adicional: fuerza resistencia anaeróbica).*

trenamiento anterior y de que esto puede afectar positivamente la segunda sesión de entrenamiento de alta intensidad con ejercicios para la capacidad glucolítica anaeróbica (resistencia anaeróbica). La pausa de tres horas que sigue a la tercera sesión de entrenamiento procura a los deportistas una recuperación parcial, aunque éstos lleguen fatigados a la cuarta y última sesión de entrenamiento. Como consecuencia, las partes de calentamiento y vuelta a la calma pueden prolongarse notablemente. En la parte principal, los ejercicios anaeróbicos de fuerza-resistencia, vinculados a la fatiga progresiva sostenible, se pueden realizar con éxito. Por tanto, una serie dia-

ria de sesiones de entrenamiento facilita la ampliación del número total de ejercicios anaeróbicos glucolíticos y una respuesta metabólica más profunda.

De modo similar, la serie diaria de sesiones de entrenamientos puede organizarse según diferentes capacidades objetivo como la velocidad máxima, la fuerza explosiva o la capacidad tecnicotáctica en los deportes de combate. Hay que tener en cuenta que la serie de cuatro sesiones de entrenamiento no es una práctica tan extendida como la rutina de dos sesiones de entrenamiento diarias para el entrenamiento de alto rendimiento. A continuación aparecen las combinaciones compatibles más típicas de dos sesiones de entrenamiento diarias (tabla 5.13).

Se llega a la conclusión de que el programa de una sesión de entrenamiento de un día, incluso una extremadamente importante, es parte de una unidad de entrenamiento mayor (microciclo, mesociclo). Su interacción con

Tabla 5.13. *Combinaciones típicas de modalidades de entrenamiento compatibles con dos sesiones de entrenamiento diarias (están incluidos los ejercicios clave).*

Capacidad objetivo dominante	Primera sesión de entrenamiento	Segunda sesión de entrenamiento
Potencia y capacidad aeróbicas	<i>Fartlek</i> : esprint de 10-15 seg, 3-6 min de trabajo al nivel del umbral anaeróbico	Series interválicas aeróbicas
Potencia y capacidad glucolíticas anaeróbicas	Series interválicas de potencia anaeróbica	Series interválicas de capacidad anaeróbica
Velocidad máxima	Series interválicas anaeróbicas alácticas	Ejercicios anaeróbicos alácticos, ejercicios de fuerza explosiva
Capacidad de juego tecnicotáctica	Simulación tecnicotáctica, velocidad máxima	Partido

las cargas anteriores y posteriores es de especial importancia tanto para la planificación como para el rendimiento.

CÓMO DISEÑAR UNA SESIÓN DE ENTRENAMIENTO

Basándonos en todo lo mencionado en este capítulo, el enfoque general para diseñar cada sesión de entrenamiento parece muy fácil. Sin embargo, sería de gran ayuda contar con un resumen de la información relevante en forma de un algoritmo. Los entrenadores experimentados, quienes realizan este trabajo de forma casi automática, podrán comparar su propio enfoque con la prescripción formal; los entrenadores jóvenes y los deportistas deben aceptar el estándar básico, que puede ayudarlos a desarrollar su propio estilo (tabla 5.14).

Quizá no sea necesario preparar una descripción completa de cada sesión de entrenamiento que incluya todos los detalles mencionados en la tabla, pero, en cualquier caso, han de tenerse en cuenta. Se recomienda encarecidamente que los deportistas se familiaricen con el futuro plan de la sesión de entrenamiento. El famoso entrenador internacional y científico del deporte James Counsilman (1968) solía escribir el contenido de la sesión en una gran pizarra frente a la piscina. Fue su punto de vista lo que aumentó definitivamente la motivación de sus deportistas y afectó su estimulación para jugar con cargas pesadas. En general, los entrenadores tienen que estar preparados para explicar a los deportistas por qué seleccionan unas combinaciones de ejercicios y no otras.

Tabla 5.14. Algoritmo general para componer una sesión de entrenamiento individual.

Número	Operaciones	Observaciones
1	Determinación de los objetivos principales y secundarios y el nivel de la carga	Ha de hacerse para todo el microciclo y en relación con cada sesión de entrenamiento y sus interacciones esperadas
2	Selección de la forma de organización adecuada	Las interacciones esperadas entre los deportistas y los posibles compañeros han de tenerse en cuenta
3	Recopilación del ejercicio clave (tarea clave)	Esto incluye la prescripción de todos los detalles relevantes del rendimiento (velocidad, índice de movimientos, respuesta esperada, etc.)
4	Selección del resto de ejercicios	Todos los ejercicios se han de analizar en relación con su compatibilidad recíproca
5	Selección de los modelos adecuados de calentamiento y vuelta a la calma	Tanto el calentamiento como la vuelta a la calma pueden modificarse de acuerdo con las demandas específicas de la sesión de entrenamiento
6	Inspección del equipamiento disponible y condiciones del entrenamiento	Se debe inspeccionar los medios de control, las máquinas para entrenar, los accesorios y, en la medida de lo posible, las condiciones meteorológicas

Resumen

Las sesiones de entrenamiento suelen parecer un componente trivial y simple del sistema de entrenamiento que no necesita especial consideración o clarificación. De hecho, el enfoque de la periodización en bloques resalta muchos aspectos de la recopilación del entrenamiento que se habían ignorado o infravalorado. Así pues, por ejemplo, la clasificación propuesta en relación con la carga ofrece una distinción entre los tres tipos diferentes de sesión de entrenamiento: desarrollo, que proporciona los mayores estímulos de entrenamiento para progresar; mantenimiento, cuyo objetivo es mantener el nivel alcanzado en diferentes capacidades, y recuperación, que facilita la recuperación después de sesiones con carga elevada. La escala propuesta del uno al cinco permite a los entrenadores cuantificar sus sesiones de entrenamiento según la carga en cualquier deporte, en la cual un punto indica el nivel mínimo, y cinco puntos, cargas extremas. Basándose en las experiencias de entrenadores de renombre, se propuso y aclaró el concepto "*sesión de entrenamiento clave*", que destaca las sesiones de entrenamiento del desarrollo más importantes, que se centran en las direcciones principales del entrenamiento y ayudan a facilitar la función clave.

El calentamiento y la vuelta a la calma se consideran elementos estructurales indispensables de la sesión de entrenamiento. Este capítulo destaca el papel del calentamiento en el ajuste metabólico y técnico, la preparación mental y la prevención de lesiones. De modo similar, la vuelta a la calma se ha considerado desde el punto de vista de la recuperación y la prevención de lesiones. La parte principal de la sesión de entrenamiento se ha descrito en relación con el principal elemento de contenido significativo, que se ha denominado *ejercicio clave* (o *tarea clave*). También se presentan los aspectos metodológicos, psicofisiológicos y de organización del ejercicio clave. Se ofrecen pautas para recopilar la sesión de entrenamiento respecto a la secuenciación y la compatibilidad recíproca de diferentes ejercicios. Así pues, los ejercicios de velocidad máxima, fuerza explosiva, adquisición de nuevas habilidades técnicas y procedimientos para mejorar los mecanismos neurales de la fuerza máxima (1-3 repeticiones máximas) requieren el aflujo neural excitatorio adecuado y deberían realizarse, por tanto, cuando los deportistas no estén fatigados. Los ejercicios para la resistencia

glucolítica anaeróbica y el consumo máximo de oxígeno han de realizarlos los deportistas cuando estén moderadamente fatigados y aún puedan sostener el nivel metabólico deseado. Los ejercicios para la fuerza-resistencia y la resistencia aeróbica demandan esfuerzos sostenidos a pesar de la fatiga acumulada, y pueden por tanto continuarse hasta el final de la sesión. Un punto importante es que el concepto de periodización en bloques presupone la minimización de modalidades de entrenamiento en una sesión de entrenamiento: una modalidad dominante, una segunda compatible con la modalidad principal y una tercera para mejorar técnicas y tácticas o facilitar la recuperación. Normalmente, entre el 65% y el 70% de lo que dura la sesión de entrenamiento del desarrollo se ha de dedicar a una o dos modalidades de entrenamiento específico. Se presentan combinaciones compatibles de las diferentes modalidades en una sesión de entrenamiento. Se otorga especial atención a la serie diaria de sesiones que puede contener entre dos y seis sesiones. Se consideran factores como la secuenciación de las cargas, la compatibilidad del ejercicio y la posibilidad de la recuperación del deportista. Además, se ofrecen directrices generales de cómo recopilar una serie diaria de sesiones de entrenamiento y las combinaciones compatibles más típicas de dos sesiones secuenciadas en un día.

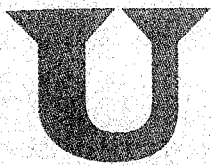
Bibliografía

- Bangsbo, J., Krstrup, P. González-Alonso, J., Saltin, B. (2001). ATP production and efficiency of human skeletal muscle during intense exercise: effect of previous exercise. *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism* 280:E956-964.
- Bonen, A. Belcastro, A.N. (1976). Comparison of self-selected recovery methods on lactic acid removal rates. *Med Sci Sports* 8:176-181.
- Borg, G. (1973). Perceived exertion: A note of "history" and method. *Medicine and Science in Sports* 5, 90-93.
- Counsilman, J. (1968). *The science of swimming*. Englewood Cliffs, N.H., Prentice-Hall, Inc. ["La natación: ciencia y técnica". Barcelona, Hispano Europea (1974)].
- Ekstrand, J., Gillquist, J., Moller, M. et al. (1983). Incidence of soccer injuries and their relation to training and team success. *American J Sports Med* 11, 63-67.
- Fox, E.E., Mathews, D.K. (1981). Physiological basis of physical education and athletics. 3rd edition. Philadelphia, W.B. Saunders. ["Bases Fisiológicas de la Educación Física y los Deportes". Editorial Interamericana, Brasil, 1983].
- Hagberg, J. B., Hickson, R., McLane, JA. et al. (1979). Disappearance of norepinephrine from the circulation following strenuous exercise. *J Appl Physiol* 47:1311-1316.
- Hartfield, F.C. (1985). There are not sore muscles: If yours are after working out, here's what you can do. *Sports Fitness* 1(8), 38-43.
- High, D., Howley E., Franks, D. (1989). The effects of static stretching and warm-up on prevention of delayed-onset muscle soreness. *Res Quarterly* 60, 357-361.
- Issurin, V. (2003). Aspecte der kurzfristigen Planung im Konzept der Blockstruktur des Trainings. *Leistungssport* 33, 41-44.
- Jezova, D., Vigas, M., Tatar, P. et al. (1985). Plasma testosterone and catecholamine response to physical exercise of different intensities in men. *Eur J Appl Physiol* 54, 62-68.
- Juel, C., Bangsbo, J., Graham, T., Saltin, B. (1990). Lactate and potassium fluxes from human skeletal muscle during and after intense, dynamic knee extensor. *Acta Physiol Scand* 140, 147-156.
- Lydiard, A., Gilmour, G. (2000). *Running with Lydiard*. Meyer & Meyer Sport.
- Maglischo, E.W. (1992). *Swimming even faster*. Mountain View, CA, Mayfield Publisher Company ["Nadar más rápido: tratado completo de natación". Traducción, Lluís Santacana i Faralt. Barcelona, Hispano Europea (1999)].
- McArdle, W.D. Kartch, F., Match, V. (1991). *Exercise physiology*. Phyladelphia/London, Lea & Febiger.
- Powers, S., Howley, F.T. (1994). *Exercise physiology: theory and application to fitness and performance*. Dubuque, Iowa, Wm. C. Brown Company Publisher.

- Moller, M.H., Oberg, B.E., Gildquist, J. (1985). Stretching exercises and soccer: effect of stretching on range of motion in the lower extremity in connection with soccer training. *Int J Sports Med* 6, 50-52.
- Noakes, T. (1991). *Lore of running*. 3rd edition. Campaign, IL, Leisure Press.
- Shrier, I., Gossal, K. (2000). Myths and truths on stretching. Individualized recommendations for healthy muscles. *Phys Sportmed* 28, 1-7.
- Sejersted, O.M., Villestad, N.K., Medbo, J.I. (1986). Muscle and electrolyte balance during and following exercise. *Acta Physiol Scand* 128 (Suppl. 556), 119-125.
- De Vries, H.A. (1986). *Physiology of exercises for physical education and athletics*. 4th edition. Dubuque, Iowa, Wm. C. Brown Company Publisher.
- Volkov, N. (1986). Biochemistry of sport. En: Menshikov V., Volkov, N. (Eds.). *Biochemistry*. Moscow, *Fizkultura i sport*, págs. 267-381.
- Yanilov-Eden, O. (2005). Gal Friedman – gold medallist. En: Lusting G., Khlebosvsky E. (Eds.). *Summarization, analysis and results of the 2004 Athens Olympic Games*. Nethanya, Elite Sport Department of Israel, pág. 245-254 (en hebreo).
- Zakas, A., Grammatikopoulou, M., Zakas, N. *et al.*, (2006). The effect of active warm-up and stretching on the flexibility of adolescent soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 46, 57-61.
- Zatsiorsky, V.M. (1995). *Science and practice of strength training*. Champaign, IL, Human Kinetics.



**MICROCICLO,
MESOCICLO Y LAS
ETAPAS DEL
ENTRENAMIENTO**



Un microciclo es la parte más corta del ciclo de entrenamiento. Abarca varias sesiones de entrenamiento y dura varios días, normalmente una semana. El mesociclo, un ciclo de entrenamiento medio, contiene varios microciclos. Varios mesociclos en una secuencia específica y con una interacción determinada forman una etapa del entrenamiento cuyo fin suele ser la competición. En este capítulo se presentan y se aclaran las bases y los diseños de las diferentes unidades del entrenamiento.

MICROCICLOS

Como hemos dicho, el microciclo suele durar una semana. Esta uniformidad no tiene una razón fisiológica, sino que está basada en la vida social; los deportistas combinan su entrenamiento con la educación y la actividad profesional, y con su deseo normal de pasar los fines de semana con los amigos y la familia. Sin embargo, las condiciones de las concentraciones de entrenamiento hacen que sea posible crear microciclos más cortos y más largos; veremos estas posibilidades más adelante. En este capítulo dirigiremos nuestra atención a los tipos y la especificación, las variaciones de la carga, la compatibilidad de las sesiones de entrenamiento adyacentes y, en especial, el contenido de varios microciclos.

Tipos y especificación

Los seis tipos de microciclos de entrenamiento se caracterizan por sus propósitos específicos, nivel de la carga, particularidades del diseño de la carga y duración (tabla 6.1).

Como se desprende de esta tabla, los microciclos difieren en propósito, nivel de carga, particularidades del diseño y hasta en duración. Por ejemplo, el microciclo de adaptación, al inicio de la temporada, suele durar una semana completa. A mediados de la temporada este microciclo puede programarse al principio de una nueva etapa o para una concentración de entrenamiento. En ambos casos la duración puede ser menor (3-5 días) y de-

Tabla 6.1. *Objetivos, nivel de carga y particularidades de diferentes tipos de microciclos.*

Tipo	Propósito	Nivel de la carga	Particularidades	Duración
Adaptación	Adaptación inicial a las cargas adecuadas	Medio	Aumento gradual de la carga	5-7 días
Carga	Desarrollo de la condición física	Sustancial-alto	Uso de cargas grandes y medias	5-9 días
Impacto	Desarrollo de la condición física mediante estímulos de entrenamiento extremos	Muy alto-extremo	Uso y sumación de cargas máximas	4-7 días
Precompetición	Preparación inmediata para la competición	Medio	Puesta a punto para futuras competiciones; uso de medios específicos de la competición	5-7 días
Competición	Participación en la competición	Alto-muy alto	Desarrollo específico del deporte y de la competición	2-7 días
Recuperación	Recuperación activa	Bajo	Uso de un amplio espectro de medios de recuperación	3-7 días

pende de las circunstancias adecuadas de la preparación. Hay que hacer notar que el aumento gradual de la carga se establece no sólo por las demandas fisiológicas (es decir, la magnitud de los estímulos de entrenamiento), sino también por el componente mental de la carga. Esto puede ser especialmente importante en una concentración de entrenamiento, en la que los deportistas reciben nuevas demandas cognitivas y emocionales simultáneamente. Del mismo modo, la duración del microciclo de recuperación varía en relación con el nivel de fatiga y las demandas de la preparación. Normalmente a media temporada, el microciclo de recuperación después de la concentración de entrenamiento y/o después de la competición dura 3-4 días.

Los microciclos de carga son los más usuales en el proceso de entrenamiento; normalmente duran una semana, pero esto no es obligatorio. La dosificación de las cargas en este ciclo se estudiará por separado en la siguiente sección. El microciclo de impacto se centra en la carga máxima; es por este motivo por el que puede durar menos de una semana. Las altas exigencias deben ser compensadas con el aporte de los medios de recuperación para alcanzar los objetivos definidos en este tipo de microciclo. Una dieta adecuada, suplementos nutricionales, la hidroterapia, los masajes y la relajación mental son algunas de las partes esenciales del programa especial de recuperación. Un microciclo precompetición también puede durar más o menos una semana. Normalmente se mueve hacia dos direcciones principales: aportar una puesta a punto mental, física y técnico-táctica para la competición y ofrecer una recuperación completa (o a veces parcial) de los deportistas después de cargas importantes. Como consecuencia, este microciclo se caracteriza por una reducción notable de la carga. El microciclo de competición es exclusivamente específico del deporte; éste determina su contenido, particularidades y duración, que en algunos casos supera una semana, como en las carreras ciclistas de varios días. Por ejemplo, el famoso *Tour de Francia* dura 23 días incluidos los dos de descanso. Por tanto, esta competición abarca tres microciclos sucesivos. La secuenciación de diferentes microciclos se tratará en el segundo apartado de este capítulo.

Variaciones de carga dentro del microciclo (diseño en forma de olas)

De todos es sabido que el nivel de la carga ha de variar dentro de un microciclo. Los principales factores que determinan las variaciones de la carga son la suma de las cargas, que causa acumulación de fatiga, y la recuperación, que se ve afectada por el uso de cargas reducidas y otros medios de recuperación. Las consideraciones anteriores de la variabilidad de las cargas fueron basadas en las categorías de las cargas, que son “baja, media y alta” (Martin, 1980; Starischka, 1988) o en porcentajes del máximo (Dick, 1980; Platonov, 1997; Bompa 1999). Una descripción adecuada e integradora de la carga es un problema, especialmente en los deportes en los que no se puede medir como la navegación o los deportes colectivos. La escala de cinco puntos que presentamos en el capítulo anterior hace posible la descripción de las alteraciones de la carga dentro de diferentes microciclos. Ofrecemos variaciones típicas de la carga en microciclos con un entrenamiento diario en la figura 6.1.

Los diseños de dos y tres picos son los que más se emplean porque permiten a los deportistas desarrollar cantidades relativamente altas de cargas semanales con relativamente poco riesgo de sufrir una acumulación excesiva de fatiga. Las reducciones de la carga (tres o dos respectivamente) facilitan la recuperación de los deportistas y estimulan su preparación para desarrollar de forma efectiva futuros entrenamientos de alta intensidad. Las sesiones de entrenamiento clave se concentran en las cargas más importantes de las modalidades dominantes de entrenamiento.

El diseño de un pico puede emplearse para concentrar diferentes sesiones de entrenamiento de desarrollo, con el fin de obtener una respuesta al entrenamiento más profunda y estresante que pueda explotarse como preparación para futuros entrenamientos de intensidad media o baja en los que se realicen varias tareas técnicas y/o tácticas combinadas con una recuperación gradual. Esta concentración de sesiones de entrenamiento de desarrollo de un pico puede ofrecerse definitivamente a deportistas de alto rendimiento suficientemente preparados, pero no a deportistas principiantes y menos preparados.

Cuando los deportistas realizan dos o más sesiones de entrenamiento al día, al tanteo de puntos diario contribuyen todas las sesiones de entre-

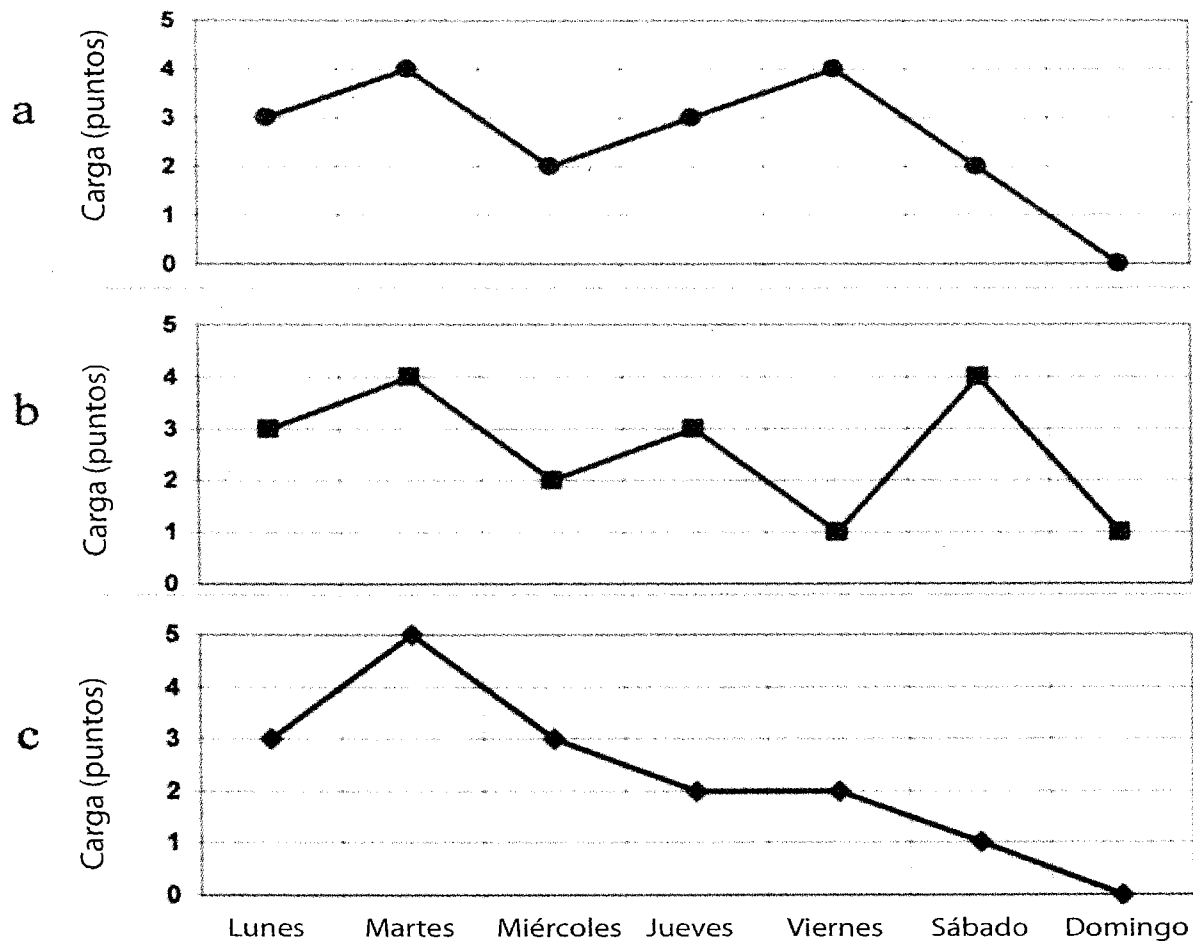
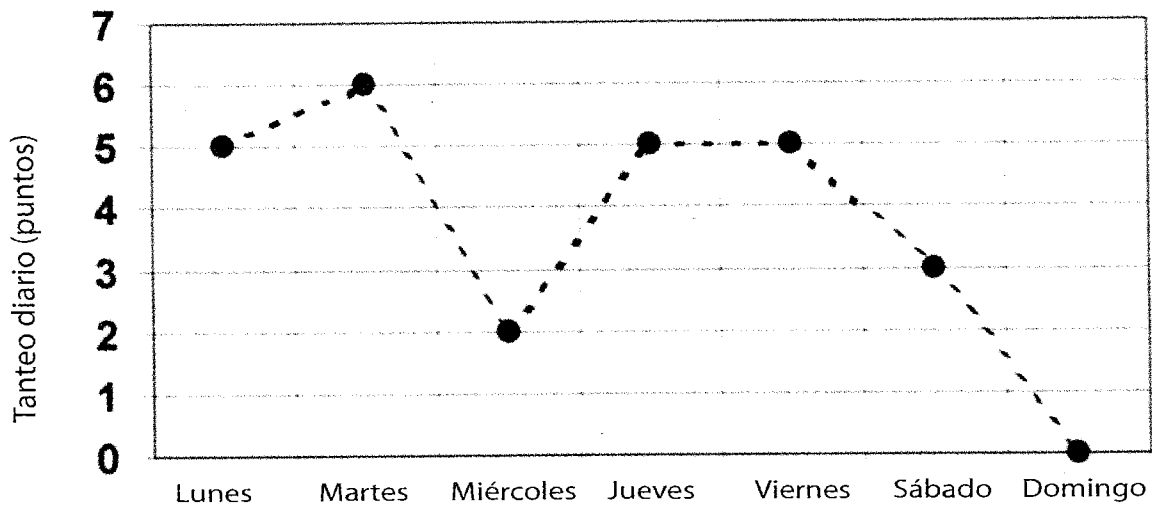


Figura 6.1. Variaciones de carga de tres, dos y un pico dentro de un microciclo de entrenamiento.

namiento; por tanto, se conseguiría un tanteo de puntos mucho más elevado (figura 6.2). El gráfico muestra la variación de la carga dentro de un microciclo en el que cada coordenada resume los valores de las cargas de una o de las dos sesiones de entrenamiento de cada día. El valor de la carga en cada sesión de entrenamiento se basa en una escala de cinco puntos. El primer pico lo crean dos sesiones de entrenamiento de desarrollo sucesivas, seguidas por dos sesiones de entrenamiento de nivel de carga media, en las que se ofrece la posibilidad de la recuperación antes del segundo “minibloque” de cargas comprimidas de tres sesiones de entrenamiento de desarrollo con dos sesiones de entrenamiento clave. La últi-



AM	Media	Grande*	Media	Media	Alta	Alta*	-
PM	Alta	Media	-	Alta*	Baja	-	-

* Sesiones de entrenamiento clave.

Figura 6.2. Variación de la carga de dos picos en un microciclo con diez sesiones de entrenamiento (Issurin, 2003).

ma sesión (el sábado) puede dedicarse a una contrarreloj o un partido de un deporte colectivo u otro tipo de simulación de competición.

Las observaciones adicionales pueden realizarse sobre un sistema de cuantificación basado en una escala de cinco puntos. Su utilización ofrece varios posibles beneficios:

- Primero, la presentación gráfica de la carga (especialmente en deportes que no se pueden medir) aporta un apoyo adicional a los entrenadores para analizar el nivel de la carga de cada sesión de entrenamiento y calificarlo con más precisión; se pueden expresar numéricamente diferentes construcciones de microciclos (diseños de uno, dos y tres picos) y representarlos de forma visual.
- Segundo, es posible emplear didácticamente el gráfico del microciclo; los deportistas pueden referirse de forma más consciente a las demandas del entrenamiento; observar mejor la importancia de los entrena-

mientos clave, y anticiparse a la posibilidad de recuperación después de picos de cargas muy intensas.

- Tercero, el tanteo total de puntos de todo el microciclo puede emplearse para la evaluación general de la carga y para comparar diferentes microciclos. De esta manera, es posible mejorar la tecnología de la planificación.

Como ya hemos dicho, el enfoque de la periodización en bloques presupone una alta concentración de sesiones de entrenamiento especializadas dirigidas a un número mínimo de capacidades objetivo (véase capítulo 4). Es obvio que esto determina los requerimientos especiales para los microciclos adecuados, que deberían ofrecerse en su mayoría por separado, no como una administración compleja de las cargas, teniendo en cuenta sus interacciones recíprocas y los resultados que se esperan del entrenamiento. Por tanto, los siguientes párrafos se dedican al microciclo aeróbico (o de fuerza-aeróbico) que más se emplea, al microciclo anaeróbico glucolítico, al microciclo para la velocidad máxima y al microciclo para las capacidades de fuerza específicas del deporte.

Microciclo para desarrollar las capacidades aeróbicas (fuerza-aeróbico)

Los microciclos aeróbico y el llamado microciclo fuerza-aeróbico incorporan una gran parte de la preparación general en muchos deportes en los que la resistencia aeróbica y la fuerza muscular contribuyen al rendimiento deportivo (es decir, todos los deportes de resistencia, los deportes de combate, los deportes colectivos, muchos deportes estéticos como la natación sincronizada y el patinaje artístico, etc.). La combinación de ejercicios aeróbicos y de fuerza requiere una explicación especial. Por un lado, esta combinación reduce la mejora de la fuerza en comparación con el entrenamiento de la fuerza aislado (Zatsiorsky, 1985). Por otro lado, el entrenamiento de la fuerza por sí mismo aumenta la masa muscular que tiene una relativamente baja capacidad de oxidación (Wilmore y Costill, 1993 *et al.*). Por ello, la masa muscular incrementada sin un aumento proporcional de enzimas aeróbicas y masa mitocondrial no aportará mejoras al rendimiento deportivo

en muchos de los deportes anteriormente mencionados. Evidentemente, la proporción de ejercicios aeróbicos y de fuerza dentro de un microciclo puede variar en función de las demandas del deporte y/o de sus necesidades individuales. Veamos las particularidades del microciclo de fuerza-aeróbico en el ejemplo de la preparación del múltiple campeón de natación olímpico y del mundo Alexander Popov (Rusia).

Ejemplo. Alexander Popov, uno de los mejores nadadores especializado en 50 y 100 metros estilo libre, ha prestado mucha atención a las cargas aeróbicas y de fuerza. Los microciclos aeróbicos forman la esencia de su entrenamiento en la fase del período preparatorio, que corresponde al mesociclo de acumulación si hablamos de periodización en bloques. La figura 6.3 muestra las modalidades de ejercicios de entrenamiento realizados en diez sesiones de entrenamiento completas. En el microciclo típico de fuerza-aeróbico de Popov destacan la gran cantidad de ejercicios en el nivel del umbral anaeróbico (UA) y los procedimientos técnicos (Tec) dirigidos a la perfección de la brazada. Estos ejercicios técnicos se desarrollaron contando las brazadas y tomando como objetivo cierto número de ciclos de movimientos para cada régimen de velocidad; efectivamente, afectaron tanto la técnica como la fuerza específica de la natación. Los ejercicios de velocidad máxima (VM) (anaeróbicos alácticos) se realizaron todos los días en una proporción media, mientras que los ejercicios de potencia aeróbica (PA) se planificaron en sólo tres sesiones de entrenamiento. Los procedimientos de fuerza-resistencia (FR), es decir, ejercicios de resistencia de velocidad aeróbica, también contribuyeron enormemente al programa. El ejercicio anaeróbico glucolítico (AnG) se empleó una vez como prueba contrarreloj en los 200 metros en la prueba progresiva (cortesía de Guennadi Tourestski, comunicación personal).

El ejemplo anterior aporta pruebas de que: a) incluso en el entrenamiento de un velocista destacado, la contribución de los ejercicios de resistencia aeróbica es muy alta; b) el desarrollo de las capacidades de fuerza puede ser muy efectivo si se aportan medios de intensificación de la fuerza en ejercicios específicos del deporte; c) a pesar de la gran contribución de la capacidad y la potencia anaeróbicas glucolíticas al perfil metabólico del rendimiento de 100 metros en el estilo libre, la influencia de los ejercicios anaeróbicos glucolíticos en la programación del microciclo de fuerza-aeróbico es insignificante.

La última circunstancia es especialmente importante para la periodización en bloques. En efecto, el cuerpo del deportista no puede responder con eficacia a los estímulos del entrenamiento que simultáneamente afectan sistemas fisiológicos muy diferentes. Las cargas glucolíticas de alta intensidad provocan una respuesta metabólica muy profunda y un cambio hormonal que pueden durar dos o tres días (Viru, 1995). La superposición de las respuestas al entrenamiento más allá de los ejercicios aeróbicos y anaeróbicos glucolíticos crea un conflicto con el proceso de adaptación. Además, el objetivo de los ejercicios aeróbicos de alta intensidad es crear cambios fisiológicos profundos, como es la capilarización muscular, y aumentar el volumen de las enzimas aeróbicas, la mioglobina y las mitocondrias. Todos estos cambios ocurren durante la recuperación posterior al ejercicio; la adición de cargas anaeróbicas glucolíticas provoca una discrepancia en la adaptación metabólica y disminuye drásticamente el efecto acumulativo del entrenamiento.

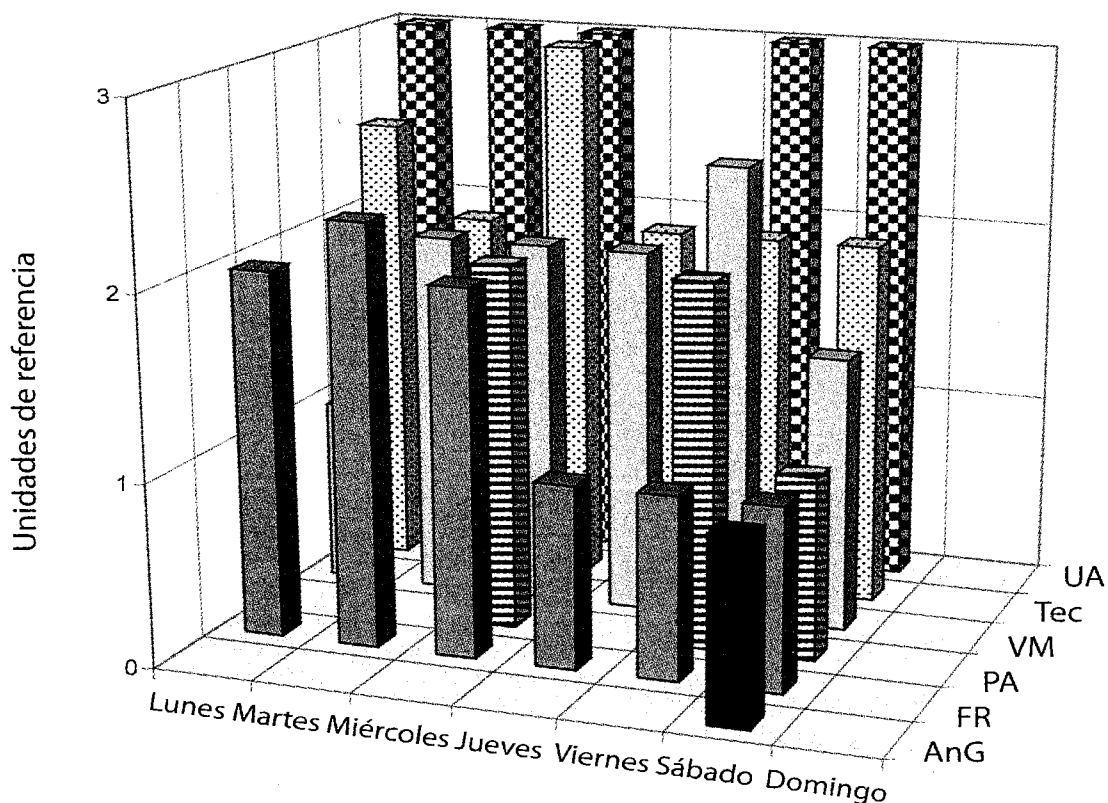


Figura 6.3. *La secuenciación de las modalidades de entrenamiento en el microciclo aeróbico del varias veces campeón olímpico Alexander Popov (cortesía de Guennadi Touretski, comunicación personal).*

Como hemos dicho anteriormente, el enfoque de la periodización en bloques postula la minimización de las capacidades objetivo dentro de un mesociclo (también, consecuentemente, en el microciclo). Las modalidades de entrenamiento compatibles del microciclo aeróbico son: fuerza máxima (primera prioridad), capacidades anaeróbicas alácticas (velocidad máxima), fuerza-resistencia aeróbica (como una parte del potencial aeróbico) y técnica de movimientos (tabla 6.2).

Tabla 6.2.

Microciclo aeróbico: modalidades de entrenamiento compatibles con respecto al diseño del entrenamiento y a los fundamentos metodológicos.

Modalidades de entrenamiento	Diseño del entrenamiento	Fundamentos metodológicos
Fuerza máxima	Las sesiones de entrenamiento de la fuerza necesitan una suficiente recuperación para el anabolismo	La vinculación de sesiones de entrenamiento aeróbicas y de fuerza asegura una mejor oxidación en los músculos aumentados
Capacidades anaeróbicas alácticas (velocidad máxima)	Existen dos opciones: alternar los ejercicios e incluir una serie aláctica de esprint	Los esprines rompen la monotonía y activan un amplio espectro de fibras musculares que pueden utilizarse en las siguientes cargas aeróbicas
Fuerza resistencia aeróbica	Uso de ejercicios de velocidad resistida en regimenes metabólicos apropiados	La resistencia adicional (levantamiento de pesas) estimula la aplicación de fuerza en las fases de potencia del movimiento
Técnica de movimientos	Aprendizaje de nuevas habilidades, acentuación de los detalles técnicos en el desarrollo de los ejercicios	La perfección de las habilidades técnicas no grava la adaptación metabólica a las cargas aeróbicas y de fuerza

Al programar entrenamientos de fuerza en el microciclo aeróbico, es importante recordar que su efectividad depende de la relación testosterona/cortisol, la cual afecta la síntesis de proteínas en los músculos esqueléticos. Después de cargas de resistencia, esta relación permanece reducida durante muchas horas, un período desfavorable para llevar a cabo sesiones de entrenamiento de fuerza (Virus, Karelson y Smirnova, 1992). Por otro lado, el entrenamiento de alta resistencia aumenta el índice del recambio proteico, que persiste un mínimo de 24 horas (Chesley *et al.*, 1992). Por tanto, las sesiones de entrenamiento de desarrollo para la fuerza máxima no deberían realizarse a la sombra de un entrenamiento aeróbico anterior extenuante, y hay que dejar 24 horas de recuperación, tiempo durante el cual pueden gestionarse cargas de bajo nivel.

Los ejercicios anaeróbicos alácticos (ALA) no son de primordial importancia en el microciclo aeróbico, pero su contribución está lejos de ser insignificante. Las tandas de esprín usadas en ejercicios alternantes (como el *fartlek*) reclutan las unidades motrices de contracción rápida, que suelen estar inactivas en los procedimientos de intensidad moderada (Komi, 1989). La deuda de oxígeno a corto plazo causada por este esfuerzo ha de compensarse durante el subsiguiente trabajo aeróbico; así pues, los estímulos adicionales para la oxidación son tanto para las fibras musculares de contracción lenta como para las de contracción rápida. El hecho de que se rompa la monotonía y la elevación de la intensidad emocional en el entrenamiento aeróbico también son factores muy valiosos de los ejercicios de esprín.

El objetivo de desarrollar un gran número de ejercicios de intensidad moderada es realizar ejercicios técnicos con el fin de mejorar los detalles y los elementos técnicos básicos. Características como la automatización, la economía biomecánica, la amplitud del movimiento total, la acentuación de la aplicación de la fuerza en las fases de potencia y el perfeccionamiento de las fases de relajación, la variabilidad razonable provocada por situaciones cambiantes y la tolerancia a la fatiga pueden aportar éxito durante el entrenamiento de ejercicios aeróbicos de larga duración.

El cuadro de un microciclo fuerza-aeróbico típico (figura 6.4) presenta el enfoque general del diseño de entrenamiento teniendo en cuenta los requisitos previamente mencionados para las sesiones de entrenamiento de alta resistencia.

		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1ª sesión de entrenamiento	Modalidad de entrenamiento dominante	RA	RA	FM	ALA	RA	FM	
	Modalidad de entrenamiento secundaria	Tec	ALA	RA	RA	Tec	ALA	
	Nivel de la carga	Grande	Grande	Alto	Medio	Alto	Grande	
2ª sesión de entrenamiento	Modalidad de entrenamiento dominante	FM	Descanso		RA	Descanso		
	Modalidad de entrenamiento secundaria	ALA	Tec		FM	Tec		
	Nivel de la carga	Medio	Bajo		Grande	Bajo		

Figura 6.4. *Presentación general del microciclo aeróbico con diez sesiones de entrenamiento.*

Microciclo de cargas anaeróbicas de alta intensidad

Los microciclos de cargas anaeróbicas de alta intensidad forman el contenido de gran parte del mesociclo específico y exhaustivo de transformación. Como ya hemos mencionado, el efecto acumulativo de dicho entrenamiento depende en gran medida de la selección de modalidades de entrenamiento compatibles, que hacen posible reforzar y realizar las cargas dominantes (tabla 6.3).

Cabe hacer algunas observaciones en relación con el contenido de la tabla 6.3. Primero, las cargas de desarrollo en este microciclo se realizan con un nivel de carga por encima del umbral anaeróbico. Sin embargo, el alcance de la movilización de los recursos anaeróbicos puede variar y depende de muchos factores. Normalmente, el nivel de esfuerzo en el microciclo aumenta gradualmente a medida que se acerca la competición. Por ello, la utilización de cargas que producen acumulación de lactato en el intervalo de 5-8 mmol pretende mejorar la potencia aeróbica máxima y la interacción aeróbica-

Microciclo anaeróbico glucolítico: modalidades de entrenamiento compatibles respecto al diseño de entrenamiento y los fundamentos metodológicos

Tabla 6.3.

Modalidades de entrenamiento	Diseño del entrenamiento	Fundamentos metodológicos
Fuerza resistencia (principalmente anaeróbica)	Los procedimientos de alta resistencia se pueden incluir en una sesión de entrenamiento regular y/o gestionados en sesiones aisladas	Los ejercicios intensivos de alta resistencia producen un doble efecto: desarrollan la fuerza resistencia y mejoran el metabolismo anaeróbico
Capacidades anaeróbicas alácticas (velocidad máxima)	El favorable estado de la recuperación completa puede no ser usual; las tandas de esprint se pueden usar moderadamente en deportistas fatigados	El mecanismo aláctico contribuye a la producción de potencia de tandas de ejercicios de corta duración en los que el objetivo principal es la potencia máxima glucolítica; las tandas de esprint aportan diversidad y enriquecen el entrenamiento
Ejercicios aeróbicos de baja intensidad	Hay que gestionarlas en cada parte de la sesión de entrenamiento y en sesiones de entrenamiento aisladas	Componente indispensable del programa de recuperación activa que también incluye estiramientos, relajación, etc.
Técnica de los movimientos	Combinación de demandas técnicas con cargas dominantes; acentuación de los detalles técnicos más significativos	Las cargas altamente intensivas y la acumulación de fatiga deterioran las habilidades técnicas; son necesarias medidas especiales para evitar estas consecuencias negativas
Tácticas (centradas en deportes colectivos y de combate)	Las tareas tecnicotácticas más estresantes se realizan al inicio de la sesión y en el microciclo	La combinación de demandas tecnicotácticas con el esfuerzo físico produce profundos efectos de entrenamiento específicos del deporte

anaróbica; la capacidad anaeróbica glucolítica; estos ejercicios son corrientes al principio y a media sesión. Las cargas que producen acumulación de lactato de alrededor de 8 mmol están directamente relacionadas con la potencia y la capacidad glucolítica anaeróbica, éstas contribuyen mucho al programa en las últimas etapas anteriores a la competición objetivo.

Segundo, los ejercicios intensivos de alta resistencia pueden ser parte esencial de un programa de entrenamiento. Los ejercicios típicos como correr cuesta arriba, los multisaltos en series, nadar con resistencia, remar, etc., activan todo el espectro de fibras musculares. El reclutamiento de las unidades motrices de contracción rápida conlleva el rápido aumento de la producción de lactato; como resultado, el nivel de la anaerobiosis en dichas cargas es relativamente más elevado y la duración del mantenimiento del nivel de la carga es menor. Así pues, la sesión de entrenamiento intensiva de la fuerza-resistencia contribuye considerablemente al microciclo anaeróbico de un programa de entrenamiento.

Tercero, los ejercicios anaeróbicos alácticos son compatibles con un programa anaeróbico glucolítico, con algunas restricciones. Requieren una adaptación metabólica, enzimática y neural que puede no ser suficiente dentro de un microciclo realizado de forma exhaustiva y estricta. Sin embargo, los requerimientos específicos de muchos deportes (especialmente los colectivos y los de combate) determinan la implicación de tandas de corta duración (alácticas) y esfuerzos más prolongados (glucolíticos). Además, los esprines de corta duración posibilitan la diversificación de la rutina de entrenamiento, aunque sin tratar de mejorar la capacidad de velocidad máxima.

Cuarto, el estrés metabólico típico de los ejercicios anaeróbicos de alta intensidad dificulta el desarrollo de habilidades técnicas y tecnicotácticas adecuadas. No obstante, ocurre lo mismo (o incluso de forma más pronunciada) durante la fase de competición. Por ello, estas habilidades han de mejorarse adecuadamente respecto a los esfuerzos físicos y emocionales extremos, es decir, en el marco de los microciclos con cargas de alta intensidad.

Como ya hemos dicho y resaltado, las principales características del microciclo anaeróbico son la acumulación de la fatiga y la recuperación insuficiente. Por ello, la periodización en bloques postula una alta concentración del programa de entrenamiento en un número reducido de capacidades objetivo. Las cargas glucolíticas de alta intensidad provocan las reacciones más

pronunciadas al entrenamiento: a) en el sistema cardiovascular, la obtención de la FC máxima y el gasto cardíaco máximo (Noakes, 2000); b) en el aporte de energía, el déficit y la deuda de oxígeno máximos y el aumento y la acumulación máximos de lactato en sangre (Saltin, 1986; Åstrand *et al.*, 2003), y c) en la regulación hormonal, el rápido aumento de la adrenalina, la noradrenalina y el cortisol al tiempo que disminuye el nivel de testosterona durante un período de 24 y más horas (Virus, 1995). Teniendo en cuenta la frecuencia de la sesión de entrenamiento (de 6 a 12 a la semana) y la duración de la recuperación después del ejercicio, la acumulación de fatiga en un microciclo completo es inevitable. Para reducir las consecuencias negativas de la insuficiente recuperación, se proponen las siguientes directrices metodológicas:

1. La secuenciación de las sesiones de entrenamiento de desarrollo se ha de examinar minuciosamente desde el punto de vista de la acumulación de fatiga esperada.
2. Las sesiones de entrenamiento de recuperación constituyen un ingrediente muy importante de un plan de entrenamiento; deben distribuirse de forma razonable.
3. Se recomiendan ejercicios apropiados vinculados con la recuperación (estiramientos, relajación, ejercicios de baja intensidad, etc.), masajes, fisioterapia y suplementos nutricionales.
4. El control de la respuesta de los deportistas al entrenamiento tiene aquí especial importancia.

Basándose en lo anterior y teniendo en cuenta el tiempo óptimo para las diferentes modalidades de entrenamiento (figura 5.4), se pueden recopilar muchas versiones del plan del microciclo. A continuación se muestra el cuadro general de un microciclo anaeróbico con diez sesiones de entrenamiento (figura 6.5).

Pueden mencionarse cierto número de detalles esenciales en relación con el diseño propuesto:

1. Un microciclo contiene el desarrollo de seis sesiones de entrenamiento dirigidas a la potencia y la capacidad anaeróbicas glucolíticas (GPA_{nae} y PG_{nae}) y a la fuerza resistencia (FR) con un componente anae-

		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1 ^{er} entrenamiento	Modalidad de entrenamiento dominante	GPA _{Anae}	CG _{Anae}	PG _{Anae}	FR	ALA	CG _{Anae}	
	Modalidad de entrenamiento secundaria	Tec	ALA	FR	CG _{Anae}	Tec	RF	
	Nivel de la carga	Grande	Alto	Grande	Alto	Medio	Grande	
2 ^o entrenamiento	Modalidad de entrenamiento dominante	FR	Descanso		Descanso	PG _{Anae}		
	Modalidad de entrenamiento secundaria	ALA	Tec		Tec	Tec		
	Nivel de la carga	Medio	Bajo		Bajo	Alto		

Figura 6.5. *Presentación general de un microciclo de cargas anaeróbicas de alta intensidad.*

róbico; en estas tres modalidades de entrenamiento se centran tres entrenamientos clave.

2. Los entrenamientos clave se aseguran si se realizan antes sesiones con cargas de intensidad media o se reserva una "celda" de recuperación para el miércoles por la tarde; el fin de los siguientes entrenamientos de recuperación es evitar la acumulación excesiva de fatiga hasta que el microciclo termine.
3. Las capacidades anaeróbicas alácticas se realizan en dos sesiones de entrenamiento con cargas de nivel medio con la intención de mantener el límite superior de la capacidad de velocidad; las dos sesiones de entrenamiento de recuperación se recopilan con ejercicios de baja intensidad, y su fin es también facilitar o mejorar las habilidades técnicas específicas del deporte.
4. Se observa que la variación de la carga en el cuadro corresponde al diseño de tres picos; parece que las variaciones de dos y tres picos son las más adecuadas para los microciclos de cargas anaeróbicas de alta intensidad.

Microciclo para la fuerza explosiva en ejercicios de alta coordinación

A diferencia de los deportes llamados metabólicos, en los que la producción de energía desempeña un papel decisivo en el rendimiento deportivo, los deportes de potencia con alta coordinación tienen demandas muy específicas respecto a la acumulación de fatiga. Tanto la especificidad neuromuscular de estos deportes como las principales manifestaciones de la fuerza explosiva requieren un fundamento adecuado para el desarrollo de las sesiones de entrenamiento y, como consecuencia, de los microciclos con cargas de alta intensidad: suficientes sensibilidad y reactividad del sistema nervioso central (Zatsiorsky, 1995), rápida renovación de las fuentes de energía (Wilmore, Costill, 1993) y estado hormonal adecuado, es decir, relación testosterona/cortisol beneficiosa (Virus, 1995). Por tanto, el microciclo con sesiones de entrenamiento altamente específicas es típico del mesociclo de transformación y difiere en gran medida del microciclo equivalente en deportes de resistencia. Las disciplinas típicas en la categoría de los deportes de potencia son los lanzamientos (de disco, jabalina, martillo, pesos) y los saltos (de altura, de longitud, triple salto y con pértiga). Veamos el microciclo típico para el desarrollo de la fuerza explosiva en una disciplina de alta coordinación empleando el lanzamiento de martillo como ejemplo.

Ejemplo. El microciclo que vamos a analizar se obtuvo de la preparación del bicampeón olímpico y medalla de plata olímpica Yuri Sedyhk (URSS). El microciclo contiene un total de once sesiones de entrenamiento, y todas ellas se dedicaron exclusivamente a la fuerza explosiva, la técnica específica de la competición y la fuerza máxima. El entrenador personal del deportista describió el contenido del microciclo (Bondarchuk, 1986) (tabla 6.4).

Un estudio de este microciclo revela ciertos detalles fundamentales que pueden considerarse característicos de este tipo de entrenamiento:

1. Los ejercicios de fuerza explosiva específicos de la competición, que son de primordial importancia en todo el programa, se realizan exclusiva-

- mente en las sesiones matinales y siempre en la parte inicial de la sesión; este enfoque reserva las fases más favorables del estado de forma del deportista para el rendimiento en los ejercicios clave más importantes.
2. Los ejercicios de fuerza máxima, que tienen un papel de apoyo muy importante para la condición física del deportista y la potencia específica de la especialidad, se emplearon en cinco sesiones: cuatro veces por separado en las sesiones de entrenamiento especiales por la tarde y una vez en la segunda parte de la sesión matinal.
 3. Se realizaron tres veces ejercicios adicionales de fuerza explosiva (saltos en el sitio), pero no en la condición más favorable del deportista.
 4. Los ejercicios de recuperación (jugar al baloncesto, nadar, estirar) fueron integrados en el programa de entrenamiento; incluso el día de descanso incluía una sesión de restauración.

Microciclo con sesiones de entrenamiento de alta especificidad en la preparación del campeón olímpico Yuri Sedykh para el lanzamiento de martillo (basado en Bondarchuk, 1986).

Tabla 6.4.

Día	Mañana		Tarde	
	Contenido	Modalidad de entrenamiento	Contenido	Modalidad de entrenamiento
Lunes	Lanzamiento de martillo de diferentes pesos, 30 lanzamientos. Saltos de longitud desde parado	F exp. + Tec F exp.	Ejercicios de carrera de 5-20 metros. Ejercicios con barra: arrancada, media sentadilla, "buenos días". Estiramientos	ALA FM
Martes	Lanzamiento de martillo de diferentes pesos, 30 lanzamientos	F exp. + Tec	Ejercicios con barra: rotación de torso, media sentadilla. Saltos en el sitio	FM F exp.

Miércoles	Lanzamiento de peso con 16 kg, 25 lanzamientos; lanzamiento de pesos usando diferentes técnicas, 50 lanzamientos. Baloncesto: 15 minutos	F exp. Descanso		
Jueves	Lanzamiento de martillo de diferentes pesos, 35 lanzamientos; Barra: arrancada, media sentadilla, "buenos días", rotación de torso. Natación: 25 minutos	F exp. – Tec FM Descanso		
Viernes	Lanzamiento de martillo de diferentes pesos, 32 lanzamientos. Saltos en el sitio	F exp. + Tec F exp.	Barra: arrancada, media sentadilla, "buenos días", rotación de torso. Estiramientos.	FM Descanso
Sábado	Lanzamiento de 16 kg, 25 lanzamientos	F exp.	Barra: arrancada, media sentadilla, "buenos días", rotación de torso. Estiramientos. Baloncesto: 20 minutos	FM Descanso
Domingo	Caminar, nadar: 30 minutos	Descanso		

Basándonos en lo que muestra esta tabla, podemos reconstruir el microciclo típico para el desarrollo de la fuerza explosiva en una disciplina de lanzamiento con requerimientos de alta coordinación (figura 6.6).

		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1ª sesión de entrenamiento	Modalidad de entrenamiento dominante	F exp. 	F exp. 	F exp.	F exp. 	F exp.	F exp. 	Descanso
	Modalidad de entrenamiento secundaria	Tec	Tec	Descanso	FM	Tec	FM	
	Nivel de la carga	Grande	Grande	Grande	Alto	Grande	Grande	Bajo
2ª sesión de entrenamiento	Modalidad de entrenamiento dominante	FM	FM			FM	FM	
	Modalidad de entrenamiento secundaria	ALA	F exp.		Descanso	Descanso		
	Nivel de la carga	Medio	Medio		Medio	Medio		

Figura 6.6.

Presentación general del microciclo para el desarrollo de la fuerza explosiva en una disciplina de lanzamiento con requerimientos de alta coordinación (basado en un microciclo típico de Yuri Sedyhk, campeón olímpico de lanzamiento de martillo).

Hemos de advertir que el microciclo correspondiente en las disciplinas de salto tiene muchas características iguales a los ejercicios de esprín, etc. Sin embargo, las particularidades mencionadas (figura 6.6) siguen siendo relevantes también para otras disciplinas de fuerza explosiva.

Microciclo precompetitivo

Este tipo de microciclo forma parte del contenido del mesociclo de realización (véase capítulo 4) y por tanto satisface las siguientes demandas:

1. Emplea tareas y ejercicios específicos del deporte, que simulan la posterior actividad de competición; se consigue la preparación mental y la dureza física.
2. Desarrolla las capacidades de velocidad máxima (potencia) y la rapidez específica del deporte.
3. Ofrece la recuperación completa tras las sesiones de entrenamiento de alta fatiga que se desarrollaron en el anterior mesociclo de transformación.

Existe un requerimiento más en relación con la preparación mental para la futura competición; su importancia aumenta a medida que la competición se acerca, aunque la preparación mental también se incorpora al proceso de entrenamiento en las fases más iniciales.

Como el microciclo precompetitivo es parte del mesociclo de realización, también llamado *taper* o puesta a punto, su conceptualización metodológica y su interpretación son completamente diferentes. Básicamente, se pretende reducir las cargas de entrenamiento totales, pero los modos propuestos para alcanzar este objetivo son variados. Generalmente se cree que el volumen total del entrenamiento debe reducirse; pero podemos encontrar muchas contradicciones respecto a la duración y la frecuencia de las sesiones de entrenamiento para el volumen parcial perteneciente a los ejercicios de alta intensidad (Kubukeli *et al.*, 2002). El concepto de periodización en bloques hace posible que se propongan ciertos enfoques generales que pueden ayudar a diseñar el microciclo precompetitivo en la mayoría de deportes (tabla 6.5).

La reducción del volumen de la carga es una condición principal si se quiere obtener la recuperación completa y luego explotar el estado de supercompensación de los deportistas. En otras palabras, reducir el nivel de la carga en este caso es de suma importancia; la forma de hacerlo se basa en diferentes parámetros. Los factores que más contribuyen al descenso deseado de la carga son: a) una reducción del volumen total del entrenamiento, y b) una reducción del volumen parcial de los ejercicios intensos. Las pro-

Tabla 6.5.

Características principales y particularidades de los microciclos precompetición.

Características principales	Particularidades	Comentarios
Volumen de la sesión de entrenamiento	Sustancialmente reducido	Esto crea condiciones para la recuperación completa
Volumen total de los ejercicios intensos	Sustancialmente reducido en comparación con el del mesociclo anterior	El volumen total de estos ejercicios disminuye para facilitar la recuperación, pero la calidad aumenta
Contribución de los ejercicios de velocidad máxima (potencia)	Sustancialmente aumentada	Los deportistas bien descansados responden mejor a los ejercicios de velocidad máxima; los efectos residuales del entrenamiento de la velocidad máxima son los más cortos
Contribución de las tareas de simulación específicas del deporte	Sustancialmente aumentada	Estas tareas de simulación permiten la mejor adaptación a las intensidades de competición esperadas
Frecuencia de las sesiones de entrenamiento	Normalmente, similar a la del mesociclo anterior	La subdivisión de todo el trabajo en varias porciones permite un aumento de la calidad del entrenamiento
Organización	Combinación razonable de los entrenamientos en grupo, individuales y mixtos	Esto se haría en función de la especificidad del deporte y la individualidad del deportista
Recuperación	Condiciones óptimas para la recuperación total; aumento del volumen de los ejercicios/sesiones de recuperación	Normalmente, los deportistas tienen más tiempo y desean realizar ejercicios de recuperación

porciones son específicas del deporte y dependen de la individualidad, pero el resultado es siempre similar: la recuperación y la mejora del estado general del deportista. La mejora de este estado constituye los fundamentos del empleo con éxito de dos grupos de ejercicios:

- procedimientos de velocidad máxima (recordemos que su efecto depende de la reacción del sistema nervioso central y la disponibilidad de las fuentes de energía) y
- tareas específicas del deporte que simulen las futuras situaciones de competición tecnicotácticas (los deportistas bien descansados alcanzan mejor los niveles de competición y se adaptan mejor a las intensidades esperadas).

La frecuencia de la sesión de entrenamiento como un componente del diseño del microciclo es compleja y ambigua. Por una parte, la reducción de la frecuencia puede considerarse un instrumento para disminuir la carga total y dejar más tiempo para la recuperación. Sin embargo, por otro lado, la división de las sesiones de entrenamiento diarias en dos porciones posibilita el aumento de la calidad de los ejercicios de alta intensidad. Además, el tiempo libre adicional, sobre todo en las condiciones de una concentración de entrenamiento precompetición, puede ser un grave inconveniente para un programa diario. Por ello, la solución preferida consiste en mantener el programa diario usual de estos deportistas. En los más cualificados, sobre todo durante la concentración de precompetición, esto significa realizar de ocho a diez sesiones de entrenamiento a la semana.

Las formas de organización de la sesión de entrenamiento en el microciclo precompetición dependen en gran medida de la especificidad del deporte y las particularidades individuales de los deportistas. Evidentemente, en los deportes de equipo y en los artísticos como la gimnasia rítmica o las disciplinas como el remo y canoa, las sesiones de entrenamiento en grupo son absolutamente dominantes. Sin embargo, la tendencia general es a un aumento relativo de las sesiones de entrenamiento individuales en las que los deportistas puedan concentrarse mejor en los detalles técnicos personales, sentimientos, respuestas y modos adecuados de autorregulación. Además, el contacto adecuado con el entrenador al cargo afecta la confianza en sí mismos de los deportistas.

Las sesiones de entrenamiento de recuperación definitivamente contribuyen más a este plan de entrenamiento que en otros microciclos. Esto se explica, en primer lugar, por la importancia del proceso de recuperación en toda la fase de puesta a punto (*taper*) y de la consecución de un estado de supercompensación para el período de competición. Además, como el tiempo es más flexible en el microciclo precompetición, hay un mejor empleo de las sesiones de entrenamiento y los ejercicios de recuperación como herramientas para aumentar la calidad de las sesiones más importantes específicas del deporte.

Debemos prestar especial atención al momento adecuado de las sesiones de entrenamiento respecto al calendario de competiciones. En general, el ritmo biológico diario debería adaptarse al calendario de la futura competición, es decir, las sesiones de entrenamiento más importantes han de programarse para el momento de los rendimientos máximos de competición.

El cuadro general del microciclo precompetición que aquí se presenta se diseñó para condiciones de concentración de entrenamiento y para la búsqueda de máxima forma deportiva en horarios de mañana (figura 6.7).

Ejemplo. Las regatas de canoa-kayak y de remo de los Juegos Olímpicos se programan exclusivamente para las horas matutinas. Esto contrasta con el programa de los campeonatos mundiales y continentales en los que las carreras se celebran tanto por la mañana como por la tarde. En consecuencia, la preparación para los Juegos Olímpicos de los deportistas internacionales de remo se programa para el momento en que se espera que realicen esfuerzos máximos. Esto es especialmente típico de los microciclos precompetitivos en los que los deportistas realizan ejercicios de simulación exactamente en la misma hora del día en la que se desarrollará la futura competición.

Conviene observar el particular papel de los ejercicios de fuerza en el diseño de los microciclos precompetición. Por otro lado, muchos deportistas afirman que los ejercicios de alta resistencia antes de las competiciones afectan negativamente las habilidades técnicas y hay que reducirlos o incluso excluirlos. Esta posición es típica entre nadadores (Platonov, Fesenko, 1990), pero también se observa entre jugadores de voleibol y tenis. Por otro lado, el uso de ejercicios específicos del deporte para la fuerza máxima y/o explosiva per-

		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1ª sesión de entrenamiento	Modalidad de entrenamiento dominante	ALA	TSD	TSD	TSD	ALA	TSD	Descanso
	Modalidad de entrenamiento secundaria	Tec	Tec	FM	ALA	Tec	FM	
	Nivel de la carga	Grande	Grande o alto	Grande	Grande	Grande	Grande o alto	Bajo
2ª sesión de entrenamiento	Modalidad de entrenamiento dominante	FM o F exp.	Descanso		FM o F exp.		Descanso	
	Modalidad de entrenamiento secundaria	Descanso	ALA		Descanso		ALA	
	Nivel de la carga	Medio	Bajo		Medio		Bajo	

Figura 6.7. *Presentación general de un microciclo precompetición orientado a la búsqueda del rendimiento máximo en horas matutinas; TSD = tareas de simulación específica del deporte.*

mite a los deportistas mantener el componente de la fuerza técnica al nivel deseado (Bompa, Carrera, 2003). Además, los ejercicios adecuados para la hipertrofia muscular evitan la reducción incontrolada de la masa muscular provocada por las hormonas del estrés antes y durante la competición.

Cómo diseñar un microciclo

El enfoque de la periodización en bloques entraña varias consideraciones particulares que conciernen al diseño del microciclo. Éstas se relacionan con la función y la importancia de las sesiones de entrenamiento clave: determinación y diseño de las sesiones de entrenamiento clave, facilitación del rendimiento de la carga en las sesiones de entrenamiento clave, control del entrenamiento, etc. El proceso de recuperación también cobra mayor importancia debido a que la preparación implica el uso de cargas con alta concentración y una recuperación posterior al desarrollo del

rendimiento. En general, todo el proceso del diseño del microciclo puede presentarse en una secuencia de operaciones específicas (tabla 6.6).

Además del algoritmo anterior, cabe proponer reglas generales para facilitar el proceso del diseño del entrenamiento del microciclo.

Primera regla: prioridad de las sesiones de entrenamiento clave. El contenido y la modalidad de entrenamiento de las sesiones de entrenamien-

Tabla 6.6. *Secuencia de operaciones para recopilar el microciclo de entrenamiento.*

Número	Operación	Observaciones
1	Determinación de las modalidades de entrenamiento dominantes y secundarias	Se basaría en la planificación anual y en la especificidad del mesociclo actual
2	Determinación, establecimiento y diseño de las sesiones de entrenamiento clave	Estas sesiones de entrenamiento proporcionarían el principal impacto de desarrollo del entrenamiento
3	Determinación de las sesiones de entrenamiento de recuperación y de las "celdas" de recuperación	Estas mediciones facilitan la realización de las sesiones de entrenamiento clave y evitan la acumulación excesiva de fatiga
4	Determinación, establecimiento y diseño de otras sesiones de entrenamiento de desarrollo y de apoyo	La interacción de las sesiones de entrenamiento merece especial atención; las sesiones anteriores afectan la sensibilidad de las siguientes
5	Selección de los medios apropiados para el control y el seguimiento del entrenamiento	El control se centra en las capacidades y las funciones objetivo
6	Planificación de eventos especiales	Puede requerir la presencia de un psicólogo, un médico, etc., o un encuentro especial, etc.

to clave determinan la influencia y la dirección principales del microciclo completo. Así pues, cuando las capacidades objetivo de un microciclo se definen con claridad, el proceso del diseño del entrenamiento debería empezar por la organización de las sesiones de entrenamiento clave.

Segunda regla: organización de las sesiones de entrenamiento clave. Cuando se diseñan las sesiones adyacentes a las sesiones de entrenamiento clave, ha de tenerse en cuenta su interacción: la sesión de entrenamiento anterior afecta la sensibilidad del deportista a las cargas de desarrollo; la siguiente sesión determina la acumulación de fatiga y el proceso de recuperación.

Tercera regla: distribuir los medios de recuperación. Los medios de recuperación, es decir, las sesiones de entrenamiento de recuperación, los ejercicios de recuperación (ejercicios aeróbicos de baja intensidad, estiramientos, relajación, descontracciones, ejercicios respiratorios) y los procedimientos de recuperación (masajes, sauna, hidroterapia, fisioterapia, entrenamiento mental) constituyen un componente indispensable del diseño de entrenamiento. Estos medios han de programarse cuidadosamente en el marco de cada microciclo.

Cuarta regla: carga inicial y carga máxima. Normalmente, un día de descanso disminuye la preparación de los deportistas para las cargas altas. Por tanto, la primera sesión de entrenamiento del microciclo no ha de ser una sesión de entrenamiento clave. El número y la situación de las sesiones de entrenamiento clave determinan la localización del pico y su número en el microciclo, es decir, diseño de uno, dos y tres picos.

Quinta regla: control del entrenamiento. Los datos del rendimiento en la sesión de entrenamiento clave son el mejor indicador del estado de forma actual de los deportistas: logros actuales, variables técnicas desarrolladas al nivel requerido, respuestas de los deportistas, esto es, FC, concentración de lactato en sangre, escala de esfuerzo percibido, etc.

MESOCICLOS

El concepto de periodización en bloques propone tres tipos de mesociclos (tabla 4.7). Como se expuso en el capítulo 4, su evaluación general y

su interpretación difieren considerablemente de la teoría de entrenamiento tradicional. En efecto, los bloques de mesociclos constituyen la esencia del enfoque alternativo. Reúnen la extensa experiencia de entrenadores de renombre en diferentes deportes y conceptos nuevos que aclaran el entrenamiento moderno. Por ello, se considerarán los mesociclos de acumulación, transformación y realización para la periodización en bloques.

Mesociclo de acumulación

Comparado con otros mesociclos, este tipo se caracteriza por los volúmenes relativamente altos de las cargas a una intensidad relativamente reducida. Como el fin del mesociclo de acumulación es desarrollar capacidades deportivas básicas, su duración, su contenido y el control de sus sesiones de entrenamiento son de especial interés.

Duración. En general, existen dos factores que afectan la duración de este mesociclo: tiempo suficiente para obtener el efecto acumulativo del entrenamiento deseado en las capacidades motrices objetivo, y la limitación temporal dictada por el calendario de competiciones.

Ya hemos visto que las capacidades motrices básicas desarrolladas en la mayoría de los deportes son la resistencia aeróbica y la fuerza muscular máxima. El progreso en ambas capacidades requiere profundos cambios morfológicos y hasta orgánicos, y por tanto hay que conceder el tiempo suficiente para esta adaptación fisiológica. Sin embargo, entre los deportistas cualificados con una condición física general elevada, los períodos relativamente cortos de cargas acentuadas proporcionan una mejora sustancial de estas capacidades. Así pues, es importante determinar la duración óptima para el bloque del mesociclo, que será suficiente para obtener los cambios deseados, pero no excesivamente larga con el fin de que se pueda iniciar a tiempo el siguiente mesociclo. Ilustremos esto con los resultados de un estudio de un caso relevante.

Se han observado tendencias similares durante programas de entrenamiento prolongados destinados a mejorar la resistencia aeróbica, lo cual

Estudio de caso. Ocho mujeres kayakistas altamente calificadas fueron controladas durante un programa de entrenamiento de 20 semanas dirigido a mejorar las capacidades de fuerza máxima y la resistencia aeróbica. El entrenamiento con altas resistencias duraba entre 4 y 5 horas a la semana; el control incluía la medición de la fuerza isométrica máxima en posiciones del cuerpo específicas del kayak. La ganancia de fuerza máxima y el índice de mejora de la fuerza fueron muy diferentes al principio, en el medio y al final del programa (figura 6.8). Las tres semanas iniciales produjeron un progreso de fuerza medio del 5,9%, es decir, un índice de mejora de 1,93% a la semana; en las siguientes tres semanas se observó una mejora adicional de 1,6% y un índice de mejora de 0,53%. El resto del programa tuvo un impacto muy modesto, en el que el índice de mejora bajó a 0,25% y 0,13% a la semana. Por tanto, todo el programa de condición física fue muy efectivo al principio, razonablemente efectivo a lo largo de 6 semanas y menos efectivo durante las siguientes 14 semanas (basado en Sharobajko, 1984).

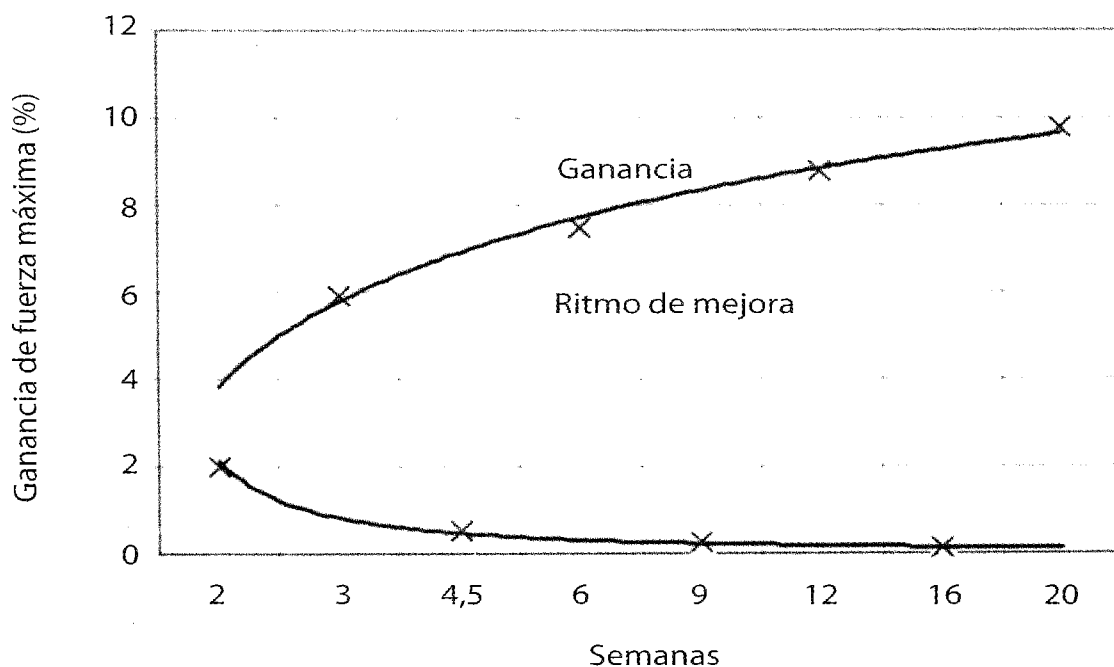


Figura 6.8. *Ganancia de fuerza máxima y su índice de mejora producidos por un programa de condición física de 20 semanas para mujeres kayakistas altamente calificadas (basado en Sharobajko, 1984).*

corresponde al concepto biológico general de que la respuesta de adaptación inducida por un entrenamiento de larga duración se debilita con el tiempo (Bouchard, 1986). Todo lo anterior apoya a la idea general subyacente de la periodización en bloques; el entrenamiento ha de dividirse en períodos cortos y explotar índices de mejora más altos para el desarrollo de las capacidades. Por otro lado, el efecto acumulativo del entrenamiento se caracteriza no sólo por ganancias en las capacidades motrices específicas, sino también por cambios profundos de los sistemas fisiológicos. Esto es particularmente relevante para la preparación del inicio de la temporada, cuando el perfeccionamiento de las capacidades y funciones básicas es de especial importancia. Por tanto, el mesociclo de acumulación puede ser más prolongado (hasta seis semanas) cuando el fin del entrenamiento sea obtener cambios fisiológicos más profundos, o más corto (tres semanas o menos) cuando el objetivo del entrenamiento sea estimular las capacidades básicas y refrescar las respuestas generales.

Los límites de tiempo impuestos por el calendario de competición tienen un fuerte impacto sobre la planificación del mesociclo. Al principio de la temporada, los deportistas suelen depender menos del calendario de competición; en estos casos, la duración del mesociclo puede basarse exclusivamente en los conceptos del entrenador. A media temporada, el momento de las competiciones importantes dicta la secuencia y la duración de las etapas de entrenamiento; en consecuencia, el mesociclo de acumulación puede acortarse hasta tres o cuatro semanas; al final de la temporada, las competiciones importantes pueden celebrarse a intervalos relativamente cortos y la duración del mesociclo de acumulación puede reducirse a 10-14 días.

Contenido. La selección y la secuencia de los microciclos apropiados determinan en gran medida el contenido del mesociclo en cuanto a la variación de la carga (tabla 6.7).

En general, el nivel de la carga debería aumentarse gradualmente en la parte inicial del mesociclo; el nivel de carga máxima ha de obtenerse y mantenerse en la parte media. Sin embargo, en la parte final es mejor reducir la carga para comenzar el siguiente mesociclo sin excesiva fatiga. En casos especiales, el microciclo de recuperación (que dura entre tres y cuatro días) pue-

Tabla 6.7.

Selección y secuencia de diferentes microciclos (McC) para recopilar un mesociclo de acumulación.

Parte del mesociclo	Contenido (tipos de McC propuestos)	Comentarios
Inicial	Recuperación Adaptación	Este McCes adecuado para iniciar una nueva etapa del entrenamiento; no es necesario tras un período de transición Este McC continúa la parte inicial y puede durar menos de una semana
Partes media y final	Carga	El número de estos McC determina la duración de todo el mesociclo
Opciones	Impacto Recuperación	Puede administrarse en la parte media con una duración de tres a seis días Puede ser planificada inmediatamente después del McC de impacto y ser seguido por un McC de carga

de incluirse hacia el final del bloque de acumulación con el fin de comenzar el siguiente mesociclo de transformación en buena condición física.

Control del entrenamiento. El propósito principal es evaluar la implementación de las cargas programadas y los cambios producidos en las capacidades objetivo y las respuestas al entrenamiento de los deportistas. En la tabla 6.8 se presenta el enfoque general para la implementación.

En relación con la periodización en bloques, la importancia del desarrollo y en particular de las sesiones de entrenamiento clave debe destacarse una vez más. Se puede establecer una comparación entre las sesiones de en-

Tabla 6.8.

Características principales y posibles indicadores para el control del entrenamiento en el mesociclo de acumulación.

Características principales	Possible indicadores	Comentarios
Nivel de la carga	Kilometraje total por semana Número total de repeticiones específicas del deporte por semana Resultados de las sesiones de entrenamiento clave	Para analizar: - ejecutado frente a programado - tendencia semana tras semana - tendencia dentro de la temporada
Capacidades objetivo (básicas)	Resultados en los cronometrajes Resultados en los ejercicios de peso libre (pesas) Media de los resultados en las sesiones de entrenamiento clave	Se sugiere utilizar pruebas validadas
Respuestas al entrenamiento	FC en reposo Urea sanguínea y CPK Masa corporal, masa muscular Componente graso corporal Lactato en sangre después de las pruebas y ejercicios de interés especial	El seguimiento tiene que revelar que: a) el nivel de fatiga es razonable b) los deportistas obtienen los cambios deseados en su condición física

trenamiento clave realizadas en microciclos sucesivos respecto al volumen de ejercicio (kilometraje, repeticiones, suma total del peso levantado, etc.), los resultados del rendimiento (tiempo promedio de las series, tasa promedio de movimientos) y las mediciones de las respuestas al entrenamiento (FC, lactato sanguíneo, etc.). Además, un entrenamiento profesional de la fuer-

za que afecta la hipertrofia muscular provoca un aumento de la masa muscular y quizá también del peso corporal; el entrenamiento intenso de la resistencia aeróbica puede reducir el componente graso. Por tanto, los cambios antropométricos de los deportistas pueden ser resultados mensurables cuando se evalúa el entrenamiento del mesociclo. Especialmente en deportes en los que no se desean cambios de masa muscular (es decir, gimnasia o deportes con categorías de peso), esta información es de sumo interés y merece mucha atención. Estos cambios deberían controlarse minuciosamente con el fin de aportar valiosa información al entrenador y a los deportistas.

Mesociclo de transformación

De acuerdo con la periodización en bloques, el mesociclo de transformación contiene las cargas más estresantes específicas del deporte. La idea general de este mesociclo es transferir el potencial acumulado de las capacidades básicas a la condición física específica y a las capacidades técnico-tácticas específicas. En comparación con los otros tipos, este mesociclo se caracteriza por lo siguiente:

- Las capacidades objetivo son más especializadas; los ejercicios clave están fuertemente conectados con la actividad de la competición.
- La intensidad de las sesiones de entrenamiento de desarrollo es relativamente más alta; el volumen parcial de ejercicios con aumento de la intensidad también es mayor.
- Es el mesociclo que más fatiga provoca; como consecuencia, el empleo de medios de recuperación y la monitorización del estrés y la fatiga son de vital importancia.

Estas características del mesociclo de transformación determinan su duración y su contenido, así como las particularidades del control del entrenamiento durante su ejecución.

La **duración** de este mesociclo viene determinada por diferentes factores, que se resumen a continuación (tabla 6.9).

Tabla 6.9.**Factores que influyen en la duración del mesociclo de transformación.**

Factores	Impacto	Comentarios
Limitaciones provocadas por la acumulación de fatiga	La fatiga producida por cargas muy intensivas concentradas se aproxima al límite superior en 3-4 semanas	La fatiga excesiva puede evitarse si se incluye un microciclo de recuperación o un minibloque aeróbico
Duración del efecto residual del entrenamiento provocado por el mesociclo anterior	Después de cuatro semanas de cargas altamente intensivas, el efecto del anterior mesociclo aeróbico se reduce drásticamente	El efecto residual del entrenamiento del mesociclo anterior se reduce con el tiempo y disminuye notablemente tras un mes (tabla 4.6)
Limitaciones causadas por el calendario de competiciones	El corto período entre competiciones importantes requiere un acortamiento del mesociclo	En este caso, la duración del mesociclo depende de las restricciones del calendario

Como se desprende de la tabla 6.9, el mesociclo de transformación como bloque de cargas especializadas de alta intensidad no suele durar más de cuatro semanas. Los factores dominantes que limitan su duración difieren en función de la proximidad de las competiciones importantes; a principio de la temporada la duración se ve afectada principalmente por la acumulación de fatiga; al final de la temporada, la duración del mesociclo está determinada por el calendario de competiciones importantes, y a mitad de la temporada ambos factores afectan la duración en diferentes proporciones. La duración de los efectos residuales del entrenamiento inducidos por el anterior mesociclo de acumulación tiene una influencia más complicada. Por un lado, el potencial de capacidades motrices básicas (resistencia aeróbica, fuerza muscular máxima) decrece y se aproxima al nivel crítico a

las cuatro semanas. Como consecuencia, si el mesociclo de transformación y el siguiente mesociclo de realización duran seis semanas, los deportistas llegarán a la competición con un potencial aeróbico y de fuerza reducido. Por otro lado, muchas disciplinas deportivas requieren que se realice una gran cantidad de sesiones de entrenamiento anaeróbicas glucolíticas en un período de tiempo más prolongado. Esta contradicción metodológica puede vencerse si se incluye un minibloque aeróbico de corta duración dentro de un mesociclo anaeróbico prolongado.

El **contenido** del mesociclo de transformación lo forma una secuencia de diferentes microciclos, que se resumen a continuación (tabla 6.10).

Tabla 6.10. Selección y secuencia de diferentes microciclos para diseñar un mesociclo de transformación.

Parte del mesociclo	Contenido (tipos de microciclos propuestos)	Comentarios
Inicial	Carga	El nivel de la carga aumenta gradualmente durante el microciclo inicial (normalmente una semana)
Parte media o final	Carga y/o impacto	El microciclo de impacto puede durar menos de una semana (tres o cuatro días)
Opciones	Competición (prueba) Recuperación Minibloque aeróbico de contraste	La participación en la competición con fatiga no se excluye Este microciclo puede insertarse tras un microciclo de impacto y seguir al microciclo de carga Este microciclo (2-4 días) puede incluirse para prolongar los residuos del entrenamiento aeróbico

Como se observa en la tabla 6.10, el mesociclo de transformación está formando principalmente por microciclos de carga; también puede moderarse la administración de los microciclos de impacto. La inclusión de alguna competición puede variar el programa. A menudo, la carga de la competición es menor que la de la rutina de entrenamiento, de modo que los deportistas consideran este acontecimiento como una reducción de la carga. Además, los deportistas saben que nadie espera lo mejor de ellos como individuos en estos acontecimientos, lo cual diversifica el duro trabajo del entrenamiento. La inclusión del microciclo de recuperación se puede planificar de antemano o administrar individualmente a los deportistas a medida que se aproximen a sus límites superiores de adaptación. La inclusión de un minibloque de contraste aeróbico (o fuerza-aeróbico) hace posible la prolongación de los residuos de entrenamiento atenuados y recupera parcialmente a los deportistas para los próximos entrenamientos de alta intensidad.

El **control del entrenamiento** se dirige especialmente a evitar la acumulación excesiva de fatiga y el sobreentrenamiento. Es importante controlar el desarrollo del programa de entrenamiento y evaluar el rendimiento actual en los ejercicios específicos del deporte. El enfoque general se presenta en la tabla 6.11.

Hay que resaltar que la dosis y el límite superior de adaptación son los mayores problemas del mesociclo de transformación. Por un lado, este ciclo de entrenamiento concentra las mayores cargas específicas del deporte, cuya realización determina el progreso individual del deportista. Por otro lado, es muy difícil determinar el límite superior de adaptación que un deportista no puede exceder. Incluso la evaluación del estado hormonal y otros marcadores sanguíneos no garantiza con seguridad un diagnóstico oportuno de sobreentrenamiento. El fisiólogo del deporte Peter Snell, quien ostentó un récord mundial y fue campeón olímpico en carrera, ofreció una de las definiciones más completas del sobreentrenamiento: "El sobreentrenamiento puede relacionarse con un estado en el que el rendimiento disminuye aunque se mantenga o aumente el nivel de entrenamiento." (Shell, 1990) Según esta explicación, la persona que decide sobre el sobreentrenamiento es el entrenador. Según el punto de vista de éste, es muy importante reconocer las señales generalmente aceptadas que avisan del sobreentrenamiento en la primera fase. Éstas señales son: a) un aumento de la FC en re-

Tabla 6.11.

Características principales y posibles indicadores cuando se controla el entrenamiento en el mesociclo de transformación.

Características principales	Possible indicadores	Comentarios
Índice de la carga	Volumen total de ejercicios Volumen parcial de ejercicios de alta intensidad Resultados de las sesiones de entrenamiento clave	Es importante mostrar a los deportistas la realización del trabajo planificado especialmente en relación con las sesiones de entrenamiento clave y los puntos débiles individuales
Capacidades objetivo (básicas)	Resultados de las series específicas del deporte Resultados obtenidos en las sesiones de entrenamiento clave	En los deportes que no se pueden medir, se busca la evaluación cualitativa
Respuestas al entrenamiento	Frecuencia cardíaca en reposo Estimación propia de la fatiga, el estrés, el sueño y el dolor muscular (agujetas) Urea sanguínea y CPK Masa corporal, masa muscular Índice de grasa corporal Lactato en sangre después de las pruebas y ejercicios de especial interés	Las cargas máximas provocan respuestas de entrenamiento máximas que se han de considerar como retroalimentación. Los índices subjetivos de fatiga, estrés, sueño y dolor muscular (agujetas) aportan una valiosa información al entrenador. Evidentemente, la confianza entre el entrenador y el deportista es muy importante

poso de más de 5 lat/min en un período de tres a cinco días; b) disminución persistente o rápida de la masa corporal; c) aumento persistente del índice de fatiga general; d) aumento persistente del índice de dolor muscular; e) aumento persistente del índice de trastornos del sueño (Burke *et al.*, 1990; Hooper *et al.*, 1995).

Estudio de caso. Se controló a nueve nadadores de elite durante una preparación de seis meses con una gran batería de marcadores de sangre y orina, hormonas, CPK, tensión arterial y FC, e incluso pruebas específicas del evento con determinación del lactato en sangre. Además, todos los nadadores hacían anotaciones en sus diarios sobre el volumen de natación, la duración del entrenamiento en tierra y los índices subjetivos de fatiga, calidad del sueño y dolor muscular en una escala del 1 al 7 (siendo 1 muy bueno y 7 muy malo). Durante el estudio, a tres nadadores se les diagnosticó sobreentrenamiento. Sin embargo, la diferencia entre los nadadores afectados y los no afectados no se reflejó en los marcadores de sangre y orina u otros, ni a mediados ni al final de la temporada. Pese a ello, esta diferencia se observó notablemente en los índices de fatiga y dolor muscular. Por otra parte, el modelo estadístico de varios componentes relacionado con los índices de estrés, fatiga, calidad del sueño y dolor muscular fue capaz de predecir cambios en el rendimiento de competición. Es interesante apuntar que el uso de un mayor número de indicadores no aumentó la precisión de la predicción (Hooper *et al.*, 1995).

Este ejemplo muestra que a veces incluso los métodos económicos más simples (es decir, índices subjetivos de estrés, fatiga, calidad del sueño y dolor muscular), si se emplean de forma sistemática y responsable, ofrecen un control del entrenamiento efectivo especialmente deseable en el mesociclo de transformación con grandes cargas.

Mesociclo de realización

Como ya hemos mencionado, tradicionalmente el mesociclo de realización se denomina *taper* (puesta a punto). En la periodización tradicional, el *taper* se emplea antes de las competiciones importantes con el fin de estimular un mejor rendimiento. Según el concepto de periodización en bloques, el mesociclo de realización forma la fase final de cada etapa de entrenamiento y, por tanto, su función es más amplia. Por un lado, se centra en obtener el rendimiento pico o máximo, y en este aspecto no difiere de la técnica del *taper* normal. Por otro lado, con este mesociclo se finaliza el diseño de un

programa que constó de varias etapas de entrenamiento en las que los componentes importantes se desarrollaron de manera intencionada (véase figura 4.8). Es obvio que las etapas del entrenamiento no son idénticas al principio, a mediados y al final de la temporada. Igualmente, los mesociclos de realización también difieren en función del nivel y la importancia de la futura competición. Esto determina las particularidades esenciales del mesociclo como la duración, la reducción de las cargas, la tensión emocional de los deportistas, etc. Estas particularidades se resumen en la tabla 6.12 y se comentan brevemente.

Tabla 6.12. *Características principales y particularidades del mesociclo de realización.*

Características principales	Particularidades	Comentarios
Metas	Obtención del rendimiento máximo, recuperación completa antes de la competición, completando la etapa del programa de entrenamiento	Los requerimientos para alcanzar el pico o forma deportiva máxima dependen del nivel y la importancia de la futura competición
Capacidades objetivo	Velocidad máxima (rapidez), tácticas específicas de la competición, preparación para la competición	Los deportistas bien descansados son más capaces de desarrollar con efectividad estas capacidades que requieren más reactividad y concentración
Nivel de la carga	Mucho menor que en los mesociclos anteriores	Existen varios enfoques para reducir el nivel de la carga
Duración	De una a tres semanas	Depende de la importancia de la competición y los factores específicos del deporte

Comportamiento tecnicotáctico	Uso de ejercicios (tareas) diseñados específicos del deporte	Estas tareas tienen que conformar el adecuado comportamiento tecnicotáctico de competición
Tensión emocional y ansiedad	Elevado en relación con el tipo de competición	La magnitud de la elevación depende del nivel de la competición futura
Control del entrenamiento	Seguimiento de las pruebas, evaluación del comportamiento tecnicotáctico, respuestas al entrenamiento y nivel de recuperación	El control actual se centra en estimaciones integradoras específicas del deporte y en rasgos y características importantes individualmente
Nutrición	Uso de suplementos nutricionales y control del consumo de energía	Su intención es producir un efecto ergogénico y evitar cambios desfavorables de la masa y la composición corporales

El mesociclo de realización dirige al mesociclo de transformación, en el que se desarrollan las cantidades máximas de carga. Como consecuencia, los deportistas inician el programa del mesociclo cuando están fatigados. Por ello, cronológicamente el primer objetivo es aportar y facilitar la recuperación, y finalmente obtener un estado de supercompensación en el momento de la competición. Es importante recordar que las capacidades objetivo, que han de ser el centro del programa del mesociclo, requieren gran sensibilidad y reactividad de los sistemas nerviosos central y periférico, disponibilidad de las fuentes de energía y concentración mental. Estas precondiciones para el desarrollo adecuado se dan en los deportistas recuperados. Por tanto, la reducción del nivel de la carga es de suprema importancia en el comienzo del programa del mesociclo de realización. Existen diferentes enfoques sobre cómo deben reducirse las cargas. El factor principal que afecta el ritmo de reducción de la carga es la duración del me-

socio. Un mesociclo más corto requiere una disminución más rápida de la carga, y un mesociclo más largo puede programarse con una reducción gradual del nivel de la carga. La misma duración, por otro lado, es extremadamente importante y sensible. Un mesociclo de larga duración puede llevar a los deportistas al desentrenamiento, y un mesociclo excesivamente corto tal vez no sea suficiente para recuperar y activar las capacidades específicas del deporte. Esta contradicción se ha considerado de forma especial (Mujika *et al.*, 2004).

La simulación y el perfeccionamiento del comportamiento tecnicotáctico en la competición son un componente obligatorio en el programa de los mesociclos de realización en la mayoría de deportes. A pesar de la notable especificidad de muchos deportes, la idea general de la simulación tecnicotáctica es muy similar: adaptar a los deportistas al comportamiento en competición programado o esperado. Como consecuencia, los programas de simulación tecnicotáctica han de reunir las características siguientes: a) la situación de competición (patrones de carrera, combinación táctica, tareas técnico-tácticas, etc.) ha de reproducirse lo más fielmente posible en el ejercicio; b) el nivel de concentración de los deportistas ha de aproximarse a los niveles de la competición; c) el número de ejercicios de simulación ha de ser suficiente como para conseguir habilidades técnico-tácticas estables y fiables. Las tareas tecnicotácticas típicas y su dosificación en el mesociclo de realización de kayakistas cualificados se muestran en la tabla 6.13.

La tensión emocional y la ansiedad son atributos de la preparación para la competición. Evidentemente, su aparición se produce principalmente a finales de la temporada, cuando la importancia de las competiciones y la necesidad de hacerlo bien en ellas llegan a su punto máximo. Hay que hacer notar el impacto contradictorio de la puesta a punto (*taper*) anterior a la competición en el estado emocional de los deportistas. Existen muchas pruebas de que la reducción de la carga durante el *taper* provoca una notable mejora del estado de ánimo asociada principalmente a la mejor recuperación del deportista (véase la revisión de Mujika *et al.*, 2004). Sin embargo, la ansiedad previa a la competición puede cambiar enormemente esta tendencia, al menos en relación con dos factores generalizados: a) un nivel moderado de ansiedad facilita el rendimiento y afecta de forma po-

Tabla 6.13. *Simulación de carrera técnico-táctica en un mesociclo de realización de dos semanas de kayakistas cualificados.*

Tareas típicas para la simulación técnico-táctica de carrera	Número total
Realización de la carrera similar a la competición	4-6
Simulación de la carrera en series rotas (cuatro cuartos divididos en partes de 20 segundos)	8-12
Simulación selectiva del cuarto inicial de la carrera	10-16
Simulación selectiva del patrón de carrera de media distancia (dos medios cuartos)	8-12
Simulación de un programa de calentamiento antes de la competición	3-5

sitiva el comportamiento de los deportistas, mientras que la ansiedad excesiva disminuye el rendimiento; b) los efectos de esta estimulación emocional dependen del nivel de los deportistas; los deportistas de elite se benefician más que los de nivel inferior del aumento de la ansiedad, mientras que los deportistas medios pueden empeorar a causa de la tensión emocional (Raglin y Wilson, 2000).

El control del entrenamiento tiene algunas características específicas en el mesociclo que se asocian con las modalidades dominantes del entrenamiento y las particularidades de la preparación para la competición (tabla 6.14).

Aunque los mesociclos de realización dentro del ciclo anual no sean idénticos, la similitud del programa para controlar el entrenamiento ofrece varios beneficios visibles en la preparación del deportista en conjunto:

- El entrenador puede seleccionar, comprobar y validar toda la serie de pruebas e indicadores; es posible elaborar normas individuales para cada deportista.

Tabla 6.14.

Características principales y posibles indicadores para el control del entrenamiento en el mesociclo de realización.

Características principales	Posibles indicadores	Comentarios
Índice de la carga	Número total de repeticiones de esprints Número total de simulaciones específicas del deporte Número total de ejercicios similares a la competición	Todas estas características han de compararse con la planificación y la historia individual de cada deportista. Se parece a la evaluación de la calidad del rendimiento
Capacidades objetivo	Resultados de las pruebas de velocidad máxima Resultados de las pruebas de simulación de la competición Estimaciones técnico-tácticas relevantes	Es importante que los resultados de las pruebas sean comparables con los mesociclos anteriores similares
Respuestas al entrenamiento	FC y lactato sanguíneo después de ejercicios relevantes FC en reposo Percepción del esfuerzo CPK y nivel de urea en sangre	La respuesta aguda postejercicio caracteriza las reservas individuales y la tendencia de perfección. La CPK y la urea sanguínea indican el nivel de recuperación
Estado del deportista	Calidad del sueño y estado de ánimo Masa corporal Índice de grasa corporal	Puede realizarse un cuestionario sobre el sueño y el estado de ánimo. La masa corporal y el índice de grasa son de especial interés en deportes con categorías de peso

- Los deportistas pueden conocer sus respuestas individuales para adaptarse mejor a situaciones de estrés a medida que se acerca la competición objetivo.
- Se puede aprender métodos de autorregulación, entrenamiento mental y reducción de la masa corporal (si es necesario) para avanzar y adaptarse de forma individual.

La nutrición durante el mesociclo de realización requiere especial atención para conseguir un consumo de alimentos y un gasto de energía equilibrados. Como hemos resaltado antes, la reducción de la carga es muy característica de este mesociclo. Del mismo modo, el gasto de energía disminuye de forma significativa mientras que los hábitos nutricionales de los deportistas

Estudio de caso. Se controló a 20 trideportistas masculinos de larga distancia altamente cualificados durante un mesociclo de cuatro semanas con cargas altas y un mesociclo de realización de dos semanas con cargas reducidas. Se evaluó la masa corporal, la grasa corporal, el consumo y el gasto de energía. Se encontró que el consumo de energía promedio de los atletas permanecía al mismo nivel, mientras que el gasto de energía disminuyó durante el mesociclo de realización hasta un 69,3% (figura 6.9). Sin embargo, la masa corporal del grupo no cambió, mientras que la grasa corporal aumentó un 4,3%. El desequilibrio del consumo de alimentos y el gasto de energía causó una notable acumulación de grasa. Sin embargo, esto también puede sugerir que su masa muscular disminuyó y que la masa corporal permaneció al nivel anterior. Por tanto: a) la masa corporal como indicador del estado antropométrico no siempre es fiable; b) la reducción de las cargas de entrenamiento antes de la competición requiere que se preste mucha atención a la nutrición de los deportistas, lo que se relaciona con la disminución del gasto energético (basado en Margaritis *et al.*, 2003).

permanecen sin cambios. Como resultado, el consumo de energía puede sobrepasar el gasto provocando un notable aumento de la grasa corporal.

Para concluir, el mesociclo de realización definitivamente tiene el nivel de cargas más bajo; sin embargo, el nivel de estrés emocional durante esta

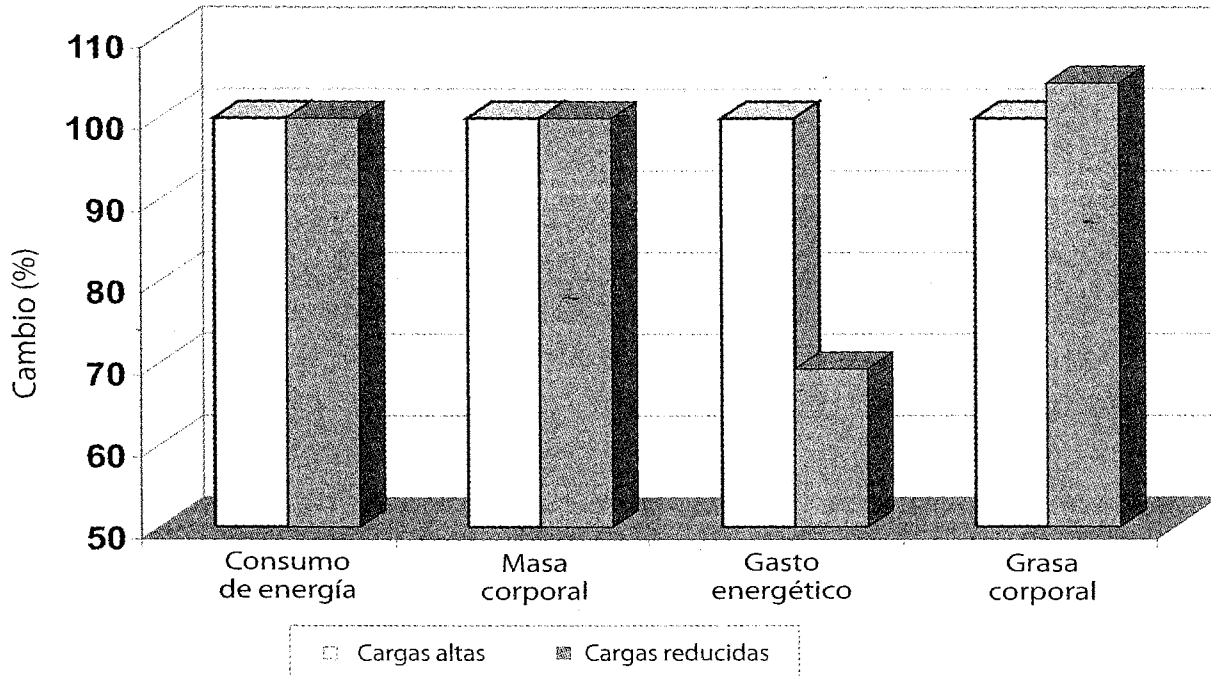


Figura 6.9.

Cambios del consumo y el gasto energéticos y la masa y la grasa corporales provocados por la reducción de las cargas de entrenamiento antes de la competición en trideportistas cualificados (basado en Margaritis et al., 2003).

etapa puede ser mucho más alto que durante la rutina de entrenamiento normal. Como consecuencia, este factor emocional puede modificar sustancialmente tanto el comportamiento de los deportistas como sus respuestas al entrenamiento.

ETAPA DE ENTRENAMIENTO

Según la periodización en bloques, tres bloques de mesociclos consecutivos forman una etapa de entrenamiento. Su extensión depende de la duración de cada mesociclo y varía de cuatro a diez semanas. Como ya hemos dicho (véase capítulo 4), la etapa de entrenamiento reconstruye el ciclo anual entero en miniatura, lo que permite el desarrollo sucesivo de ca-

pacidades básicas (como en el período de preparación), capacidades específicas (como en el período de competición) y preparación para el rendimiento específico del deporte. La superposición más favorable de los efectos residuales del entrenamiento posibilita la obtención de la combinación óptima de capacidades básicas, especiales y específicas de la competición cuando son necesarias en el momento de ésta (figura 4.8). Sin embargo, si el diseño de entrenamiento se basara exclusivamente en la extensión de los residuos del entrenamiento, el resultado sería una construcción extremadamente rígida e inflexible. De hecho, existen factores adicionales que influyen en los residuos del entrenamiento y métodos adicionales que los prolongan.

Competición en el marco de la etapa de entrenamiento

Es sabido que no todas las competiciones se planifican para un rendimiento pico (máximo). Algunas de ellas se organizan para incluir cargas de intensidad extraordinariamente altas, para romper la rutina del entrenamiento y para añadir diversidad emocional a la preparación. Así pues, la competición puede incluirse de forma razonable en los mesociclos de acumulación y transformación. Sin embargo, su influencia es dudosa. Los esfuerzos de competición muy intensos producen un profundo estrés físico y emocional. La secreción de hormonas como las catecolaminas y el cortisol modulan la respuesta metabólica de los deportistas y refuerzan el proceso catabólico (Virus y Virus, 2001). Como resultado, la masa muscular y la fuerza máxima pueden disminuir. Además, los esfuerzos anaeróbicos glucolíticos de alta intensidad típicos de las competiciones suprimen la actividad de las enzimas aeróbicas y el proceso oxidativo en las mitocondrias (Volkov, 1986). Durante mucho tiempo, entrenadores de renombre han observado casi de forma intuitiva este deterioro de la condición física aeróbica. Estos entrenadores administraban cargas aeróbicas especiales para restaurar y regenerar a los deportistas después de las competiciones. Una publicación explica el efecto negativo de la competición a la luz del acortamiento de los residuos del entrenamiento (Issurin y Lustig, 2004).

Para concluir esta sección, hay que tener en cuenta las siguientes posiciones:

Estudio de caso. Se controló la preparación del muchas veces campeón olímpico y mundial de natación Alexandre Popov con una prueba progresiva de natación. La velocidad del umbral anaeróbico se determinó según un nivel del lactato en sangre de 4 mmol y una velocidad correspondiente a 8 mmol con el límite inferior de cargas glucolíticas de alta intensidad. Estos indicadores se evaluaron al principio de un mesociclo con cargas aeróbicas de alta concentración diez días después de esta evaluación y unos días después de la competición en la que Alexandre realizó diferentes tiempos (figura 6.10). En la fase inicial de este estudio se observó una notable ganancia en la velocidad del umbral anaeróbico y en la velocidad correspondiente a 8 mmol. Sin embargo, al medir de nuevo estos valores tras la competición, se observó una disminución sustancial, que puede atribuirse al acortamiento de los residuos del entrenamiento, producidos por el programa de entrenamiento anterior (adaptado de Pyne y Touretski, 1993).

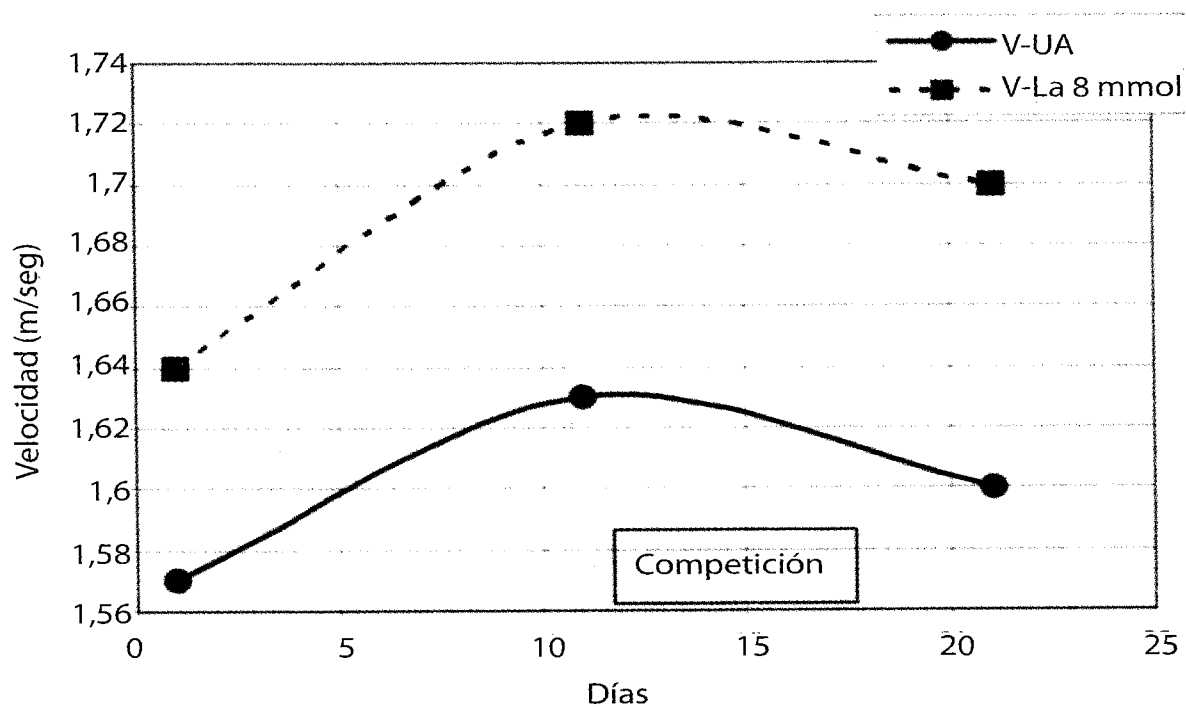


Figura 6.10. *Tendencia del umbral anaeróbico (V-UA) y velocidad a un nivel de lactato de 8 mmol (V-La 8 mmol) inducida por el mesociclo aeróbico y la participación en competición del campeón olímpico Alexandre Popov (basado en los datos de Pyne y Touretski, 1993; publicado por Issurin y Lusting, 2004).*

1. La incorporación de competiciones de nivel bajo y medio en la etapa de entrenamiento constituye un componente importante y significativo de toda la preparación.
2. El rendimiento en competición aporta respuestas de los atletas superiores y profundas que enriquecen la adaptación a la rutina de entrenamiento.
3. Los esfuerzos en competición de alta intensidad producen la secreción de hormonas que modulan las respuestas metabólicas y hormonales, como el acortamiento de los efectos residuales del entrenamiento del mesociclo anterior. Esto ha de tenerse en cuenta para el siguiente programa.

Cómo prolongar los efectos residuales del entrenamiento

Considerando que una etapa del entrenamiento es una secuencia de tres bloques de mesociclos, el factor crucial que limita la duración de una etapa en particular es la longitud de los efectos residuales del entrenamiento después del primer mesociclo de acumulación, el cual dura unos 30 días (tabla 4.6). Este ritmo determina la duración total del segundo y el tercer mesociclo, es decir, un mes. Sin embargo, en muchos deportes el mesociclo de transformación se dirige a reforzar las capacidades anaeróbicas glucolíticas, lo cual requiere de tres a cuatro semanas; además, la duración del mesociclo de realización (puesta a punto *taper*) puede durar unas dos semanas. En este caso, la duración de estos dos mesociclos (unas cinco semanas) excede la duración de los residuos del entrenamiento aeróbico y de la fuerza, y los deportistas pueden llegar a la competición objetivo con un nivel de las capacidades básicas reducido. Es obvio que hay que tomar medidas especiales para prolongar los residuos del entrenamiento del programa aeróbico y de la fuerza. Podemos imaginarnos que esta prolongación puede alcanzarse con cargas de apoyo adicionales para la resistencia aeróbica y/o la fuerza muscular. En realidad, estos intentos no tienen éxito. La estructura del mesociclo de transformación de alta intensidad suprime el efecto inmediato del desarrollo del entrenamiento aeróbico; del mismo modo, los ejercicios anabólicos de fuerza requieren una recuperación completa que

no se puede obtener. Aparentemente, lo que se ha de insertar en el mesociclo no es muchas sesiones de entrenamiento, sino un minibloque compacto especial (un microciclo corto) para prolongar los residuos del entrenamiento. Este enfoque se explica en la figura 6.11.

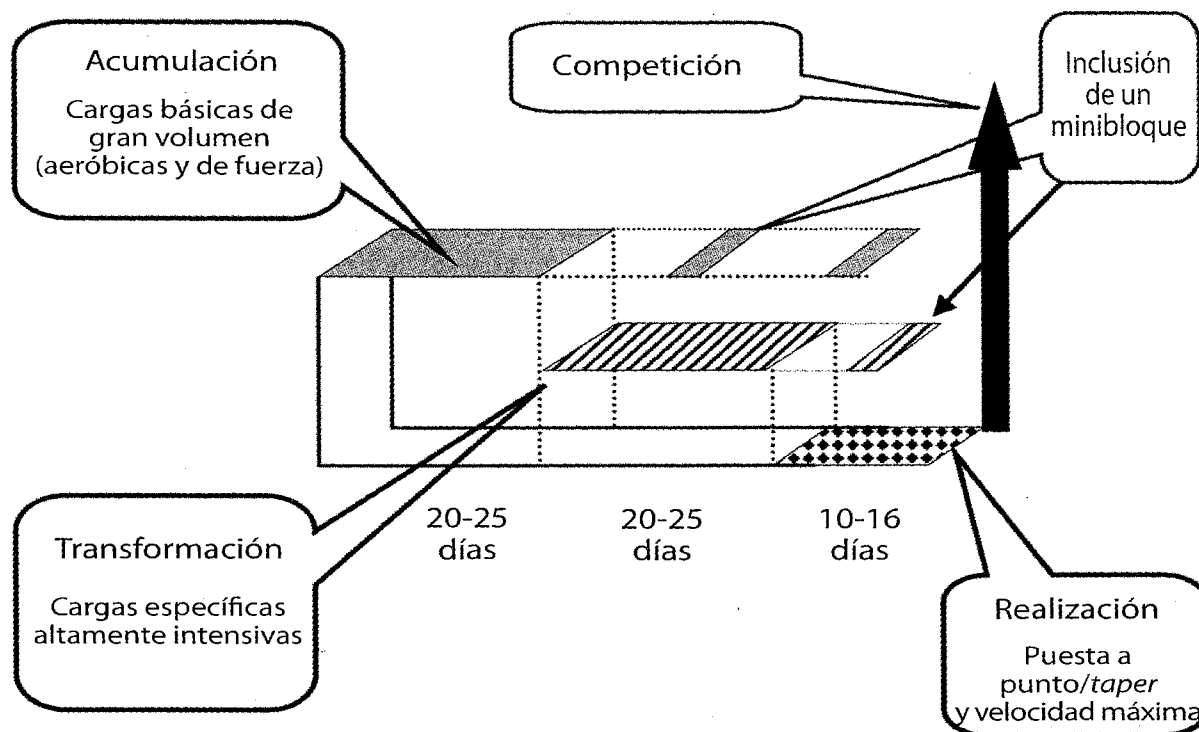


Figura 6.11. *Prolongación de los efectos residuales del entrenamiento mediante la apropiada inclusión de un minibloque (Issurin y Lustig, 2004).*

Ejemplo. Imaginemos una situación en la que un intervalo de cinco semanas separa dos competiciones objetivo (esta situación es muy típica en el kayak, donde las competiciones europea y mundial están separadas por un intervalo de cinco a seis semanas). En este caso en el que los límites de tiempo son inflexibles, se puede programar 10-14 días para el mesociclo de acumulación, 10-14 días para el de transformación y 8-10 días para el de realización. En este caso no hay que incluir minibloques porque los efectos residuales del entrenamiento que siguen al mesociclo de acumulación sobrepasan el periodo de competición. Otra situación se presenta cuando nos vemos forzados a programar una etapa de entrenamiento para un período de 7-9 semanas (situación muy típica en la preparación preolímpica de muchos deportes en los que el calendario internacional no programa competiciones antes del gran acontecimiento). En este caso es razonable programar mesociclos más largos e incluir minibloques si fuera necesario.

Resumen

Los microciclos, como los ciclos de entrenamiento más cortos, presentan tres direcciones principales: de carga, de competición y de recuperación. Los microciclos dedicados a la carga difieren según el nivel de la carga: *de adaptación*, que sirve para que los deportistas se acostumbren al aumento de las cargas; *de carga*, para desarrollar las capacidades deportivas, y *de impacto*, que emplea estímulos de entrenamiento extremos. La segunda dirección contiene el microciclo de *precompetición*, en el que se prepara al deportista para las futuras competiciones, y el microciclo *de competición*, en el que el deportista participa en la competición. La tercera dirección se obtiene con el microciclo especial *de recuperación*. Los microciclos pueden organizarse con respecto a las diferentes variaciones de las cargas. Para ser más específicos, se puede realizar diseños de uno, dos y tres picos. Este capítulo trata los microciclos centrándose en: a) capacidades aeróbicas (fuerza-aeróbica); b) sesiones de entrenamiento anaeróbicas de alta intensidad; c) fuerza explosiva con ejercicios de alta coordinación, y d) el entrenamiento de precompetición. Estos microciclos se consideran según diversas pautas para la recopilación de un programa de microciclos. Se proponen varias reglas para la composición de un microciclo: prioridad de los entrenamientos clave más significativos; interacción con las sesiones de entrenamiento sucesivas; uso de medios de recuperación; cargas al inicio y en el pico del entrenamiento, y control del entrenamiento.

Los tres tipos de mesociclos propuestos por el concepto de periodización en bloques son considerados según su duración, su contenido y el control del entrenamiento. Específicamente, los mesociclos de *acumulación*, *transformación* y *realización* se describen según la secuencia de varios microciclos; la acumulación de fatiga, que es especialmente pronunciada en el mesociclo de transformación; la selección apropiada de las tareas y los ejercicios, y la determinación de los medios de control más adecuados para los mesociclos. Es importante recordar que la valoración de los propios deportistas respecto a la respuesta al entrenamiento en sus diarios puede aportar información valiosa para evitar la fatiga excesiva y hasta el sobreenentrenamiento. Se recomienda el uso sistemático de índices subjetivos de estrés, fatiga, calidad del sueño y dolor muscular en una escala del 1 al 7, siendo 1 muy bueno y 7 muy malo.

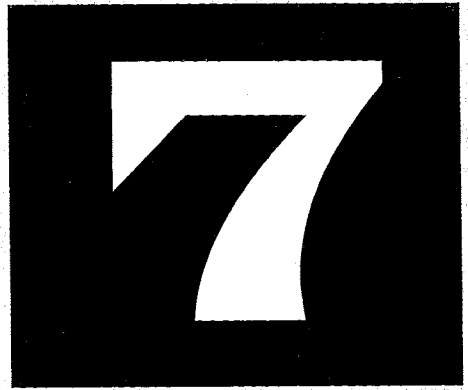
La etapa de entrenamiento que consta de una secuencia de tres mesociclos reconstruye el ciclo anual completo en miniatura, en el que los estímulos del entrenamiento se centran primero en las capacidades básicas, después en las capacidades más específicas y finalmente en la preparación para el rendimiento específico de la competición. Es esencial recordar que el rendimiento en competición y la tensión emocional pueden acortar los residuos del entrenamiento del mesociclo anterior; este fenómeno se observó en un ejemplo de estudio del caso del muchas veces campeón olímpico Alexandre Popov, cuya velocidad del umbral anaeróbico disminuyó notablemente tras la competición. Vale la pena observar que la inclusión de minibloques compactos especiales (microciclos cortos) puede prolongar los efectos residuales del entrenamiento del mesociclo anterior. Así pues, pueden insertarse minibloques aeróbicos en el mesociclo de transformación y se puede incorporar un minibloque anaeróbico de alta intensidad en el mesociclo de realización.

Bibliografía

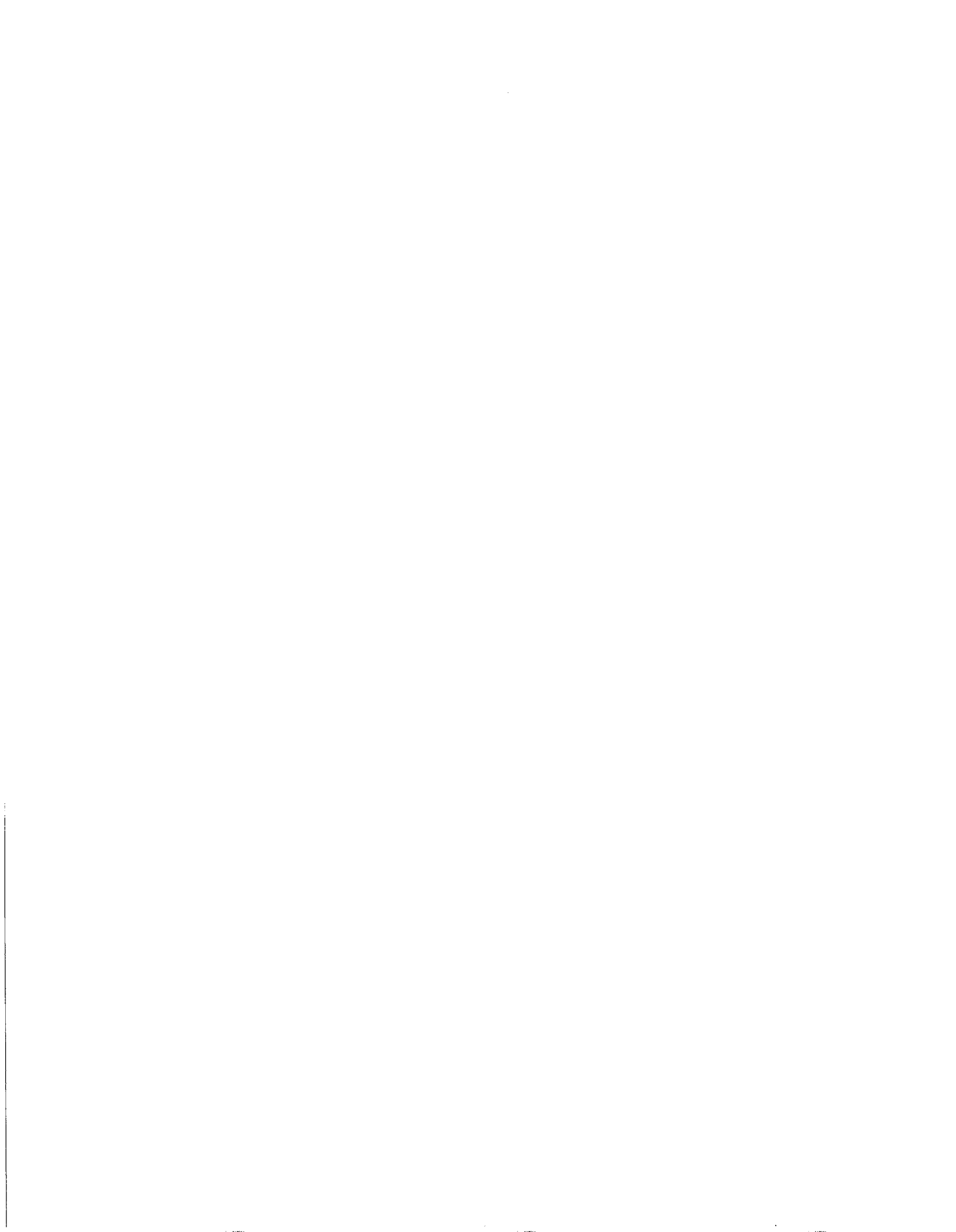
Åstrand, P., Rodahl, K.; Dahl, H.A., Stromme, S.B. (2003). *Textbook of work physiology: Physiological bases of exercise*. 4ª ed. New York, McGraw-Hill ["Fisiología del trabajo físico: bases fisiológicas del ejercicio". Traducción de Silvia Fernández Castelo. 3ª ed. Buenos Aires, Madrid, Médica Panamericana, 1992, imp. 1996].

- Bompa, T. (1999). *Periodization: Theory and methodology of training* (4ª ed.). Champaign, IL, Human Kinetics ["Periodización: teoría y metodología del entrenamiento". Traducción, Assumpta Enseñat y Alfonso Blanco. Barcelona, Hispano Europea (2003)].
- Bompa, T., Carrera, M. (2003) *Periodization Training for Sports*. 2ª Ed. Champaign, IL, Human Kinetics.
- Bondarchuk, A. P. (1981). *The physical preparation designing in power disciplines of track and field*. Kiev. Health Publisher (Zdorovie).
- Bouchard C. (1986). Genetics of aerobic power and capacity. En: Malina R.M., Bouchard C. (Eds.) *Sport and Human Genetics*. Champaign, IL, Human Kinetics, págs. 59-88.
- Burke, E.R., Faria, I., White, J.A. (1990). En: Reilly T., Secher N., Snell P., Williams C. (Eds.). *Physiology of sports*. London, E. & N.N. Spon, págs. 173-216.
- Chesley, A., MacDougal, J.D., Tarnopolsky, M.A. et al. (1992). Changes in human muscle protein synthesis resistance exercises. *J Appl Physiol* 73, 1383-1389.
- Dick, F. (1980). *Sport training principles*. London, Lepus Books ["Principios del entrenamiento deportivo". 1ª ed. Barcelona, Paidotribo, D.L. (1993)].
- Hooper, S.L. Mackinnon, L.T., Howard, A. et al. (1995). Markers for monitoring overtraining and recovery. *Med Sci Sports Exercises* 27, 106-112.
- Issurin, V. (2003). Aspekte der kurzfristigen Planung im Konzept der Blockstruktur des Trainings. *Leistungssport* 33: 44-44.
- Issurin, V., Lusting, G. (2004). Klassifikation, Dauer und praktische Komponenten der Resteffekte von Training. *Listungssport* 34, 55-59.
- Komi, P. (1988). The musculoskeletal system. En: Dirix, A., Knuttgen, H., G., Tittel, K. (Eds.). *The Olympic book of sports medicine. Vol. I of the Encyclopedia of Sports Medicine*. Blackwell Scientific Publications, 15-39.
- Kubukeli Z., Noakes, T., Dennis, S. (2002). Training techniques to improve endurance exercise performances. *Sports Med* 32, 489-509.
- Margaritis, I., Palazetti, S., Rousseau, A-S. et al. (2003). Antioxydant supplementation and tapering exercise improve exercise-induced antioxydant response. *J Am Coll Nutrition* 22, 147-156.

- Martin, D. (1980). *Grundlagen der Trainingslehre*. Verlag Karl Hoffmann, Schorndorf.
- Mujika, I., Padilla, S., Pyne, D., Busso, T. (2004). Physiological changes associated with the pre-event taper in athletes. *Sports Med* 34, 891-927.
- Noakes, T. (2000). Physiological models to understand exercise fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance. *Scand J Med Sci Sports* 10, 123-145.
- Platonov, V.N. (1997). *General theory of athletes' preparation in the Olympic sports*. Kiev, "Olympic Literature" (Russian).
- Platonov, V., Fesenko, S. (1990). *Preparation of the best world athletes*. Moscow, Fizkultura i sport (Russian).
- Pyne, D.B., Touretski, G. (1993). An analysis of the training of Olympic Sprint Champion Alexandre Popov. *Australian Swim Coach* 10 (5), 5-14.
- Raglin, J.S., Wilson, G.S. (2000). Psychology on endurance performance. En: Shephard R.J., Åstrand P.-O. (Eds.). *Endurance in Sport. Volume II of the Encyclopaedia of Sports Medicine*. Oxford, Blackwell Science, págs. 211-218.
- Saltin, B. (1986). Anaerobic capacity: past, present and perspective. En: Saltin B. (Ed.). *Biochemistry of Exercise VI*. Champaign, IL, Human Kinetics, págs. 387-398.
- Sharobajko, I.V. (1984). *Specialized fitness training of female kayakers with respect to their movement particularities*. Thesis of Ph.D. dissertation. Moscow, All-Union Research Sport Institute.
- Snell, P. (1990). Middle distance running. En: Reilly T, Secher N., Snell P., Williams C. (Eds.). *Physiology of sports*. London, E. & F.N. Spon, págs.101-120.
- Starischka, S. (1988). *Trainingsplanung. Studienbrief der Trainerakademie Koeln*. Schorndorf, Hoffmann.
- Viru, A. (1995). *Adaptation in sports training*. Boca Raton, FL, CRC Press.
- Viru, A., Karelson, K., Smirnova, T. (1992). Stability and variability in hormonal responses to prolonged exercises. *Int J Sports Med* 13, 230-235.
- Viru, A., Viru, M. (2001). *Biochemical monitoring of sport training*. Champaign, IL, Human Kinetics.
- Volkov, N. (1986). Biochemistry of sport. En: Menshikov, V., Volkov, N. (Eds.). *Biochemistry*. Moscow, Fizkultura i sport, págs. 267-381.
- Wilmore, J.H., Costill, D.L. (1993). *Training for sport and activity. The physiological basis of the conditioning process*. Champaign, IL, Human Kinetics.
- Zatsiorsky, V.M. (1995). *Science and practice of strength training*. Champaign, IL, Human Kinetics.



PREPARACIÓN
DEPORTIVA A LARGO
PLAZO





La preparación deportiva a largo plazo abarca períodos temporales que duran un año y más. Desde este punto de vista, los tres principales aspectos de la preparación deportiva a largo plazo requieren una consideración adecuada: el ciclo anual, la preparación multianual de deportistas cualificados incluido el ciclo cuatrienal y la preparación multianual de jóvenes. En este capítulo se presentan y se explican las posiciones básicas y las directrices de la planificación, en resumen, relativas a estos tres aspectos.

CICLO ANUAL

El programa del ciclo anual según la periodización en bloques se ha descrito de forma general en el capítulo 4. Merecen atención especial la tecnología de la planificación y las pautas para el diseño del entrenamiento.

Objetivo, metas y direcciones básicas del plan anual

Particularmente cuando se trata con deportistas experimentados, la fijación de objetivos anuales y la concreción de las metas suelen parecer superfluas. Pero un breve análisis demostrará, sin embargo, que son importantes. La fijación de objetivos para la preparación anual demuestra la responsabilidad del entrenador y estimula a los deportistas para que cumplan con obligaciones serias. Las metas concretas del entrenamiento indican qué ganancias en la técnica, la condición física, la fuerza mental, etc., han de alcanzarse para obtener el objetivo principal. La motivación y la confianza de los deportistas serán mayores y más estables cuando vean claramente cómo se puede racionalizar la preparación anual (el uso de nuevos métodos de entrenamiento, la mejora del control, el empleo de nuevos equipamientos, etc.). Finalmente, entrenador y deportista han de descubrir las reservas ocultas del deportista, cuya liberación facilitará un mejor rendimiento (tabla 7.1).

Desafortunadamente, no todas las temporadas acaban con éxito; en este caso, el entrenador comienza a planificar el siguiente año analizando los fallos que se han producido. El modo más sencillo de conducir dicho análi-

Tabla 7.1.

Contenido y secuenciación de la fijación de objetivos en la programación del ciclo anual.

Temas	Contenido	Comentarios
Objetivo	Hay que fijar el principal resultado que se desea y que se espera de la preparación anual.	El objetivo ha de ser realista y estar formulado de forma concreta (rango, resultado, posición en el equipo, etc.)
Metas	Las metas se refieren a los componentes esenciales de la preparación deportiva y proponen los medios de alcanzar las ganancias en las capacidades de los deportistas.	Las metas pueden ser expresadas como ganancias en la preparación técnica, física, táctica y mental.
Direcciones básicas	Direcciones básicas de cómo enfatizar la mejora de la preparación.	Las direcciones marcadas pueden corresponder a métodos de entrenamiento, organización, equipamiento, etc.
Reservas disponibles	Las reservas ocultas pueden encontrarse normalmente a través del análisis de la preparación y el rendimiento.	Es necesario convencer a los deportistas de que las reservas observadas deben actualizarse.

sis consiste en buscar los factores externos que afectan el rendimiento de los deportistas. El despliegue de posibles razones es amplio: mala suerte, un arbitraje desfavorable, lluvia imprevista o viento repentino, terremotos, etc. Un gran entrenador empleaba otra táctica; siempre fue capaz de explicar a los deportistas sin éxito que el programa era excelente y que ellos (los deportistas) eran completamente responsables del fracaso. Aun así, el enfoque correcto presupone que la responsabilidad de que una temporada aca-

be en éxito o fracaso es de ambos, del entrenador y del deportista. Es importante que los deportistas desarrollen una actitud de confianza en la fijación de objetivos para la siguiente temporada.

Diseño de los programas anuales

Todos los entrenadores recopilan los programas anuales basados en su propia experiencia, sus conocimientos y su sentido común. Sin embargo, el enfoque de la periodización en bloques implica demandas específicas para planificar lo que puede ser descrito mediante la secuencia de ciertos pasos (tabla 7.2).

Tabla 7.2. *Secuencia de pasos para el diseño de un programa de entrenamiento anual.*

Número	Pasos	Comentarios
1	Determinación de las competiciones objetivo y obligatorias	Normalmente estos acontecimientos se celebran según los calendarios internacionales, nacionales y/o regionales
2	Determinación de los parámetros y la duración de las etapas y los periodos de entrenamiento	Las etapas se determinan en función de las competiciones objetivo y la concepción metodológica
3	División de las etapas de entrenamiento en diferentes mesociclos y microciclos	Han de especificarse las direcciones y duraciones de los mesociclos
4	Planificación de competiciones y pruebas de clasificación adicionales	Las competiciones y las pruebas de clasificación son necesarias para finalizar las etapas de entrenamiento y diversificar el programa de preparación

5	Planificación de las concentraciones de entrenamiento	Han de especificarse los objetivos, los parámetros y los lugares de las concentraciones
6	Planificación de exámenes médicos y específicos del deporte	El examen médico inicial se programa para el principio de la temporada
7	Cálculo de las características de la carga para el mes	Estas características pueden tener relación con el kilometraje total, el número de levantamientos, lanzamientos, etc.
8	Cálculo de las características de la carga para el ciclo anual	La comparación con años anteriores ayuda a revelar los puntos "débiles" del programa
9	Corrección del plan siguiendo la revelación de los puntos "débiles"	Como norma, la primera versión precisa corrección y esta operación es obligatoria

Como se desprende de la tabla 7.2, el paso inicial requiere la determinación de la mayoría de las competiciones importantes (figura 7.1). Estos acontecimientos determinan la división de la temporada en etapas y períodos; el diseño óptimo presupone la programación del rendimiento pico para la fase final de la etapa de entrenamiento (véase ejemplo en la figura 7.2). La subdivisión del ciclo anual en períodos responde a una lógica general y es menos importante que en la periodización tradicional.

Los siguientes dos pasos contienen una división de las etapas de entrenamiento en diferentes mesociclos y microciclos y el calendario de competiciones adicionales, las cuales también se planifican para principios y mediados de la temporada (figura 7.3).

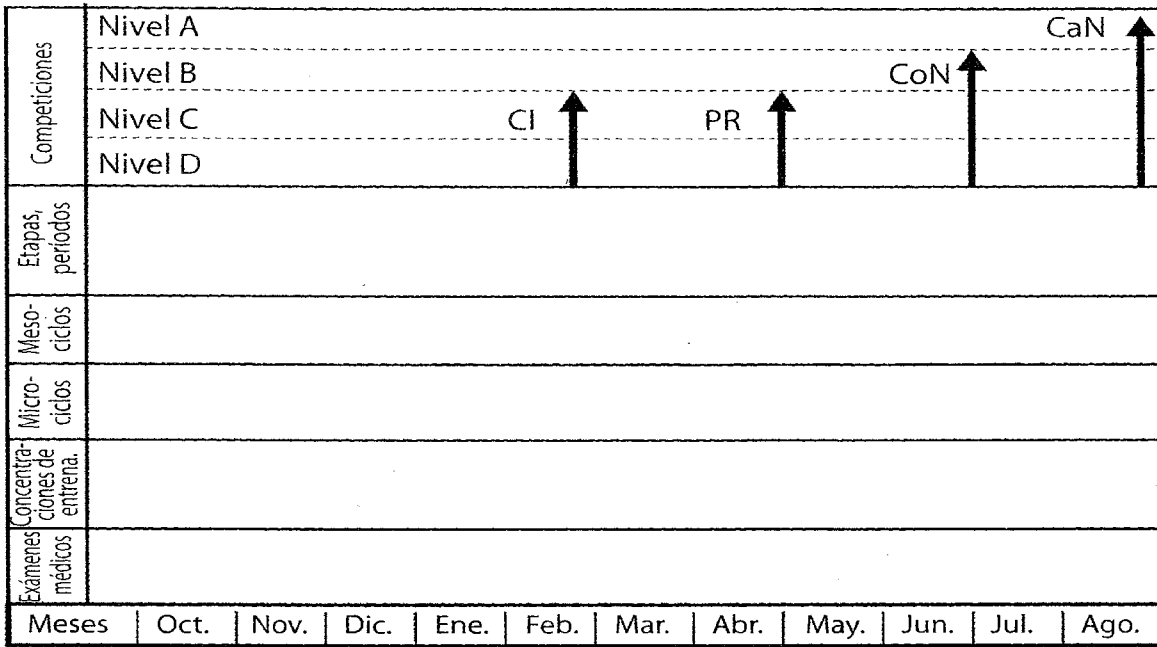


Figura 7.1. *Recopilación del plan anual. Primer paso: determinación de las competiciones objetivo (nivel A) y obligatorias (niveles B y C). CaN = campeonato nacional, CoN = copa nacional; PR = pruebas regionales; CI = copa de invierno.*

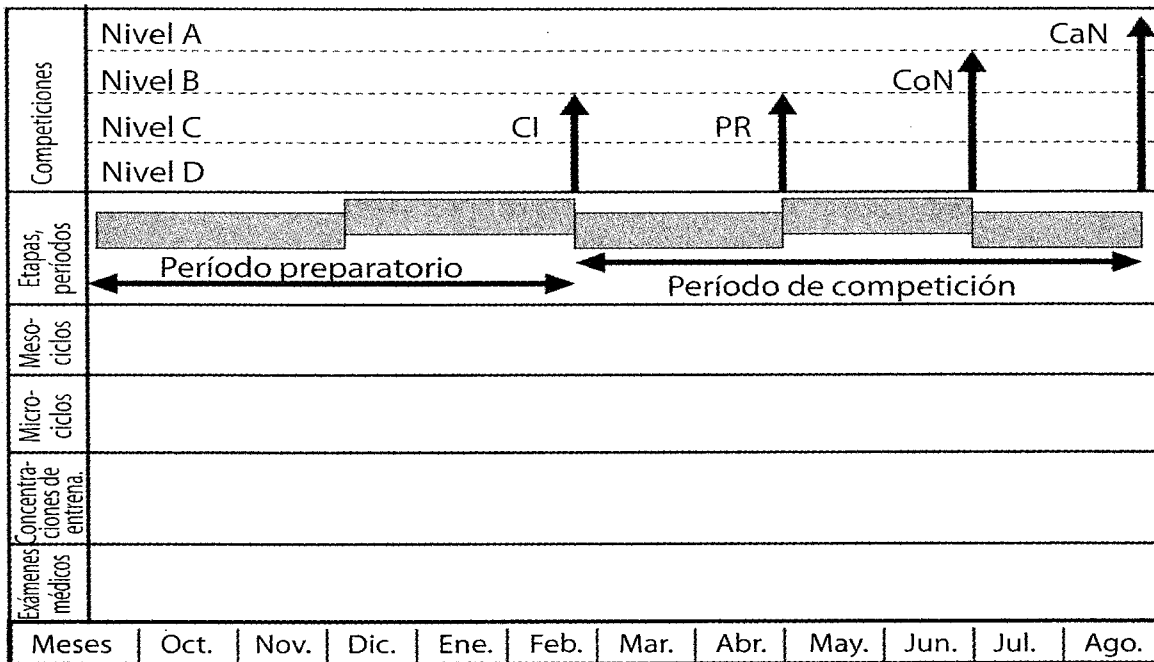


Figura 7.2. *Composición del plan anual. Segundo paso: determinación de los parámetros y la duración de las etapas y los periodos de entrenamiento; el diseño óptimo es cuando las competiciones importantes se programan al final de la etapa.*

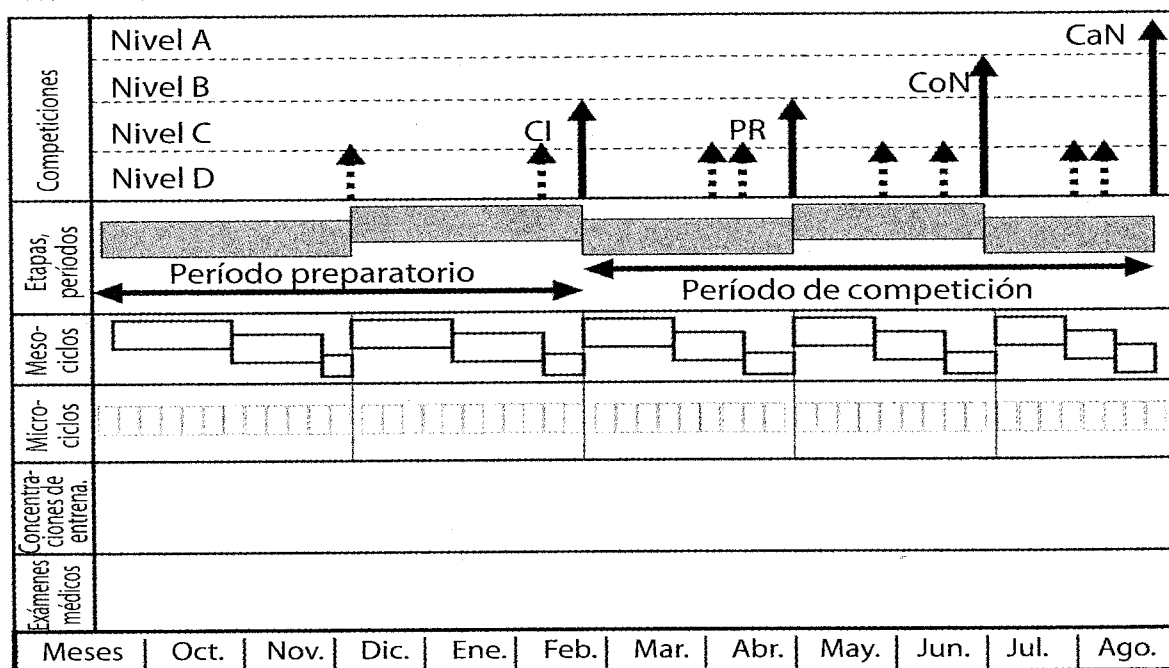


Figura 7.3. *Recopilación del plan anual. Tercero y cuarto pasos: división de las etapas de entrenamiento en diferentes mesociclos y microciclos, planificación de las competencias y las pruebas de clasificación adicionales.*

El quinto paso prescribe la planificación de las concentraciones de entrenamiento para una mejor realización de los objetivos específicos de los diferentes bloques de mesociclos. También se relaciona el uso del entrenamiento en altura (véase capítulo 9).

El siguiente paso del plan anual es el cálculo de las características de las cargas mensuales. Parámetros como el número total de sesiones de entrenamiento, el kilometraje total, el número de combates y partidos, el número de rendimientos cercanos a la competición, etc., pueden programarse con éxito para cada mes. La suma de todas las características mensualmente produce las cargas anuales que pueden compararse con años anteriores y datos de otros deportistas. Normalmente, este proceso de planificación completo no conduce a una versión final del programa anual. Primero han de revisarlo la administración, los compañeros y los deportistas, y hay que repetir los análisis para hacer correcciones de detalles específicos como el ritmo y la duración de las concentraciones de entrenamiento, la cancelación

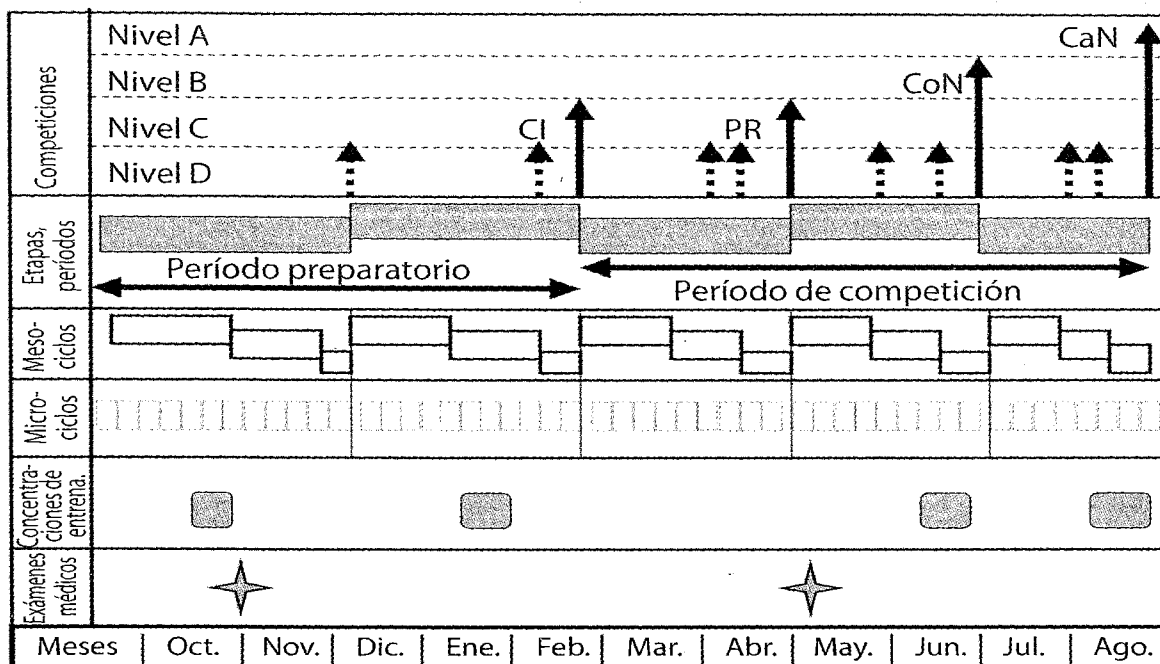


Figura 7.4. *Recopilación del plan anual. Quinto y sexto pasos: programación de las concentraciones de entrenamiento y los exámenes médicos (las pruebas específicas del deporte no aparecen reflejadas).*

de algunas competiciones, etc. El programa corregido recibe el estatus de la versión final que se propone para su realización.

Tendencias generales de la planificación de cargas en el ciclo de preparación anual

La tendencia general en la planificación anual consiste en reservar las sesiones de entrenamiento más especializadas y rigurosas para el período de entrenamiento anterior a la competición más importante. El enfoque de la periodización en bloques con ese modelo de preparación de varios picos no contradice esta posición, aunque lo explote de otro modo.

A pesar de la variedad de las condiciones de entrenamiento y la especificidad de los diferentes deportes, se pueden señalar algunas tendencias comunes en el diseño de los programas (tabla 7.3).

Tabla 7.3.

Tendencias en la temporada del diseño de programas de entrenamiento en el ciclo anual.

Características	Principios de la temporada	Mediados de la temporada	Finales de la temporada
Métodos dominantes de entrenamiento en el mesociclo de acumulación	Ejercicios continuos uniformes y variables	Ejercicios continuos e interválicos lentos	Ejercicios interválicos especialmente programados
Métodos dominantes de entrenamiento en el mesociclo de transformación	Entrenamiento continuo variable e interválico	Ejercicios interválicos principalmente	Ejercicios interválicos especialmente programados
Diversidad del programa de condición física	Gran variedad de ejercicios para la condición física	Un pequeño grupo restringido de ejercicios	Ejercicios seleccionados sobre todo específicos
Formas de organización de las sesiones de entrenamiento	Alta contribución de las sesiones de entrenamiento	Menor contribución de las sesiones de entrenamiento	Uso de sesiones de entrenamiento especialmente programadas
Uso de medios de recuperación	Rutina de ejercicios, principalmente: estiramientos, relajación, ejercicios aeróbicos de baja intensidad	Mayor contribución de la fisioterapia, los masajes, el entrenamiento mental, los suplementos nutricionales	Empleo de los medios de recuperación más eficaces seleccionados
Uso de formas de simulación de la competición	Periódicamente, no con frecuencia	Sistemáticamente, con más frecuencia	Alta contribución al programa de entrenamiento

La tendencia general durante la temporada es a aumentar gradualmente la especialización de las sesiones de entrenamiento y la movilización de las reservas ocultas orientadas a la competición objetivo. La regla general postulada por la periodización en bloques declara que las etapas de entrenamiento dentro del ciclo anual han de ser similares, pero no idénticas. Las etapas de mediados de la temporada y especialmente las de finales de la temporada han de ser más rigurosas, programarse de forma más específica y controlarse mejor. Es altamente deseable que el entrenamiento y los medios de recuperación y las combinaciones técnicas más efectivos sean reservados para el período crucial de la temporada. Fisiológicamente, esto aporta el beneficio de unas respuestas al entrenamiento más elevadas antes de las competiciones más importantes; psicológicamente, aumenta la autoconfianza de los deportistas, ya que saben que tienen reservas adicionales durante la fase más estresante de su preparación.

Especial mención merece el componente de la competición en la preparación anual. La periodización en bloques postula la gran importancia de las competiciones, incluso en la fase inicial del ciclo anual, por las siguientes razones:

1. La competición completa cada etapa de entrenamiento y es un componente obligatorio del programa de entrenamiento.
2. La competición rompe con la rutina y aporta un elemento muy importante al espíritu deportivo.
3. La competición aporta a los deportistas extraordinarios estímulos de entrenamiento que pueden no obtenerse con sesiones de entrenamiento regulares.

Hay que observar que el programa de competiciones varía durante la temporada. Es bueno diversificar el programa de competición a principios de temporada; llevar el programa de competición a estándares específicos del evento a media temporada y añadirlo a los estándares específicos del evento a finales de la temporada. Las razones de esta regulación son obvias. Por un lado, las competiciones son un componente obligatorio del programa anual al principio, a mediados y al final de la temporada; por otro lado, un programa de competición variado ayuda a diversificar la rutina de en-

trenamiento y a recuperar a los deportistas después del habitual programa específico de entrenamiento.

CICLO CUATRIENAL DE LA PREPARACIÓN DEPORTIVA

La finalización del ciclo cuatrienal olímpico va por lo general seguida de un serio y detallado análisis del rendimiento olímpico, los éxitos y los fracasos. Es natural que un gran éxito produzca entusiasmo e inspiración y que los fracasos causen insatisfacción, críticas y tendencia a la reforma. Independientemente de la especificidad del deporte y la nacionalidad, el desafío que supone el análisis postolímpico consiste en interiorizar las experiencias positivas y revelar las razones del rendimiento. Basándose en los hallazgos, se elabora un nuevo programa de preparación. Es bueno que los objetivos ge-

Ejemplo. El ciclo cuatrienal del equipo nacional de gimnasia rítmica de Rusia se subdivide en ocho etapas de medio año, cada una de las cuales se realiza según un objetivo general adecuado específico:

1. Incremento de la condición física específica del deporte.
2. Adquisición de nuevas habilidades técnicas de alta complejidad e híbridos.
3. Actualización de las combinaciones para la competición.
4. Aumento adicional de la condición física específica del deporte.
5. Aumento de la maestría técnica y obtención de un rendimiento estable.
6. Aumento de la calidad del rendimiento, estabilidad y tolerancia al estrés.
7. Recopilación final de las combinaciones para la competición; adquisición de la suficiente resistencia para todo el programa de torneos; selección del doble equipo olímpico.
8. Modelización de las situaciones esperadas para la competición; lograr la confianza de la alta competición; selección final del equipo nacional olímpico.

Cada una de las etapas anteriores requiere una compleja evaluación del efecto acumulativo del entrenamiento producido por el programa completo.

nerales se determinen con claridad para cada etapa del plan cuatrienal. El ejemplo de la fijación de objetivos puede observarse en la preparación de uno de los equipos de gimnasia rítmica con más éxito de Rusia (Arkajev y Suchilin, 2004).

El ejemplo anterior demuestra que la división del ciclo cuatrienal en diferentes etapas requiere la competencia de un profesional y depende de las situaciones específicas del deporte. Sin embargo, la división del ciclo cuatrienal en cuatro ciclos anuales es la más popular. En general, las direcciones principales de la preparación cuatrienal, independientemente del deporte, se presentan en la tabla 7.4.

Analicemos las direcciones anteriores respecto al entrenamiento diseñado para deportistas con diferentes edades y experiencias. Los deportistas de elite con mucha experiencia prestan especial atención durante la pre-

Tabla 7.4. *Particularidades de la preparación deportiva en un ciclo cuatrienal.*

Año	Direcciones principales de la preparación
Primero	Adquisición y examen de nuevos candidatos; selección de entrenadores y otros especialistas; renovación y corrección de las formas y métodos habituales de entrenamiento; renovación de los entrenamientos; formación del espíritu de equipo y el compañerismo entre los deportistas y los especialistas
Segundo	Selección y aprobación de los nuevos candidatos; adquisición de nuevas habilidades técnico-tácticas, aumento de las cargas de entrenamiento, mejora de la calidad del entrenamiento
Tercero	Obtención del nivel máximo de las cargas de entrenamiento; aprobación del modelo del ciclo anual programado para la temporada olímpica; determinación de todas las características individuales del rendimiento para cada miembro del equipo
Cuarto	Estabilización de la composición del equipo normalmente al nivel del doble equipo olímpico; estabilización de las cargas al nivel del año anterior, aprobación y estabilización del modelo de comportamiento y rendimiento en competición

paración olímpica a los equipos nacionales de los países líderes, cuyos entrenadores cuentan con un gran número de candidatos potenciales, y a los equipos nacionales relativamente pequeños, en los que la posibilidad de añadir nuevos miembros al equipo que tengan éxito es muy limitada. Las ventajas de los deportistas con edad y experiencia son obvias: gozan de una notable ventaja respecto al conocimiento básico y específico del deporte, el control emocional, la estabilidad de la técnica, las habilidades técnico-tácticas y el comportamiento en competición. Suelen ser personas con gran autoridad que influyen positivamente en el clima social y el espíritu del equipo. Las desventajas de estos deportistas también son claras: se acercan a sus límites biológicos de respuesta al entrenamiento, es decir, reaccionan menos a los estímulos del entrenamiento; suelen seguir programas de entrenamiento habituales y no les gusta cambiar su estilo de entrenamiento ni sus ejercicios. Los deportistas de edad realizan un volumen menor de entrenamiento (véase el siguiente apartado) y necesitan períodos de transición más largos para rehabilitarse física y mentalmente. En el primer ciclo anual del programa cuatrienal, esta categoría de deportistas ejecutan un volumen total de ejercicios sustancialmente menor –entre el 15% y el 20% menor– que en el anterior año olímpico (figura 7.5).

Los deportistas experimentados de más edad continúan el ciclo cuatrienal con un aumento gradual del volumen de entrenamiento, que en cualquier caso es menor que para los participantes jóvenes. El modelo para el tercer ciclo anual se basa en el año olímpico para cada categoría de deportistas; por ello, tanto los deportistas jóvenes como los mayores aumentan el nivel de sus cargas de entrenamiento y se acercan a su máximo. En general, los ciclos anuales tres y cuatro deberían ser similares; los entrenadores simulan el diseño de entrenamiento preolímpico anual un año antes con el fin de aportar la más alta preparación al final de la etapa del ciclo cuatrienal. De hecho, el nivel de las cargas de entrenamiento en la temporada olímpica suele ser mayor que el del año anterior por diferentes razones: mayor motivación, mejores condiciones para el entrenamiento y la recuperación, mayor presupuesto, etc.

Los deportistas jóvenes que aún no han participado en unos Juegos Olímpicos reúnen unas características típicas. Tras asistir a la preparación olímpica, la motivación deportiva se estimula enormemente y se suele gozar de mejores condiciones para el entrenamiento: más concentraciones de en-

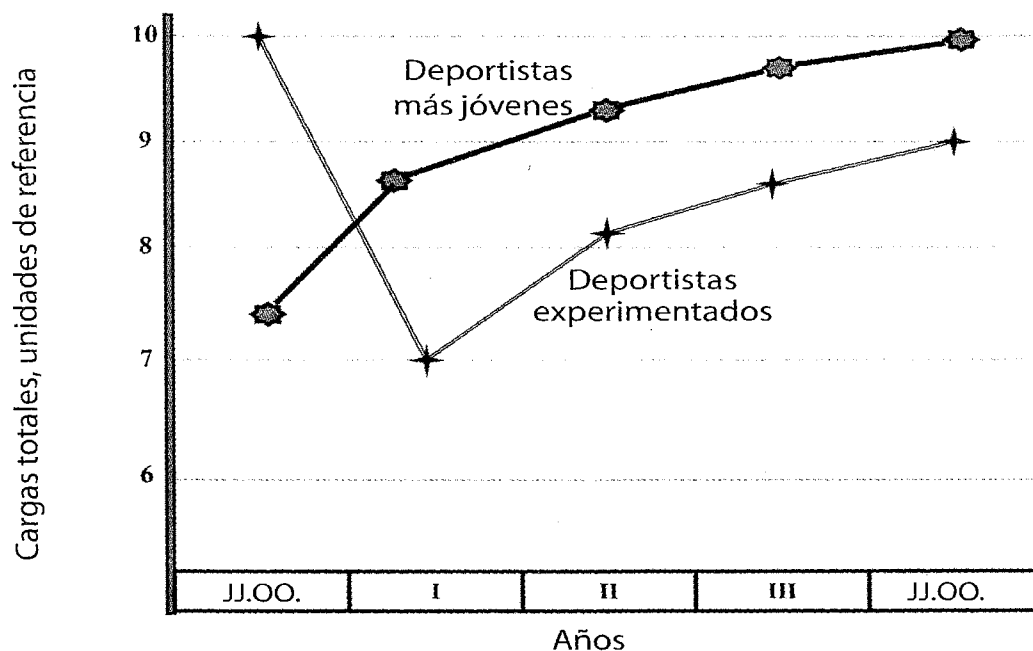


Figura 7.5. *Tendencia cuatrienal de las cargas totales en los deportistas experimentados que participaron en los Juegos Olímpicos anteriores y preparación de los deportistas jóvenes para los siguientes.*

trenamiento, compañeros de entrenamiento más cualificados, entrenadores más caros (a veces), etc. Como resultado, estos deportistas aumentan sustancialmente sus cargas de entrenamiento en comparación con las del año anterior. En los ciclos anuales dos y tres, las cargas de entrenamiento continúan aumentando, aunque a un ritmo más bajo.

Desde el punto de vista metodológico, es importante predecir y planificar el desarrollo de las capacidades físicas, técnicas y tácticas más relevantes. Para este propósito, es posible elaborar las características modelo que corresponden a estos componentes de preparación respecto a los índices de mejora planificados durante el ciclo cuatrienal (véase capítulo 8).

LONGEVIDAD DEPORTIVA DE ATLETAS ALTAMENTE CUALIFICADOS

El deporte contemporáneo ofrece muchos ejemplos de deportistas con mucho éxito que continúan con su trayectoria incluso pasados los treinta.

Esta longevidad deportiva se ve afectada por muchos factores como una motivación alta y estable, un estilo adecuado de vida, una mejora de la metodología del entrenamiento, apoyo social, estimulación financiera, etc. En cuanto al entrenamiento en sí, cabe señalar varias particularidades vinculadas con la edad, independientemente del deporte que se practique (tabla 7.5).

Tabla 7.5.

Particularidades de la preparación para deportistas mayores de alto rendimiento con experiencia en comparación con sus colegas más jóvenes.

Factor	Particularidades	Comentarios
Estructura del ciclo anual	Mayor duración del periodo transitorio	Los deportistas mayores necesitan más tiempo para su recuperación psicológica y fisiológica
Volumen total de entrenamiento	10-30% menos que los deportistas jóvenes	Los deportistas mayores entrenan de forma más consciente y experimentan efectos residuales del entrenamiento más duraderos
Formas de organización	Alta contribución del entrenamiento individualizado	Los deportistas mayores necesitan menos supervisión, muestran más iniciativa e independencia
Proceso de recuperación	Mayor empleo de medios de recuperación	Los deportistas mayores se recuperan más lentamente y suelen haber sufrido lesiones previamente
Equipamiento	Selección y enfoque hacia el equipamiento más estimulador y creativo	Los deportistas mayores tienen sus propias demandas en cuanto al equipamiento; son serios y consistentes durante su examen
Progreso individual	El potencial motor no aumenta, pero se puede emplear con más efectividad	La estabilización y la reducción de muchas funciones se compensan por la mayor eficacia de la actividad deportiva

Evidentemente, existen factores sociales adicionales que afectan la preparación y el comportamiento de los deportistas de edad. Muy a menudo, combinan su preparación deportiva con su actividad profesional; algunos deportistas de edad tienen sus propias familias, lo cual cambia sustancialmente sus preferencias mentales y las prioridades de su vida. Sin embargo, este libro trata sobre el entrenamiento; ilustremos las anteriores particularidades de la preparación con ejemplos de dos deportistas que consiguieron magníficos resultados durante sus largas trayectorias deportivas.

Estudio de caso. El mundialmente famoso deportista y campeón olímpico de canoa Ivan Klementiev representó a la URSS y desde 1991 a Letonia durante cuatro ciclos olímpicos. Ganó una medalla olímpica de oro y dos de plata y siete medallas de oro en el Campeonato Mundial. Durante un período de 19 años se documentaron bien muchas características del entrenamiento de su preparación deportiva; una de las más importantes fue el volumen total anual de remo (figura 7.6). El análisis de la dinámica a lo largo de los años de los volúmenes de entrenamiento anuales revela varias tendencias significativas:

- El volumen máximo de entrenamiento se obtuvo a la edad de 21 años, cuando el deportista entrenaba con el equipo nacional de la URSS; después, los volúmenes de entrenamiento comenzaron a bajar a pesar de los cambios periódicos.
- El análisis cuantitativo de los volúmenes anuales promedio en los ciclos cuatrienales en los que el deportista participó en Juegos Olímpicos revela lo siguiente: de los 21 a los 24 años, 100%; de los 25 a los 28 años, 88,2%; de los 29 a los 32 años, 77,4%, y de los 33 a los 36 años, 61%.
- El análisis de las oscilaciones periódicas revela un notable aumento de los volúmenes de entrenamiento en los últimos años de un ciclo olímpico, con una excepción en 1984 que puede explicarse por circunstancias políticas, no metodológicas: en los Juegos Olímpicos de Los Ángeles, celebrados en agosto, el deportista compitió en una regata de sustitución de los países socialistas en julio; por ello, esta temporada fue un mes más corta.
- La reducción del volumen de entrenamiento anual está condicionada en parte por una transición más larga de periodos, cuya duración aumentó de uno a tres meses durante la trayectoria del deportista.

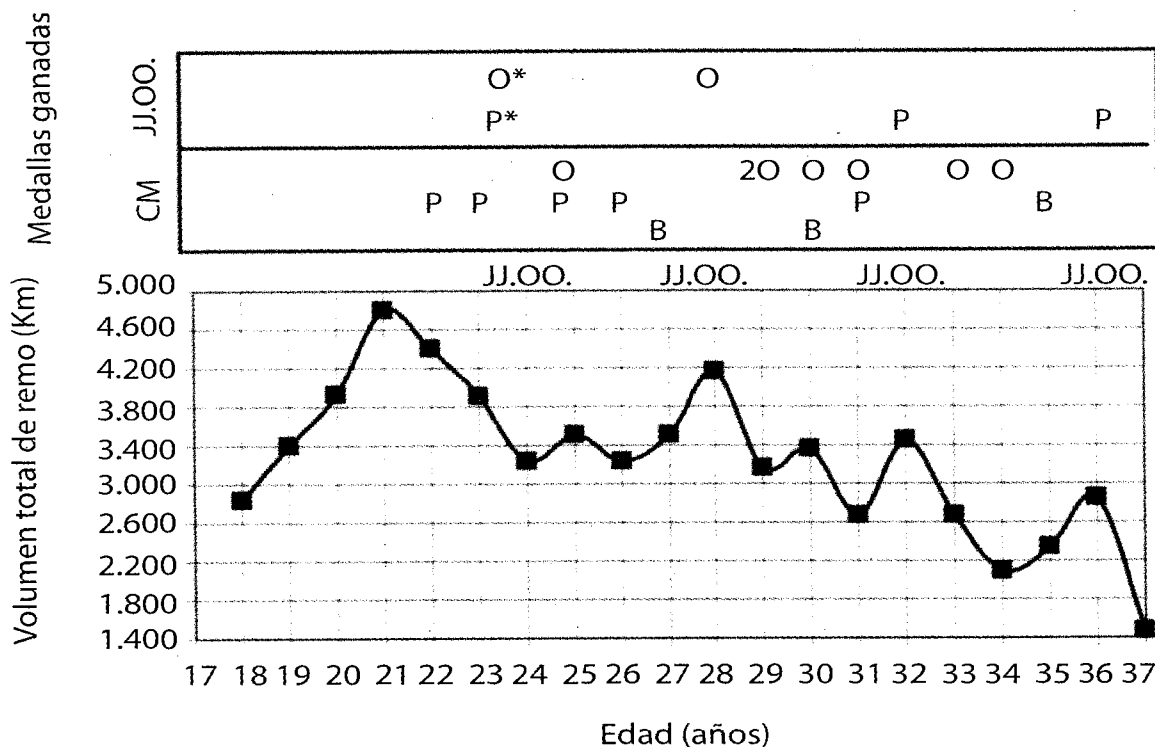


Figura 7.6. *Tendencia a largo plazo del volumen de remo anual y los logros personales del siete veces campeón del mundo y campeón olímpico en canoa Ivan Klementiev (URSS y Letonia). JJ.OO. = Juegos Olímpicos; CM = Campeonato del Mundo; O = oro; P = plata; B = bronce. En 1984 (a la edad de 24 años), Klementiev compitió en la regata de los países socialistas propuesta como alternativa a los Juegos Olímpicos de Los Ángeles.*

Hay que destacar que, a pesar de la disminución constante de las cargas totales, Ivan Klementiev continuó rindiendo con éxito y después de los 30 años ganó cuatro medallas de oro en los Campeonatos Mundiales y dos medallas olímpicas de plata. Aparentemente, la reducción de la carga fue compensada eficazmente por una mayor calidad del entrenamiento. Esta mejora del entrenamiento se asoció con un programa de preparación muy superior en el que se explotaban las ideas de la periodización en bloques, una selección más adecuada de los ejercicios evitando las combinaciones de cargas no compatibles, una atención constante a la recuperación y el uso de un programa de competición lógico (Klementiev, 1994). Este gran de-

portista también empleó su valiosa experiencia en otras actividades; el Sr. Klementiev ha sido un grandísimo entrenador y ha servido a los equipos nacionales de canoa de Polonia y España, además de obtener su doctorado en Fisiología.

Como ya hemos dicho, la preparación a largo plazo se caracteriza por un efecto acumulativo del entrenamiento cuya evaluación fisiológica es de especial interés.

Desafortunadamente, estos datos sobre el entrenamiento multianual entre deportistas de elite son muy limitados. Por tanto, el estudio de caso del legendario ciclista Lance Armstrong, además de único, es extremadamente interesante (Coyle, 2005).

Estudio de caso de los cambios fisiológicos durante la preparación a largo plazo. Lance Armstrong, el famoso ciclista, se convirtió en campeón del mundo y ganó siete veces el Tour de Francia, la carrera ciclista más famosa y prestigiosa del mundo. De los 21 a los 28 años, se examinaron en un laboratorio fisiológico su composición corporal, su consumo máximo de oxígeno, su lactato máximo en sangre y su eficiencia mecánica al pedalear. A la edad de 24 años se le diagnosticó un cáncer testicular y en un período de dos años fue sometido a una operación cerebral y siguió un tratamiento que incluía quimioterapia. De los 27 a los 32 años, Lance Armstrong ganó seis veces el Tour de Francia, sin duda un increíble éxito en el deporte mundial. Durante un período de siete años, desde los 21 años, el peso del cuerpo del deportista aumentó ligeramente, 0,8 kg, mientras que su peso corporal muscular aumentó 1,1 kg. La tendencia en varios años de las variables fisiológicas muestra las siguientes particularidades:

- El consumo máximo de oxígeno alcanzó su valor más alto a los 23 años, disminuyó tras el tratamiento médico y no alcanzó el nivel más alto a los 28 años, cuando ganó el Tour de Francia
- La frecuencia cardíaca máxima disminuyó 6 lat/min.
- La eficiencia mecánica, como índice del trabajo mecánico y la energía gastada en este intervalo de tiempo, aumentó un 8,8%.
- La potencia mecánica obtenida con un consumo de oxígeno de 5 l/min mostró un sustancial aumento del 18%.

Hay que destacar que la estimación final del consumo máximo de oxígeno (71 ml/kg/min) es inferior a los datos de los ciclistas de elite, que se aproximan a un nivel de 80 ml/kg/min (Padilla *et al.*, 2000). Se puede especular que cuando Lance redujo su peso corporal antes de las carreras, el nivel real de su consumo máximo de oxígeno por peso era más alto que antes. Sin embargo, los hallazgos del estudio indican que el progreso individual del gran deportista no sólo se debe al aumento de su potencial fisiológico, sino a su uso más eficiente. El mecanismo fisiológico de su mejora en la eficiencia muscular todavía no está claro. Los factores que hipotéticamente contribuyen a esta mejora pueden asociarse a la pronunciada hipertrofia y la mejor contractilidad de las fibras de contracción lenta; la alteración de la actividad ATPasa de la miosina, el aumento de la eficiencia del ciclista producido por el entrenamiento en altura y la mejora de la técnica de pedaleo.

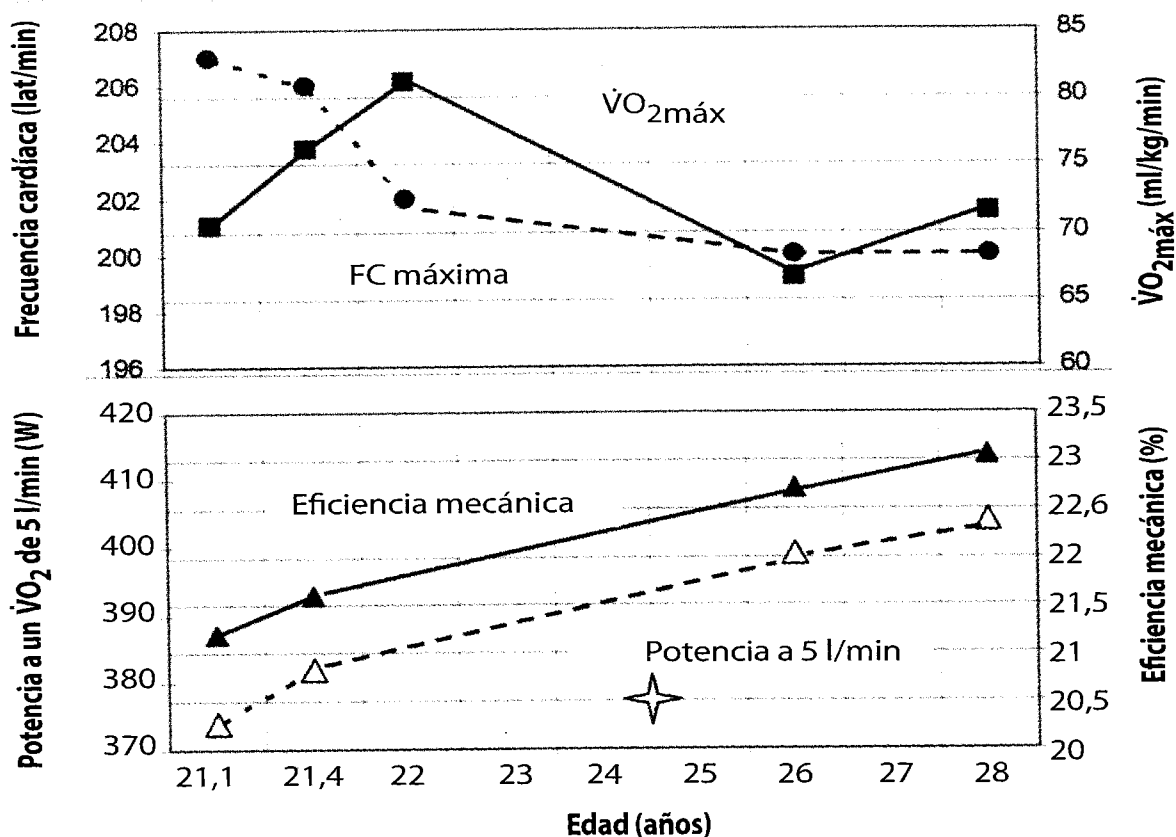


Figura 7.7. Cambios a largo plazo de las diferentes evaluaciones fisiológicas del ciclista Lance Armstrong (adaptado de Coyle, 2005).
 † = tratamiento médico, incluida la quimioterapia.

Armstrong obtuvo un enorme éxito deportivo tras su extremadamente seria operación y tratamiento médico; su autobiografía constituye un ejemplo de una magnífica fortaleza humana y deportiva (Armstrong, 2000). Evidentemente, su trayectoria deportiva y sus datos individuales son únicos. Sin embargo, las tendencias reveladas en este estudio de caso sobre el progreso de Armstrong son muy típicas. Por tanto, muchos deportistas altamente cualificados se acercan a sus límites biológicos y siguen manteniendo su más alto rendimiento y hasta mejoran sus resultados deportivos. Normalmente, la principal causa de dicho progreso individual es el mejor uso de sus capacidades motrices y fisiológicas. Este uso puede estar condicionado por factores fisiológicos, biomecánicos y psicológicos, en los cuales la creatividad individual, la confianza en sí mismos y la sabiduría de los deportistas desempeña un papel muy importante.

PREPARACIÓN A LARGO PLAZO DE DEPORTISTAS JÓVENES

Tanto la trayectoria deportiva de las estrellas mundiales como la de los deportistas con menos éxito dependen mucho del comienzo del período de preparación a largo plazo que se suele iniciar en la infancia. Es una lástima que las restricciones de este capítulo no nos permitan ampliar el tema, el cual merecería un libro completo. Sin embargo, a continuación se presentan los aspectos generales más relevantes de la preparación deportiva de jóvenes a largo plazo: el contenido y secuenciación de diferentes etapas, el concepto de períodos sensibles en la preparación a largo plazo y las bases de la identificación de jóvenes especialmente dotados.

Etapas y detalles de la preparación a largo plazo

El enfoque habitual para la preparación a largo plazo de deportistas propone cuatro etapas diferentes que pueden distinguirse para facilitar la duración adecuada y las características anuales del entrenamiento (tabla 7.6).

Tabla 7.6.

Etapas de la preparación a largo plazo y sus características generales (basado en Issurin, 1994).

Etapas	Duración en años	Sesiones de entrenamiento por semana	Sesiones de entrenamiento: duración en minutos	Volumen de entrenamiento anual en horas
Preparación preliminar	1-3	3-4	45-60	120-170
Especialización inicial	2-3	4-5	75-90	250-300
Especialización avanzada	2-3	6-9	60-120	500-750
Perfección deportiva	d.i.*	6-12	70-150	750-1.400

* Dependiendo del individuo.

Veamos ahora las diferentes etapas de la preparación a largo plazo de deportistas. La etapa inicial de la preparación preliminar varía entre uno y tres años según las demandas específicas del deporte en la edad en la que el deportista comienza a entrenar sistemáticamente. Aparentemente, las edades favorables para comenzar varían mucho en función del deporte (figura 7.8).

La tendencia general en los deportes contemporáneos es una reducción de la edad para los niños con el fin de prepararlos para deportes específicos. Existen diferentes razones que explican esta tendencia como la disponibilidad de equipamiento de buena calidad diseñado para niños (barras, botas, remos, etc.), la mejora de las condiciones de entrenamiento, la popularización de las actividades deportivas para niños en los medios de comunicación y el ejemplo de estrellas mundiales que comenzaron su pre-

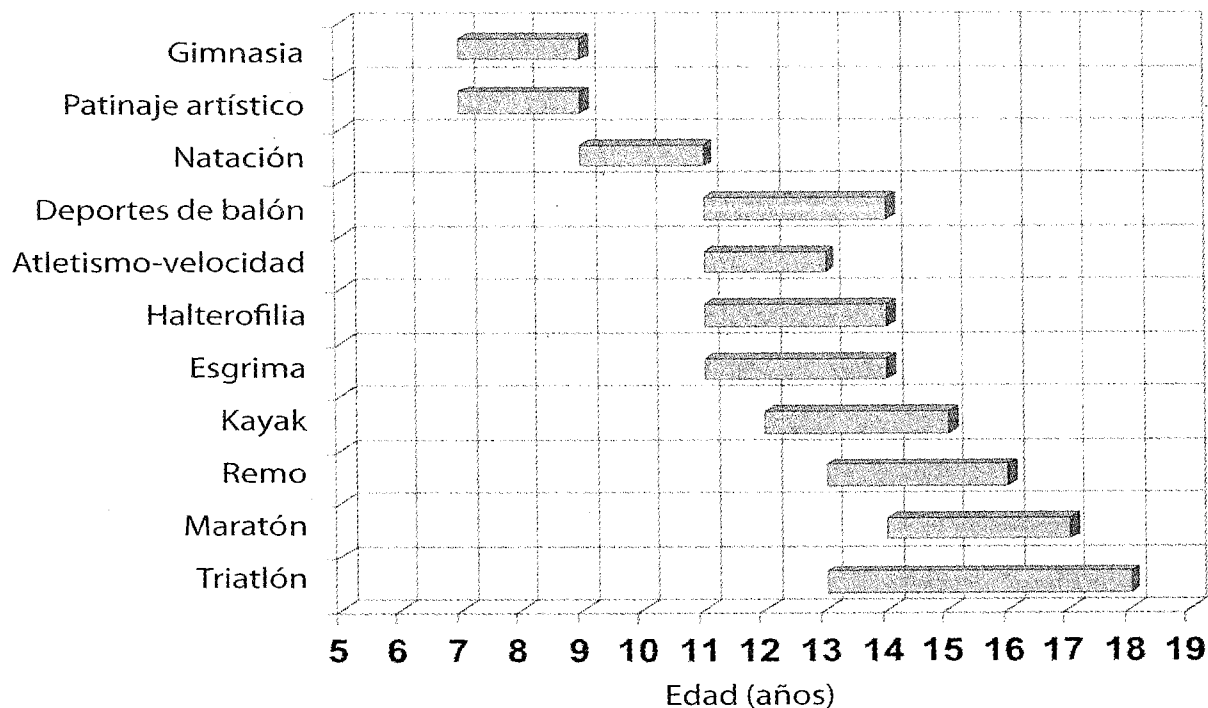


Figura 7.8. *Edad favorable para iniciar la preparación sistemática en diferentes deportes (adaptado de Platonov y Sakhnovsky, 1988; la adaptación se realizó sobre la base de unas entrevistas con expertos internacionales en los correspondientes deportes).*

paración deportiva a temprana edad. Esta reducción de la edad de inicio de competición ha afectado enormemente las organizaciones deportivas internacionales y nacionales. Por ejemplo, hace algunas décadas se pensaba que los niños no debían comenzar a levantar pesas antes de los 14 años. Ahora en todo el mundo hay niños que participan en competiciones internacionales de halterofilia a los 11 años e incluso antes. Evidentemente, las demandas específicas del deporte afectan mucho cuando los recién llegados pueden comenzar su preparación preliminar. Por ejemplo, muchos jóvenes comienzan a entrenar sistemáticamente para el triatlón con una buena experiencia previa en natación. Por ello, la duración de su preparación preliminar depende de cuánto hayan tardado en adquirir las habilidades del ciclismo y la carrera, lo que puede tardar alrededor de un año. Así pues, los datos que muestra la tabla 7.8 reflejan la práctica mundial, pero no incluyen situaciones especiales en las que los jóvenes comienzan su entrenamiento antes o después.

La etapa inicial, "preparación preliminar", se caracteriza principalmente por las cargas multilaterales, atractivas y no excesivas en las que la armonía entre los ejercicios básicos de técnica y de condición física es de especial importancia (tabla 7.7). Todos estamos de acuerdo en que los niños con capacidades motrices más altas tienen beneficios visibles a la hora de adquirir nuevas habilidades específicas del deporte. Por otro lado, los niños con niveles de condición física inicial más bajos pueden responder de forma más sensible a los estímulos del entrenamiento y en un tiempo dado igualar e incluso sobrepasar a los demás. Por tanto, se necesita un período de entre uno y dos años de preparación preliminar para fortalecer el interés, la motivación y la voluntad para continuar con el entrenamiento en un deporte concreto. La participación en competiciones se recomienda encarecidamente en esta etapa, pero en cantidades razonables y empleando un programa de competición diversificado. El programa de entrenamiento como un todo es de gran importancia para formar y desarrollar las capacidades mentales adecuadas que puedan determinar si la preparación a largo plazo ha de continuar.

Tabla 7.7. *Direcciones principales del entrenamiento en la etapa preliminar para la preparación de deportistas.*

Capacidades	Direcciones principales del entrenamiento
Técnicas	Adquisición de nuevas habilidades generales y específicas del deporte, desarrollo de capacidades de coordinación específicas y generales
Físicas	Desarrollo multilateral de todas las capacidades físicas con especial atención a las demandas específicas del deporte, aumento de la capacidad general de entrenamiento
Tácticas	Conocimiento de las demandas tácticas del deporte seleccionado, adquisición del conocimiento táctico básico y las habilidades técnico-tácticas
Mentales	Consolidación del interés por el deporte seleccionado; formación de una motivación estable y voluntad para continuar con la preparación; adopción de principios morales básicos sobre el "juego limpio", el espíritu de equipo, etc.

La segunda etapa de la preparación deportiva a largo plazo, llamada "especialización inicial", se dedica al desarrollo de habilidades técnicas y capacidades motrices específicas del deporte (tabla 7.8). Éste es el período en el que los jóvenes seleccionan conscientemente las disciplinas y las competiciones más apropiadas. El programa de preparación técnica y física se especializa más; es importante que los deportistas se adapten a los modelos de entrenamiento típicos de ese deporte. La participación en competencias es una parte indispensable de la preparación en general; también ofrece la oportunidad a los entrenadores y los deportistas de valorar los niveles de sus capacidades tácticas y mentales, un importante foco de atención.

La tercera etapa de la preparación a largo plazo, llamada "especialización avanzada", comprende el período en el que los deportistas obtienen la base real de la maestría deportiva. Normalmente, corresponde a la edad en la que los deportistas completan su preparación juvenil y se unen a la población

Tabla 7.8. *Direcciones principales de entrenamiento en la etapa de especialización inicial para la preparación de deportistas.*

Capacidades	Direcciones principales del entrenamiento
Técnicas	Continuación del desarrollo de habilidades específicas del deporte y selección de las disciplinas y las competiciones más favorables, ampliación del repertorio técnico y las capacidades de coordinación
Físicas	Desarrollo más especializado de las capacidades físicas según las demandas específicas del deporte, adaptación básica a las sesiones de entrenamiento típicas de ese deporte
Tácticas	Aprendizaje más profundo de las normas y las tácticas de la competición, perfeccionamiento del conocimiento táctico y las habilidades técnico-tácticas
Mentales	Adquisición de confianza en sí mismos y fuerza de voluntad; formación de una conciencia y una responsabilidad ante las rutinas de entrenamiento y las competiciones; fortalecimiento de la motivación para entrenar y competir en el deporte seleccionado

de deportistas adultos. Como consecuencia, sus capacidades técnicas y físicas han de aproximarse al nivel de las de los adultos cualificados (tabla 7.9). Para corresponder, las cargas de entrenamiento aumentan sustancialmente y pueden aproximarse a las de los deportistas adultos. A pesar del aumento del potencial técnico y motor, los jóvenes en esta etapa aún no han madurado totalmente y hay que restringir el uso de cargas máximas. En particular la administración de ejercicios anaeróbicos glucolíticos de alta intensidad requiere un control completo porque los jóvenes altamente cualificados pueden ser muy ambiciosos en su rutina de entrenamiento, pero no contar con la suficiente experiencia en la autorregulación de las reacciones metabólicas y musculares. Sin embargo, la participación en competiciones es de especial importancia en esta etapa como parte del programa de preparación general y como actividad indispensable para fortalecer la motivación hacia la excelencia deportiva y la adquisición de habilidades extremadamente útiles para el control emocional y la regulación mental. Además, los rasgos personales como la confianza en sí mismos y la fuerza de voluntad no son

Tabla 7.9. *Direcciones principales del entrenamiento en la etapa de especialización avanzada.*

Capacidades	Direcciones principales del entrenamiento
Técnicas	Obtención de la técnica adecuada en las disciplinas y los acontecimientos seleccionados; establecimiento del estilo técnico individual; eliminación de los inconvenientes técnicos individuales
Físicas	Perfeccionamiento de las capacidades físicas específicas del deporte; formación del suficiente potencial motor para las técnicas de movimientos adecuadas e individualizadas
Tácticas	Formación de un estilo táctico y técnico-táctico individual; mejora de la coordinación técnico-táctica
Mentales	Formación de la motivación para alcanzar la excelencia deportiva; perfeccionamiento del control emocional; adquisición de habilidades de regulación mental; mantenimiento de la confianza en sí mismos y la fuerza de voluntad

menos importantes para el éxito deportivo que el adecuado potencial técnico-táctico y motor específico del deporte.

La cuarta etapa de la preparación a largo plazo, si un deportista llega a ella, es la de duración más variable. Para estrellas mundiales como Ivan Klementiev y Lance Armstrong (anteriormente mencionados) esta etapa duró casi veinte años; para la mayoría de los deportistas de alto rendimiento dura entre cuatro y siete años, tiempo durante el cual mejoran su preparación y compiten con una ambición deportiva máxima. Esta etapa es definitivamente el período de mayor creatividad individual; los deportistas con experiencia pueden contribuir conscientemente a sus programas con técnicas de movimientos, buena condición física, tácticas y estrategia y entrenamiento mental (tabla 7.10). Evidentemente, el índice de mejora de las capacidades motrices y técnicas es mucho menor en esta etapa que en las anteriores. Como se desprende de la tabla 7.5, el potencial motor de los deportistas mayores con experiencia mejora principalmente gracias a una mejor utilización.

Tabla 7.10. *Direcciones principales del entrenamiento en la etapa de perfeccionamiento deportivo.*

Capacidades	Direcciones principales del entrenamiento
Técnicas	Perfeccionamiento de la técnica de movimientos, especialmente el estilo individual y las particularidades del deportista
Físicas	Obtención del mayor nivel de las capacidades físicas específicas del deporte y mejora de su empleo de una forma individual adecuadamente seleccionada
Tácticas	Obtención de creatividad táctica, aumento del repertorio técnico-táctico, perfeccionamiento y automatización de las habilidades técnico-tácticas favoritas
Mentales	Compromiso total con la excelencia, obtención del mayor nivel de confianza en sí mismo, autorregulación del control emocional efectivo y dureza mental

Todos estamos de acuerdo en que los deportistas destacados suelen tener personalidades llamativas y brillantes. Los rasgos individuales de estos deportistas se han sometido a investigación.

Estudios. Gould *et al.* (2002) entrevistaron a diez campeones olímpicos y a personas que los conocían muy bien: padres, entrenadores, amigos... Se descubrió que todos los deportistas destacados tenían las siguientes características personales: gran nivel de confianza, optimismo, una adaptabilidad perfecta, inteligencia deportiva y fuerza mental. También tenían capacidades para convivir con la ansiedad y controlarla, para fijarse y conseguir objetivos reales. La comparación de medallistas olímpicos con participantes de menos éxito en los Juegos Olímpicos reveló otros importantes factores de excelencia deportiva: capacidad para reaccionar de forma positiva ante acontecimientos inesperados y numerosas distracciones, adhesión a rutinas de rendimiento, unidad y cohesión de equipo, apoyo de la familia y los amigos (Gould y Carson, 2007).

En conclusión, podemos señalar que los rasgos personales como la confianza, el optimismo y la inteligencia deportiva y factores como el apoyo social, que contribuyen al éxito de los participantes en los Juegos Olímpicos, son también relevantes para la preparación de deportistas en las etapas iniciales, aunque en menor medida.

Fases sensibles en el desarrollo de diferentes capacidades motrices

Los investigadores y los deportistas han comentado que, durante ciertos períodos en la vida de los individuos, éstos se encuentran en condiciones más adecuadas para entrenar ciertas capacidades motrices que en otros momentos. Estos intervalos de tiempo se han llamado "fases sensibles" y se basan en los siguientes hechos fisiológicos:

1. El desarrollo natural de las capacidades físicas (motrices) y las funciones fisiológicas en los niños y los jóvenes no es uniforme; las fases sensibles

posibilitan un progreso más pronunciado y el índice de mejora más favorable de algunas capacidades.

2. Los períodos de aceleración y desaceleración del desarrollo motor para diferentes capacidades no coinciden cronológicamente; algunos “saltan” antes, y otros, más tarde.

La heterogeneidad no uniforme ni cronológica del desarrollo de las diferentes capacidades motrices constituye un fenómeno ampliamente conocido. Sin embargo, el debate sobre la determinación cronológica de las fases sensibles relacionadas con las capacidades motrices específicas sigue abierto. Todos los componentes de la condición física se pueden analizar según diferentes índices que pueden aportar distintas, y a veces contradictorias, tendencias cronológicas. Esto explica la variación de los datos de las diferentes fuentes. Otro enfoque sirve para comparar los efectos inducidos por el entrenamiento en distintas edades. Las fases sensibles según este enfoque aparecen en la figura 7.9.

En general, las fases sensibles están determinadas por el crecimiento, la maduración y las tendencias naturales en el desarrollo del sistema locomotor. El entrenamiento de la actividad física, y sobre todo el que está especialmente organizado, es un factor notable que estimula y aumenta la tendencia física natural. Por ejemplo, el período más favorable para mejorar la coordinación motriz general se encuentra entre los nueve y los doce años. La capacidad de coordinación aumenta con más edad, pero su ritmo de mejora es menor. De modo similar, la flexibilidad aumenta considerablemente más entre los siete y los diez años de edad, cuando la gran elasticidad de tendones, ligamentos y articulaciones es el factor beneficioso para el progreso. Las formas elementales de la velocidad tampoco se desarrollan de modo uniforme; el mayor índice de mejora para la frecuencia máxima de movimientos se produce entre los once y los trece años tanto en los chicos como en las chicas; el tiempo de reacción mejora especialmente entre los nueve y los once años.

La influencia del crecimiento y la maduración es especialmente pronunciada respecto a las capacidades de fuerza. Los logros en los saltos de altura y longitud dependen del potencial muscular de contracción y de la masa corporal. El último componente aumenta más a mediados de la pu-

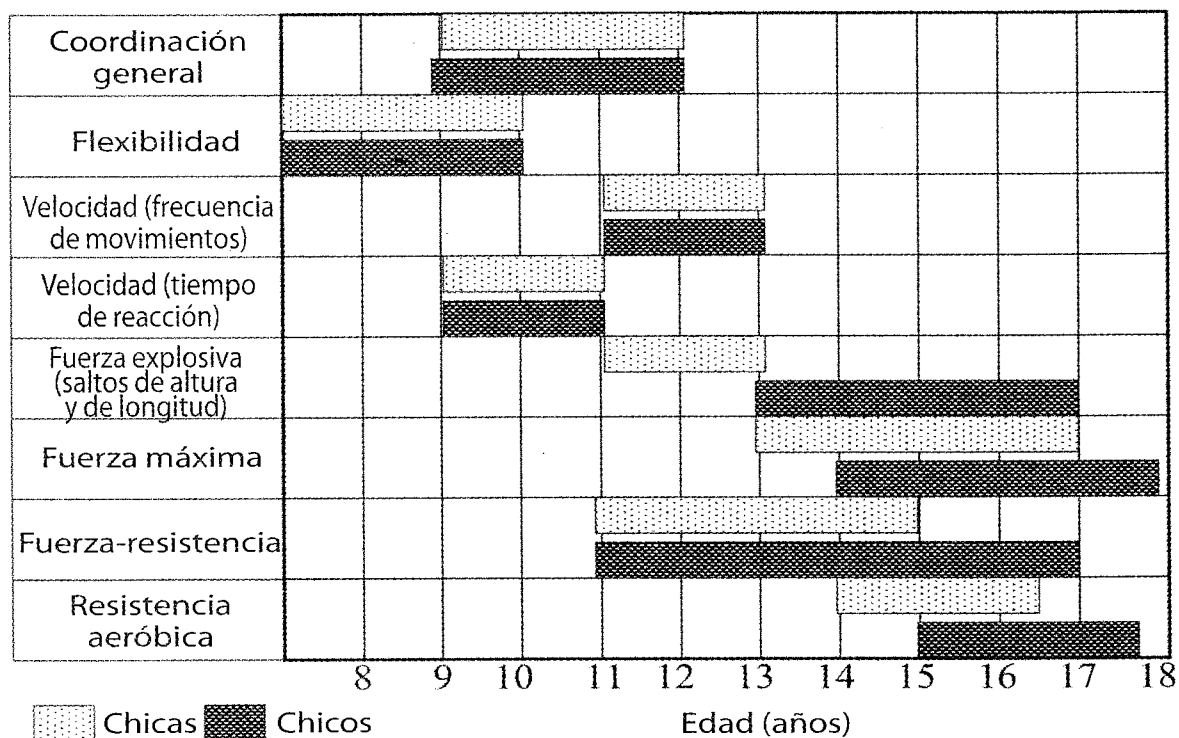


Figura 7.9.

Las fases sensibles en el desarrollo natural de diferentes capacidades motrices (basado en Meinel y Schnabel, 1976; Martin, 1980; Volkov, 1986).

bertad de las chicas entre los trece y los quince años; por tanto, su índice de mejora máximo se produce entre los once y los trece años.

Los chicos obtienen más beneficios de los saltos de altura y longitud en el período comprendido entre los trece y los diecisiete años. La mejora de la fuerza máxima obtenida a mediados y finales de la pubertad se ve directamente afectada por los cambios hormonales (maduración) y el aumento de la masa muscular (crecimiento). Se sabe que la mejora de la fuerza muscular es el resultado de una mejor regulación neural, así como de la hipertrofia muscular. La hipertrofia producida por el entrenamiento es mucho más pronunciada en los adultos que en los chicos a mediados o a finales de la pubertad. Por tanto, la mejora de la regulación neural es la fuente principal del aumento de la fuerza explosiva y la fuerza máxima. La mejora de la adaptación neural también contribuye a la ganancia de fuerza-resisten-

cia. Otros contribuyentes se relacionan con factores metabólicos (aporte energético aeróbico y anaeróbico) y aspectos hormonales. Más específicamente, las hormonas andrógenas (como la testosterona) afectan la generación de potencia anaeróbica y la hipertrofia muscular; su concentración es mucho menor en los niños y comienza a aumentar entre los doce y los trece años en las chicas, y los trece y los catorce años, en los chicos.

Se ha demostrado que la práctica avanzada afecta considerablemente el entrenamiento aeróbico en niños de entre nueve y doce años; sin embargo, los períodos más favorables para el perfeccionamiento de la resistencia aeróbica aparecen en los niños a mitad de la pubertad, a partir de los catorce años en las niñas, y de los quince, en los niños. Los factores que más afectan esta sensibilidad son el aumento del tamaño corporal y sobre todo de la masa muscular, el aumento del volumen cardíaco, el volumen sanguíneo total y la mayor concentración de hemoglobina.

Las fases sensibles se desarrollan de forma activa con los sistemas de entrenamiento con deportistas jóvenes, aunque es necesario tomar las precauciones pedagógicas correspondientes. La alta sensibilidad de los niños y jóvenes puede causar sobrecarga e incluso lesiones. Esto es especialmente relevante al programar ejercicios de potencia y de fuerza máxima.

Identificación de deportistas con talento

En general, el talento de los deportistas se puede definir como una predisposición a la entrenabilidad para ciertas actividades, la cual se considera una propiedad genéticamente transmitida de un individuo. En los deportes, el desarrollo adecuado de los talentos implica la obtención de la excelencia deportiva. Aparentemente, cuanto antes se identifiquen estos talentos, más efectivo puede ser el control de la preparación deportiva y mayor es la posibilidad de crear un deportista de elite. Por tanto, un chico con talento es un deportista con talento en potencia, por lo que su identificación puede basarse en la predicción del talento heredado. Según el enfoque actual (Williams y Franks, 1998; Williams y Reilly, 2000), el talento deportivo está determinado por cuatro factores generalizados: antropométrico, fisiológico, psicológico y sociológico. Cada uno contiene numerosas

características que pueden servir para predecir el potencial talento. Algunas variables antropométricas y fisiológicas dependen en gran medida de la herencia (véase tablas 3.2 y 3.3) y, como tales, no pueden ser compensadas por otros rasgos personales. Así pues, pueden restringir el progreso en ciertos deportes. Muchos rasgos psicológicos de la personalidad se heredan en cierto modo (Plomin *et al.*, 1994; Saudino, 1997) y por tanto pueden ser alterados durante la preparación. Las condiciones sociológicas no dependen de la herencia; esto no significa, sin embargo, que puedan cambiarse fácilmente cuando sea necesario (tabla 7.11).

La identificación de talentos, es decir, de deportistas potencialmente con talento, puede basarse en primer lugar en las predicciones invariables, nor-

Tabla 7.11. Factores que determinan el talento deportivo, sus características y su dependencia de la herencia.

Factores	Características*	Determinación genética*
Constitución y composición corporales	Cuerpo a lo largo: altura, extremidades, pies	Alta
	Cuerpo a lo ancho: hombros, muslos, etc.; masa muscular	Media
	Grasa corporal total	Baja
Fisiológicos	Potencia anaeróbica aláctica Lactato sanguíneo máximo Orientación espacial	Alta
	Potencia anaeróbica glucolítica Fuerza-resistencia (resistencia a la acidez) Flexibilidad	Media

Psicológicos	Confianza en uno mismo Control de la ansiedad Motivación Concentración	Media-baja
Sociológicos	Apoyo familiar Trasfondo socioeconómico Trasfondo cultural Interacción entre el chico y el entrenador	Sin dependencia de la herencia

* Véase también tablas 3.2, 3.3 y 3.4.

malmente asociadas a factores antropométricos y fisiológicos. Este enfoque conduce al desarrollo de una “herramienta” práctica, las llamadas características modelo, que describen las combinaciones favorables de valoraciones antropométricas y fisiológicas para las diferentes categorías de edad (Bulgakova, 1986). Estas características se emplearon para identificar a los candidatos con más posibilidades de beneficiarse del entrenamiento más especializado. La limitación principal de esta evaluación se encuentra en los diferentes niveles de maduración de los niños que son examinados y valorados durante la detección de talentos. Los niños con índices de maduración más bajos pueden parecer inferiores a sus compañeros más maduros, aunque tal vez tengan mayor potencial para un futuro progreso.

Merece una mención especial la determinación de las combinaciones más favorables de los valores antropométricos y fisiológicos para diferentes edades. Estos modelos relacionados con la edad pueden crearse mediante la investigación longitudinal prospectiva de un gran grupo de deportistas en el que un subgrupo sea de elite. Los datos de los deportistas registrados en diferentes períodos pueden emplearse como características modelo para las correspondientes categorías de edades. Es obvio que la organización de un estudio así, que llevaría varios años, parece difícil y problemática, pero se han realizado proyectos de investigación a largo plazo (Vorontsov *et al.*, 1999; Falk *et al.*, 2003). Son más usuales los estudios transversales que comparan a jóvenes con más éxito y menos éxito, y cuyos resultados se em-

plean para revelar especificidades sobre deportistas hipotéticamente con talentos.

Estudio de caso y ejemplo. Trescientos veinte nadadores con edades comprendidas entre los once y los dieciocho años participaron en el USA Select Program y fueron examinados respecto a su edad biológica, su estatus antropométrico, su potencia y fuerza muscular, sus capacidades específicas de la natación y su tiempo de rendimiento. Los resultados mostraron que los mejores deportistas a edades más tempranas suelen ser más maduros que sus similares con menos éxito, mientras que los favoritos de más edad suelen madurar en el momento adecuado (el 80% del equipo nacional de Estados Unidos) o más tarde (el 18 % del equipo). Los autores sugieren que los deportistas de alto rendimiento que maduran tarde tienen más posibilidades de permanecer en el mundo de ese deporte durante más tiempo (Troup *et al.*, 1991).

Otro modo de enfocar este problema consiste en hacer estudios retrospectivos en los que el desarrollo de los deportistas destacados se analiza cuidadosamente según su rendimiento, los cambios de talla, etc. El número de características disponibles para el análisis retrospectivo suele ser limitado, pero los beneficios de estos estudios son obvios: éste es el único modo de reconstruir el progreso deportivo de los campeones olímpicos y mundiales desde su infancia hasta el podio.

En las últimas décadas se han realizado muchos proyectos de investigación con el fin de desarrollar modelos multidimensionales de los deportistas con talento en diferentes deportes. Estos modelos recogen muchas características

Estudio de caso. Treinta y cinco remadores de canoa y kayak que formaron parte del equipo nacional de la URSS y ganaron medallas en los Juegos Olímpicos y en campeonatos mundiales durante los ocho años anteriores a este estudio fueron entrevistados con respecto a los resultados oficiales de su rendimiento a edades comprendidas entre los 14 y los 15 años, período correspondiente al final del primer año de su preparación a largo plazo (los que comenzaron su preparación más tarde fueron excluidos del análisis).

Los datos recogidos fueron sometidos a un análisis estadístico y se calculó la tendencia media del rendimiento de remadores de elite (figura 7.10). A pesar de la mejora sustancial de los remadores en las dos décadas desde que se comenzó el estudio, los resultados de los deportistas destacados en las primeras etapas de su preparación siguen siendo relevantes hoy en día para la evaluación del talento en los deportistas jóvenes (Sozin, 1986).

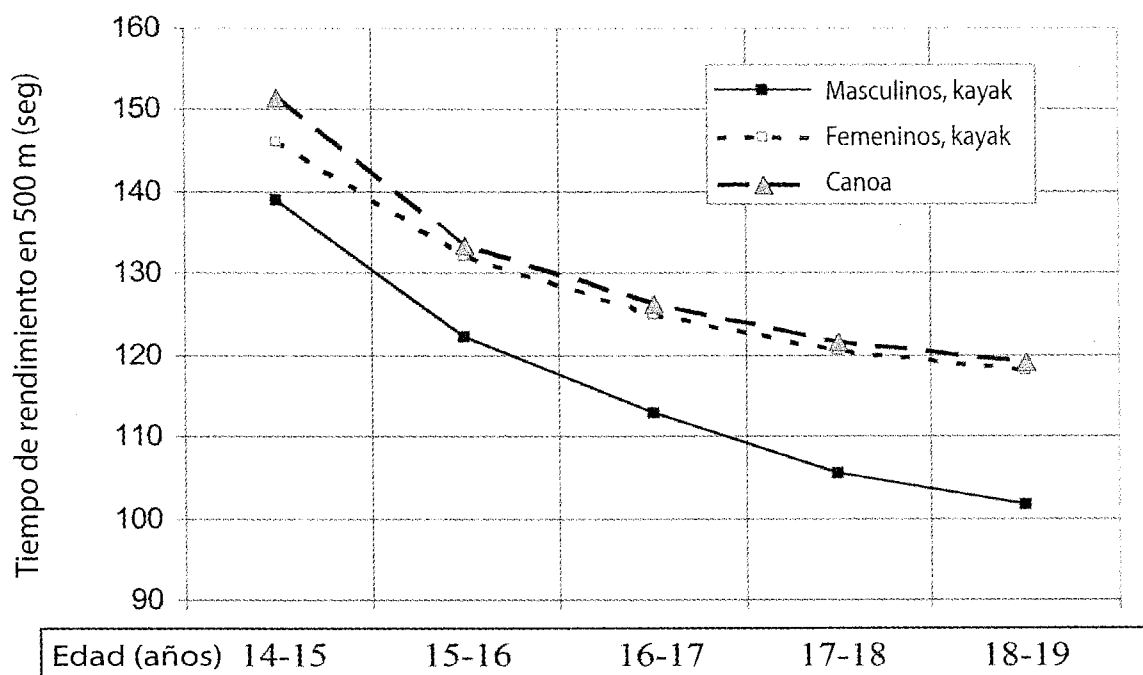


Figura 7.10.

Tendencia del rendimiento de remadores de canoa y kayak muy exitosos que puede emplearse para identificar el talento en los jóvenes de la actualidad (adaptado de Sozin, 1986).

sobre la constitución corporal, la condición física, etc., y posibilitan la comparación de niños reales con "candidatos virtuales para la excelencia futura" en un deporte concreto (véase, por ejemplo, las publicaciones de Arnot y Gaines, 1986, y Brown, 2001, en las que se encuentran estos datos).

Se puede recomendar otro enfoque general a un entrenador en cualquiera de los muchos deportes como parte de la preparación inicial de los

jóvenes. Este enfoque se basa en el supuesto de que el talento se compone de dos elementos principales: una predisposición a cierta actividad deportiva y una entrenabilidad para sus cargas correspondientes (figura 7.11). Además, estos elementos determinan el efecto de la preparación inicial: una predisposición para ciertos deportes afecta el *nivel inicial* de la condición física principal (velocidad, resistencia, agilidad, etc.), mientras que la entrenabilidad, el segundo elemento, determina el *índice de mejora* del desarrollo durante la preparación inicial. Este supuesto tiene muchas restricciones: la predisposición para un deporte no es lo único que determina el nivel de la condición física que se puede examinar; la experiencia previa en esta actividad (entrenamiento preliminar, conocimiento de las pruebas, etc.) también afecta enormemente los resultados de los exámenes iniciales.

La segunda restricción se refiere al índice de mejora durante la preparación inicial, el cual depende no sólo de la entrenabilidad de un individuo, sino también de la calidad de la preparación. Esta restricción es relevante cuando se compara el progreso de los deportistas que entrenan en condiciones diferentes con distintos entrenadores. Sin embargo, para el en-

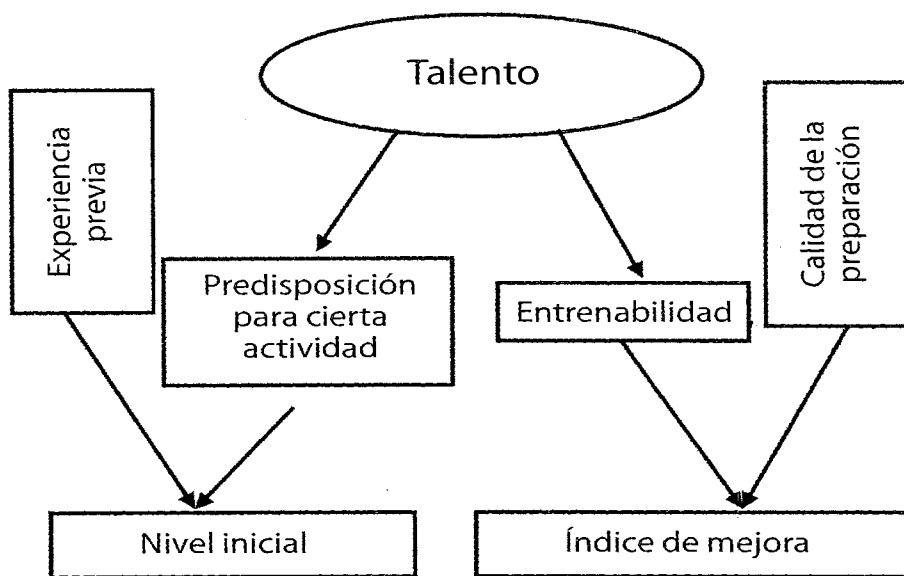


Figura 7.11. *El talento como el factor generalizado, aunque no el único, para determinar el nivel inicial y el índice de mejora durante la preparación deportiva inicial.*

Ejemplo. Imaginemos que se examina la condición física en natación de un grupo de niños de ocho años. Algunos miembros del grupo ya tienen experiencia con el agua (práctica con compañeros o miembros mayores de la familia, juegos en aguas poco profundas, etc.); otros han aprendido algo y más o menos están acostumbrados a moverse en el agua; los restantes no tienen experiencia alguna. Evidentemente, el comportamiento de estos niños en el agua será muy diferente y la experiencia previa afectará los resultados mucho más que la predisposición real de los niños para la natación de competición.

trenamiento de deportistas en un grupo con el mismo entrenador, el índice de mejora de los resultados refleja la entrenabilidad de forma adecuada.

Basándose en este llamado “enfoque dual” para el talento, la identificación comprende el nivel inicial de evaluación de la condición física específica del deporte y su índice de mejora durante la preparación inicial. Este diagnóstico se implementó primero en deportes de balón principalmente por necesidades prácticas (Bril, 1980). La lógica general del enfoque dual se muestra en la figura 7.12.

Hemos de resaltar algo más en relación con la duración óptima de la preparación necesaria para evaluar el índice de mejora, es decir, la entrenabilidad de deportistas jóvenes. No existe una respuesta inequívoca para esta pregunta y hay que tener en cuenta las siguientes circunstancias en relación con este asunto:

1. La absoluta incompetencia de algunos individuos para deportes específicos puede reconocerse rápidamente (candidatos muy altos o pesados para gimnasia rítmica; chicos de baja estatura para el baloncesto, etc.).
2. Los candidatos sin ningún talento pueden ser reconocidos durante una preparación preliminar relativamente corta de tres a cuatro meses.
3. El diagnóstico del talento en deportes de potencia y velocidad máximas requiere un período relativamente corto, alrededor de un año.
4. La identificación de niños con talento en deportes de alta coordinación (gimnasia rítmica, patinaje artístico, etc.) está muy restringida por las circunstancias de la preparación inicial, la cual suele ser más temprana que

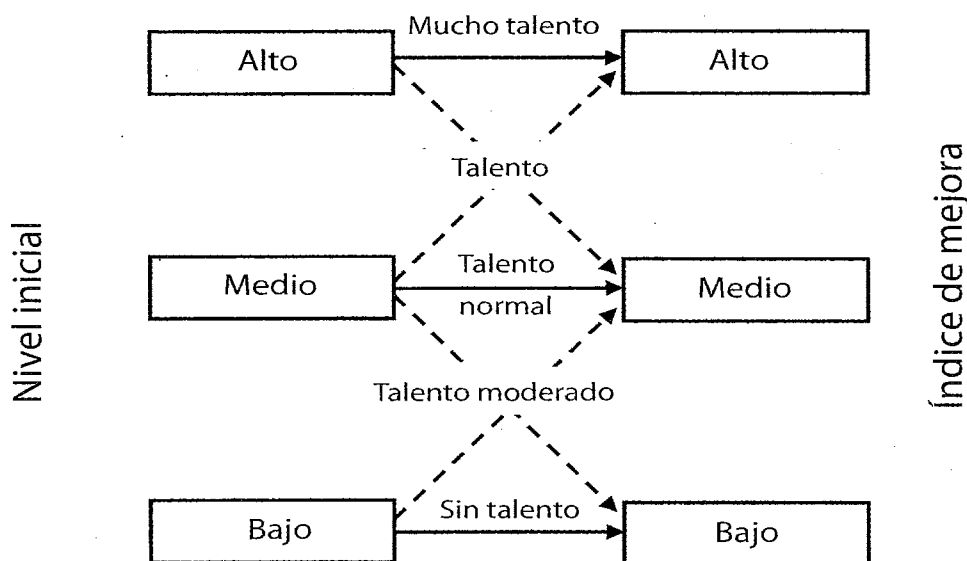


Figura 7.12. *Enfoque dual para la identificación de niños con talento basado en el nivel inicial de evaluación de la condición física específica del deporte y su índice de mejora durante la preparación inicial (basado en Brill, 1980; modificaciones del autor).*

en otros deportes (figura 7.8). El proceso de evaluación dura entre uno y dos años.

5. En los deportes de balón, en los que los niños comienzan su preparación sistemática relativamente más tarde (figura 7.8), los candidatos con mucho talento se pueden identificar con relativa rapidez (dos o tres meses), pero este proceso requiere usualmente alrededor de un año.
6. Quizás el período más largo para la identificación del talento es necesario en los deportes de resistencia, en los que muchos deportistas mundiales aparecen como potenciales deportistas de elite en potencia después de tres a cuatro años de preparación sistemática.

El último punto se refiere al componente genético del talento deportivo. Evidentemente, no hay que infravalorar su importancia. Visto desde este ángulo, el interés de un entrenador por la historia deportiva de la familia y los logros de los familiares mayores de un principiante es razonable a la

Pruebas genéticas. Basándose en los resultados de los estudios sobre dos jóvenes gemelos adultos, se encontró que la contribución de los factores relacionados con la herencia a la respuesta al entrenamiento en un programa de resistencia es diferente en las primeras y en las últimas etapas de la preparación. La preparación inicial depende menos de la herencia; sin embargo, como los deportistas progresan y las cargas aumentan, el control genético de su respuesta al entrenamiento es cada vez mucho más fuerte (Bouchard *et al.*, 2000). Esta característica de las respuestas al entrenamiento explica en parte por qué muchos deportistas dotados para la resistencia no son reconocidos de forma efectiva en la primera etapa de su preparación.

vez que deseable. Sólo unos pocos padres de deportistas destacados habían sido campeones (tabla 3.1), pero la mayoría de ellos nacieron y crecieron en familias con personas físicamente activas y con orientaciones deportivas.

Resumen

Se ha considerado la preparación deportiva a largo plazo en relación con ciclos de entrenamiento relativamente largos (anual y cuatrienal), la preparación multianual de adultos y la preparación multianual de jóvenes deportistas. Las bases de la recopilación del ciclo anual son: establecimiento de objetivos y metas, secuenciación de los pasos principales del diseño del plan anual y tendencias generales de la recopilación de las cargas. Todos estos temas se tratan según el concepto de la periodización en bloques. Se otorga especial atención a las tendencias de la temporada en las cargas de entrenamiento dentro del ciclo anual de preparación (tabla 7.3). Las particularidades del programa cuatrienal se ofrecen relacionadas con la preparación de deportistas altamente cualificados. Se presta mucha atención a la tendencia de la carga en la preparación de deportistas mayores con experiencia y sus similares más jóvenes. El problema de la longevidad deportiva se analiza brevemente con respecto a las características de deportistas de más edad y experiencia (tabla 7.5). La tendencia típica de las cargas del entrenamiento anual se presentan con un estudio del caso del muchas veces campeón mundial y olímpico Ivan Klementiev (Letonia), mientras que los cambios fisiológicos durante la preparación a largo plazo se abordan basándose en un estudio del caso del campeón mundial y siete veces campeón del Tour de Francia Lance Armstrong (Estados Unidos). Se presupone que muchos deportistas mayores se acercan a sus límites biológicos pero continúan rindiendo de forma sobresaliente y hasta mejoran sus resultados deportivos. La fuente de este progreso individual puede atribuirse a la mejor utilización de sus capacidades motrices y fisiológicas, en la que la creatividad individual, la confianza en sí mismos y la sabiduría deportiva desempeñan un inmenso papel.

El enfoque habitual de la preparación deportiva a largo plazo propone la distinción de cuatro etapas diferentes: preparación preliminar, especialización inicial, especialización avanzada y perfección deportiva. Cada una de ellas se caracteriza por la combinación adecuada de la duración de la etapa, la frecuencia y la duración de los entrenamientos, el volumen de entrenamiento al año y otras variables específicas del deporte. Las particularidades físicas, técnicas, tácticas y mentales de cada etapa se resumen y consideran de forma general (tablas 7.7 a 7.10).

Si hablamos de maduración biológica, el concepto de fases sensibles es de especial importancia. De acuerdo con este concepto, existen períodos en las vidas de los individuos en que los deportistas jóvenes son más “entrenables” para ciertas capacidades motrices que en otros períodos. Como consecuencia, los períodos de respuestas al entrenamiento más favorables pueden explotarse para obtener un desarrollo más consciente y beneficioso (figura 7.9). Se otorga especial atención a la identificación de jóvenes deportistas con talento porque la temprana identificación del talento permite un control más efectivo de la preparación de estos deportistas. Se han considerado enfoques prospectivos y retrospectivos para determinar indicadores válidos e informativos. Con fines prácticos y para la valoración general de talentos, se recomienda que se evalúe el nivel inicial de la condición física específica del deporte como característica de una predisposición respecto a un deporte concreto, y el índice de mejora de las capacidades deportivas durante la preparación inicial como indicador de la entrenabilidad. El esquema de la figura 7.12 hace posible que se valore el talento deportivo en general.

Bibliografía

- Arnot, A., Gaines, Ch. (1986). *Sports talent*. N.Y., Penguin Books.
- Arkajev, L., Suchilin, N. (2004). How to prepare champions. Theory and technology of preparation the highly qualified gymnasts. Moscow, Fizkultura i sport.
- Armstrong, L. (2000). It's not about the bike. New York, Putman ["Mi vuelta a la vida: cómo gané el Tour después de superar el cáncer". Traducción de Daniel Menezo; Barcelona, Círculo de Lectores, (2002)].
- Bouchard, C., Wolfarth, B., Rivera, M.A. et al. (2000). Genetic determinants of endurance performance. En: Shephard R.J., Åstrand P.-O. (Ed.). *Endurance in Sport. Voll. II of the Encyclopedia of Sports Medicine*. 2° ed. Oxford, Blackwell Science, págs. 233-244.
- Bril, M. (1980). *Selection in ball games*. Moscow, Fizkultura i sport.
- Brown, J. (2001). *Sports talent. How to identify and develop outstanding athletes*. Champaign, IL, Human Kinetics.
- Bulgakova, N. (1986). *Selection and preparation of young swimmers*. Moscow, Fizkultura i sport.
- Coyle, E. (2005). Improved muscular efficiency displayed as Tour de France champion matures. *J Appl Physiol* 98: 2191-2196.
- Flak, B., Lidor, R., Lander, Y. et al. (2003). Talent identification and early development of the elite water-polo players: a 2-year follow-up study. *J Sports Sciences* 22: 347-355.
- Gould, D., Carson, S. (2007). Psychological preparation in sport. En: Blumenshtein B., Lidor R., Tenenbaum G. (Eds.). *Psychology of Sport Training*. Oxford, Mayer & Mayer Sport Ltd., págs. 115-136.
- Issurin, V. (1994). General concept of preparing young kayakers. En: Issurin, V., Dotan, R. (Eds.). *The science and practice of training junior kayak/canoe paddlers*. Proceedings of the International Seminar on Kayak, Israel, págs. 7-22.
- Klementiev, I. (1994). Long-term preparation from the beginner to the champion level. En: Issurin, V., Dotan, R. (Eds.). *The science and practice of training junior kayak/canoe paddlers*. Proceedings of the International Seminar on Kayak, Israel, págs. 85-100.
- Martin, D. (1980). *Grundlagen der Trainingslehre*. Schorndorf, Verlag Karl Hoffmann.
- Meinel, K., Schnabel, G. (1976). *Bewegungslehre*. Berlin, Volk und Wissen.
- Padilla, S., Mujika, I., Angulo, F., Goiriena, J. (2000). Scientific approach to the 1-h cycling World record: a case study. *J Appl Physiol* 89: 1522-1527.
- Platonov, V., Sakhnovsky, K. (1988). *Preparation of young athlete*. Kiev, "Radianska shkola".

- Plomin, R., Owen, M.J., McGuffin, P. (1994). The genetic basis of complex human behaviors. *Science* 264, 1733-1739.
- Saudino, K.J. (1997). Moving beyond heritability questions: New directions in behavioral genetic studies of personality. *Current Directives in Psychological Science* 4, 86-90.
- Sozin, Y. (1986). *Selection of canoe-kayak paddlers within different stages of long-term preparation*. Thesis of Ph.D. dissertation. Kiev, State Sport University.
- Troup *et al.* (1991). Growth and developmental changes of the age-group swimmers. En: *Studies by the International Center for Aquatic Research*. Colorado Springs, US Swimming Press, págs. 25-33.
- Volkov, N. (1986). Biochemistry of sport. En: Menshikov V., Volkov, N. (Eds.). *Biochemistry*. Moscow, Fizkultura i sport, págs. 267-381.
- Vorontsov, A.R., Dyrco, V.V., Binevsky, D.A. *et al.* (1999). Patterns of growth for some characteristics of physical development, functional and motor abilities in boy-swimmers 11-18 years. En: Keskinen, K., Komi, P., Hollander, P. (Eds.). *Bio-mechanics and Medicine in Swimming VIII*. University of Jyväskylä, Finland, págs. 327-334.
- Willimas, A., Franks, A. (1998). Talent identification in soccer. *Sports. Exercise and Injury* 4, 159-165.
- Williams y Reilly (2000). Talent identification and development in soccer. *J Sports Sciences* 18: 657-667.



SECCIÓN

3

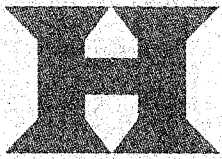


INTENSIFICACIÓN
DEL
ENTRENAMIENTO





MODELIZACIÓN DE LA
PLANIFICACIÓN,
LA EVALUACIÓN Y
LA GUÍA DEL
ENTRENAMIENTO



ace cuatro décadas un joven científico deportivo de Moscú, Vladimir Zartsiorsky, publicó el libro *Cybernetics, Mathematics, Sport* en el cual introdujo nuevas ideas sobre el control del entrenamiento y explicó su implementación práctica (Zatsiorsky, 1969). Desde entonces se ha adoptado la modelización

como un término y un concepto en la teoría del entrenamiento deportivo y ha atendido satisfactoriamente muchas necesidades prácticas. Ahora se entiende la modelización como el camino y el método de simular el estado de un deportista, el rendimiento deportivo y el proceso del entrenamiento utilizando descripciones formalizadas, esquemas lógicos, programas de ordenador o incluso tareas prácticas adecuadas. Este capítulo pretende presentar y considerar enfoques más exhaustivos y prácticos de la actualidad para ayudar a perfeccionar la preparación de deportistas.

MODELO GENERAL PARA LA PREPARACIÓN DE DEPORTISTAS

El proceso completo de la preparación de deportistas durante un determinado espacio de tiempo se presenta como un modelo simplificado de tres niveles (figura 8.1).

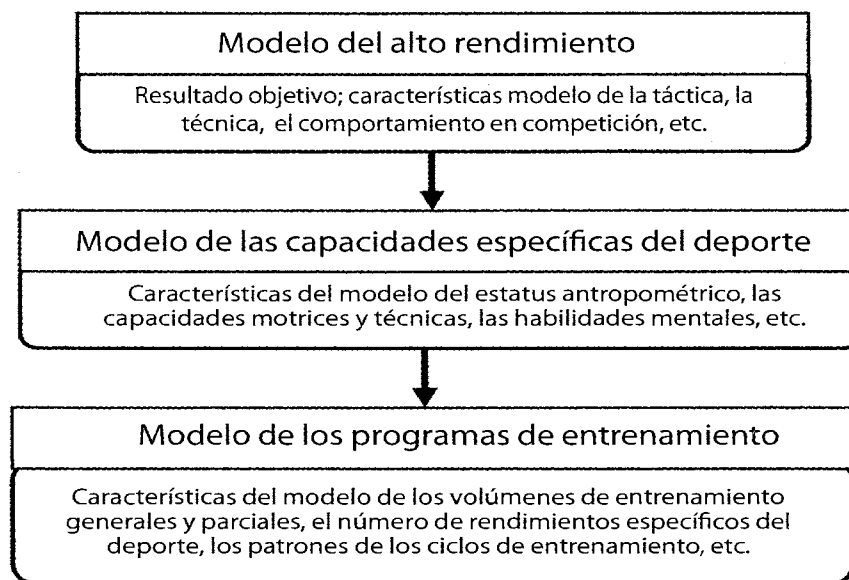


Figura 8.1. *Modelo generalizado de tres niveles para la preparación de deportistas (basado en Kuznetsov et al., 1976; modificación propia).*

Este modelo de tres niveles se puede recopilar y especificar para subgrupos específicos de deportistas de similar preparación, por ejemplo, un equipo nacional de corredores de media distancia. Otra aplicación puede ser la recopilación de un modelo individual para un deportista específico teniendo en cuenta sus particularidades personales y las demandas específicas de la competición. En ambos casos, el nivel superior del modelo describe el alto rendimiento e incluye el resultado objetivo (en deportes que se pueden medir), las características detalladas del rendimiento óptimo, las características cuantitativas del modelo de la táctica, las variables técnicas y el comportamiento en competición. Un modelo individual debe incluir el equipamiento personal, el calentamiento previo a la competición, el comportamiento protocolario antes y después del rendimiento (vuelta a la calma, etc.). El nivel medio de este esquema presenta las capacidades necesarias específicas del deporte para obtener el rendimiento planificado (propuesto). Este nivel contiene las características cuantitativas del modelo del estatus antropométrico, las capacidades motrices y técnicas, y la obtención de lo que asegurará el rendimiento planificado. El nivel medio del modelo también comprende las habilidades mentales y el conocimiento requerido de las normas, los métodos de entrenamiento, las condiciones de las competiciones, etc. El nivel inferior de la figura 8.1 contiene un modelo de los programas de entrenamiento que resume, ante todo, las características más relevantes de la preparación, por ejemplo, los volúmenes totales y parciales de entrenamiento anual, el número de rendimientos en competición, los patrones de mesociclos y microciclos, e incluso las sesiones de entrenamiento. También se deberían tener en cuenta los programas de recuperación activa como la relajación mental, los suplementos nutricionales, los masajes y otros medios de recuperación.

A mediados de la década de 1980, las ideas de la modelización se hicieron muy populares entre los entrenadores profesionales. La lógica general del enfoque de la modelización se puede expresar mediante el esquema de la figura 8.2.

El "estado inicial" de un deportista, grupo o equipo se evalúa y analiza en relación con el nivel requerido, limitando los factores y las reservas disponibles. El "modelo" se desarrolla sobre la base de este análisis. El llamado "modelo ideal" se puede proponer sin especificar términos concretos de

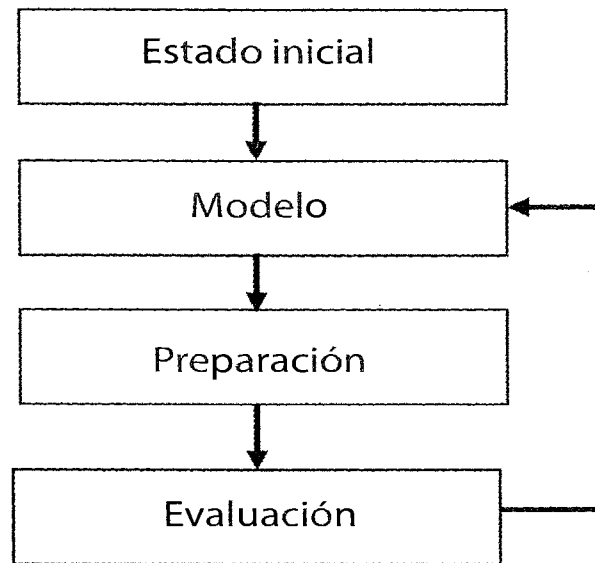


Figura 8.2. *Presentación general del enfoque de la modelización en la planificación y guía de la preparación de deportistas.*

realización, pero suele estar orientado a un período de preparación concreto, normalmente para cada ciclo anual. La “preparación” consiste en darse cuenta de los diferentes aspectos del modelo propuesto, en el que se emplean evaluaciones para corregir el programa siguiendo las desviaciones. La “evaluación”, como parte final sirve para comparar el estado y el nivel de la preparación obtenida con el modelo propuesto. De manera realista, dicha comparación puede producir una de tres posibles situaciones:

1. El estado obtenido se corresponde completamente con el modelo propuesto. Esta situación es extremadamente rara, y, si se consigue, el entrenador se merece muchos cumplidos y felicitaciones.
2. El estado del deportista corresponde en general al modelo propuesto, pero no se obtiene el resultado esperado (puesto en la competición, medalla, etc.). En este caso, el modelo se debería revisar radicalmente tomando en consideración nuevos hechos y pruebas; en consecuencia, el programa de preparación debería corregirse también.

3. El estado del deportista es inferior al modelo propuesto. En este caso, el programa de preparación y en particular su implementación se habrían de volver a examinar de forma crítica.

Normalmente son necesarias correcciones apropiadas tanto del programa como de su realización.

MODELO PARA EL ALTO RENDIMIENTO

El modelo para el alto rendimiento se puede desarrollar para deportistas individuales, para un grupo de deportistas de nivel similar y en la misma competición o prueba, y para un equipo. Obviamente, los modelos para el alto rendimiento difieren para los deportes individuales y los colectivos. En ambos casos el modelo se debe basar en tres elementos: a) un objetivo real con una preparación multianual (puesto mundial o nacional, ganar una medalla, clasificación olímpica, etc.); b) las características del nivel pronosticado y del rendimiento, que proporcionan el objetivo a conseguir, y c) las características del nivel actual del individuo o del equipo. Ilustremos el enfoque del modelo mediante ejemplos en diversos deportes.

Deportes individuales

No sería una exageración afirmar que todos los deportistas de elite en los deportes individuales tienen y ejecutan sus propios rendimientos deportivos con un modelo ideal específico. Sin embargo, esto no significa que se formularan y describieran conscientemente estos modelos. Muchos deportistas con experiencia tienen una imagen virtual clara del rendimiento ideal y no sienten la necesidad de formularla. No obstante, esta descripción sistemática es deseable; en el peor de los casos esto no perjudicaría el rendimiento, y en el mejor de los casos puede ser muy útil para la preparación mental y física. El enfoque general de la modelización para el alto rendimiento se presenta en la tabla 8.1.

Ya hemos observado que los deportistas con experiencia conocen muy bien el programa del comportamiento durante la competición, pero no se

Tabla 8.1.

Componentes y contenido de un modelo para el alto rendimiento: enfoque general.

Componente	Contenido	Comentarios
Calentamiento previo a la competición	Combinación minuciosamente prescrita y aprobada de ejercicios y tareas tecnicotácticas	El protocolo incluye la aprobación del equipo personal y de las condiciones disponibles
Comportamiento entre el calentamiento y el rendimiento	Secuencia estrictamente prescrita de los procedimientos de descanso, relajación y activación, puesta a punto personal	Se debe definir de forma adecuada el ritmo, el contenido y las personas que ayudan
El rendimiento en sí mismo	Descripción clara y detallada de cada parte del rendimiento, incluidos los indicadores objetivos	El modelo individual también puede incluir señales subjetivas
Vuelta a la calma	Descripción clara del programa de vuelta a la calma y recuperación después de la competición (masaje, bebida, etc.)	Esto es muy importante para los deportistas que afrontan varios rendimientos-competiciones durante un día o más en una competición concreta

puede subestimar la influencia del estrés emocional, particularmente en torneos muy importantes. A veces, en condiciones de estrés emocional, a los competidores se les puede escapar muchos detalles, cosas que no pasarían en una situación normal y cómoda.

Un modelo para el alto rendimiento es de suma importancia por sí mismo. En condiciones normales permite a los deportistas utilizar su potencial deportivo al máximo. Como norma general, el modelo para el alto rendimiento debería ser tan determinante como posible o realizable. Por ello, en deportes en los que los deportistas no tienen interacción inmediata con sus

opponentes durante el rendimiento (como natación, remo, patinaje artístico, etc.), el modelo se puede prescribir de forma estricta. Ilustrémoslo con un ejemplo de una prueba de canoas en aguas tranquilas.

Estudio de caso. Se controló a un remero de kayak a nivel mundial durante su preparación a largo plazo para los Juegos Olímpicos de Atenas de 2004. Se diseñó minuciosamente su modelo para el alto rendimiento para 1.000 metros de kayak individual a fin de conseguir el resultado pronosticado, y se calculó para condiciones meteorológicas óptimas y velocidades adecuadas (tabla 8.2). El patrón del ritmo de remada (RR) propuesto se desarrolló basándose en las particularidades individuales tecnicotácticas del deportista (figura 8.3). Se comparó el modelo con los actuales patrones de carrera. El rendimiento en el campeonato mundial de 2002 tuvo un RR excesivo en la salida (el deportista no consiguió generar suficiente potencia de remada); el rendimiento en la regata en el Preolímpico de Atenas estuvo cerca del modelo; el rendimiento en los Juegos Olímpicos de Atenas mostró un RR muy alto en la primera mitad y una drástica disminución de éste en el tercer cuarto. La mejor realización del modelo, el mejor resultado y el mejor puesto personal (medalla de oro) se obtuvieron en la regata preolímpica. Por ello, se verificó el modelo para el alto rendimiento en varias competiciones (basado en Issurin, 2005a).

Tabla 8.2. *Modelo para el alto rendimiento de un remero de kayak a nivel mundial en una competición de 1.000 metros de kayak individual.*

Características del rendimiento	Factores que influyen	Valores propuestos
Tiempo del rendimiento (min, seg)	Tendencia mundial de los resultados entre los deportistas de elite durante los últimos cinco años, rendimiento potencial de R.Y.	3:28,5
Tiempos para tramos de 250 m (seg)	Movillización adecuada de las capacidades fisiológicas y biomecánicas del deportista	50,6 - 52,5 52,8 - 52,6
Patrón del ritmo de remada	Condiciones previas biomecánicas individuales de la aplicación de la potencia sobre toda la distancia de la prueba	138 - 111 remadas/min (véase gráfico)

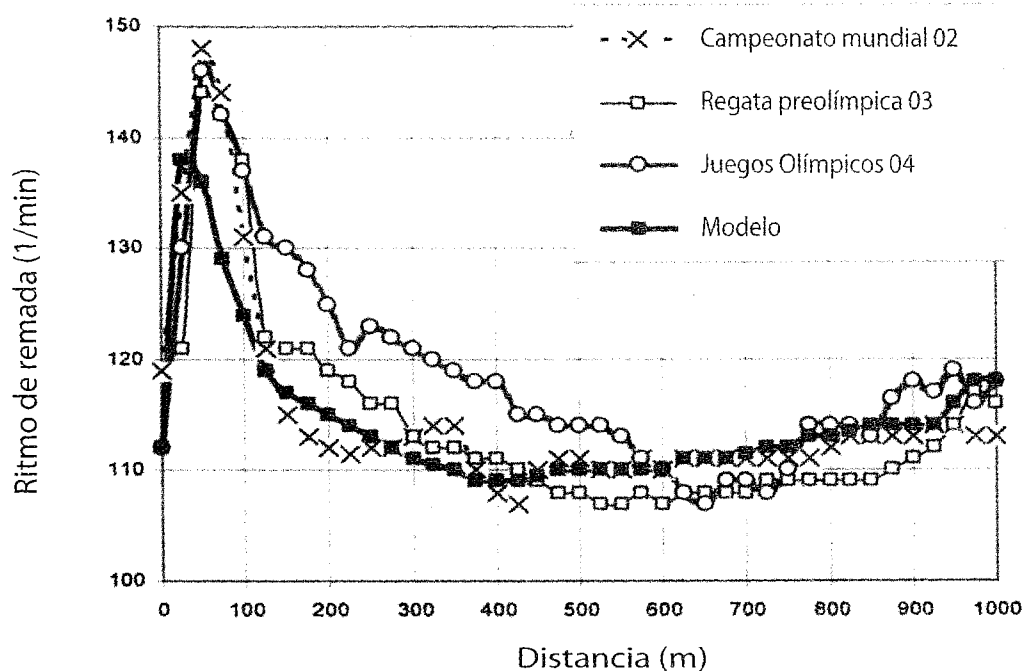


Figura 8.3. *Modelo para el alto rendimiento y su realización: patrones del ritmo de remada del remero de kayak a nivel mundial en una distancia de 1.000 m; la mejor correspondencia con el modelo se obtuvo en la regata preolímpica (Issurin, 2005a).*

Hemos de resaltar que la efectividad de la modelización depende directamente de dos factores relevantes: a) la precisión y la realización del modelo de rendimiento propuesto, y b) la precisión y la realización del análisis de la competición que hace posible estimar cómo se realizó el modelo.

Ejemplo. Desde 1994 se graban y analizan todas las carreras de semifinales y finales de las competiciones de natación de alto nivel, como el campeonato del mundo, los Juegos Olímpicos y los campeonatos europeos, respecto a las características más significativas del rendimiento: tiempos de salida y vueltas, velocidad promedio, ritmo de brazada y longitud del impulso en cada largo de la distancia, etc. (Haljand, 1997). Después de la competición, los participantes reciben un informe completo. Utilizando los datos de los ganadores, pueden recopilar un modelo ideal de rendimiento, y comparando sus propios tiempos con el modelo pueden revelar reservas ocultas y dirigir su futura preparación.

Deportes de equipo

Es obvio que los modelos para el alto rendimiento en deportes de equipo son más complejos y, especialmente en los deportes de balón, menos determinantes. De esta manera, constituye un desafío genuino construir un escenario que pueda tener en cuenta las acciones impredecibles de los oponentes. No obstante, el enfoque general del modelo (tabla 8.1) también podría ser apropiado para deportes de equipo.

Hemos de destacar que en los deportes de equipo, en los que las interacciones de grupo e individuales son de especial importancia, los modelos de calentamiento antes de la competición y el comportamiento en competición adecuado pueden contribuir enormemente a un rendimiento satisfactorio. Se muestra un ejemplo de un calentamiento propuesto antes de un partido de fútbol (tabla 8.3).

Tabla 8.3.

Calentamiento típico propuesto antes de un partido de fútbol para equipos profesionales o semiprofesionales (basado en Bangsbo, 1994).

Duración (min)	Contenido	Margen de la FC (lat/min)	Comentarios
4-5	Trotar, ejercicios para todo el cuerpo en movimiento y en el sitio. Serie de ejercicios de estiramientos suaves	80-100	Normalmente realizado de forma individual
3-4	Ejercicios para los principales grupos musculares empleados en el deporte; segunda serie de ejercicios de estiramientos	90-110	Se puede realizar en pequeños grupos
4-5	Ejercicios con el balón en parejas; pasar, regatear, etc. Serie de ejercicios de estiramientos suaves	110-130	Un balón por cada pareja de jugadores

4-5	Los jugadores juegan en pequeños grupos: cuatro contra dos, tres contra tres... Serie de ejercicios de estiramientos suaves	130-150	Se realiza bajo la supervisión del entrenador
4-5	Un juego en espacio reducido de 6 contra 6 con tiro a portería	166-190	La parte más estresante del calentamiento

El modelado del calentamiento similar al presentado y los comportamientos prepartido o entrenamiento aumentan la estabilidad y reducen la tensión emocional en deportes de prestación estética de alta coordinación. Los rendimientos en equipo en deportes estéticos (gimnasia rítmica, natación sincronizada, patinaje artístico) se caracterizan por una alta complejidad y un alto riesgo de errores. Pero, a diferencia de los rendimientos en los deportes de balón, se programan de forma estricta. Por ello, la modelización para el alto rendimiento es una parte obligatoria de su proceso de preparación. Se muestra un algoritmo general del modelo para el alto rendimiento en estos deportes que muestra como ejemplo la natación sincronizada (tabla 8.4).

Tabla 8.4. *Algoritmo general del modelo para el alto rendimiento en los deportes estéticos: pruebas en pareja o grupo en natación sincronizada (basado en Issurin, 2005a).*

Secuencia de las operaciones	Ejemplos	Comentarios
Planteamiento de una idea general del rendimiento	"Circo", "Carnaval de Venecia", "Belleza de la naturaleza", etc.	La idea general determina el estilo y la música
Selección del estilo de la composición y de la música	"Romántica", "clásica", "jazz", "folclórica", etc.	El estilo y la música requieren una coreografía apropiada

Determinación de la culminación de elementos específicos	"Barracuda" con alto nivel de riesgo; "propulsión" con movimientos no equilibrados; más de 10 giros en el mismo nivel	Estos elementos específicos y su complejidad afectarán el nivel del rendimiento deportivo
Determinación de los papeles individuales dentro del grupo (pareja)	Se debe asignar adecuadamente los saltos acrobáticos, los apoyos y otros papeles	Una temprana asignación de los papeles de los deportistas aumenta la calidad de la preparación
Recopilación de la composición completa de alto rendimiento	Descripción detallada del escenario de la composición completa	Trabajar en el perfeccionamiento del modelo

No cabe duda de que el modelo para el alto rendimiento en deportes de balón es muy complicado y problemático. Sin embargo, las posibles variaciones de la táctica de los oponentes son predecibles. Por tanto, se puede describir las situaciones típicas y recopilar y preparar los modelos tácticos adecuados. Se supone que dicho entrenamiento tecnicotáctico contribuirá a un rendimiento exitoso.

MODELO PARA LAS CAPACIDADES ESPECÍFICAS DEL DEPORTE

El área de las capacidades específicas del deporte es muy amplio y multifacético. Su descripción científica puede ser muy detallada, multidimensional y creativa. No obstante, el acercamiento práctico al modelado de las capacidades específicas del deporte está limitado por la verdadera posibilidad de emplear la medición de sus características más relevantes que constituyen una batería de indicadores válidos. Parece que los mayores contribuyentes a dichos modelos son los perfiles antropométricos, por un lado, y las características fisiológicas y específicas del deporte de las capacidades fí-

sicas, por el otro. Otras consideraciones también pueden ser un foco de atención (las características psicológicas son asimismo muy importantes, pero para éstas remitimos a los lectores a otras obras; véase Weinberg y Gould, 2003; Blumenstein, Lidor y Tenenbaum, 2007).

Factores generales de las capacidades específicas del deporte

Al menos cuatro factores generales informativos determinan las capacidades específicas del deporte y requieren una descripción correcta y concisa en los modelos individuales y de grupo: constitución corporal, composición corporal, capacidades fisiológicas relevantes y capacidades motrices (físicas) específicas del deporte (tabla 8.5).

Tabla 8.5. *Modelo de las capacidades específicas del deporte: factores y características generales.*

Factores	Características	Comentarios
Constitución corporal	Altura, longitud de las extremidades, anchuras corporales, peso corporal, indicadores somatotípicos	Estas estimaciones son necesarias para crear el modelo del "deportista ideal" en un deporte concreto
Composición corporal	Componente graso, masa magra corporal, masa muscular	Estas estimaciones son necesarias en los modelos individuales para controlar a un deportista concreto
Capacidades fisiológicas	Consumo máximo de oxígeno, umbral anaeróbico, lactato máximo en sangre, deuda máxima de oxígeno, etc.	Se puede proponer las características del modelo general (para ciertos deportes) e individual
Capacidades motrices específicas del deporte	Velocidad máxima, potencia, fuerza, resistencia, flexibilidad y agilidad en las tareas motrices específicas del deporte	Se puede proponer las características del modelo seleccionando a los candidatos con más talento y controlando el entrenamiento individual

El impacto de los factores mencionados difiere en distintos deportes, y sus interrelaciones también son específicas del deporte. Por ejemplo, se acepta que la constitución de un cuerpo concreto predisponga a uno para cierto deporte. De manera similar, las precondiciones fisiológicas apropiadas ayudan a obtener respuestas al entrenamiento y un progreso más o menos favorable en deportes específicos. Por tanto, los modelos generalizados de "deportistas ideales" pueden ayudar a evaluar mejor a diferentes candidatos; los modelos individuales que se preparan normalmente para deportistas de alto nivel ayudan a controlar el entrenamiento y dirigir la preparación.

Además de los cuatro factores mencionados, las características psicológicas son definitivamente muy importantes. El problema es que los rasgos psicológicos de los deportistas con éxito tienen un amplio abanico de manifestaciones. Sin embargo, se puede describir e insertar varias cualidades personales en modelos generalizados para ciertos deportes (Van den Auweele *et al.*, 2001). Asimismo, las características psicosenoriales, como el tiempo, el ritmo y la reproducción de la fuerza, se pueden usar para crear diagnósticos y modelos individuales.

Constitución y composición corporales

Los modelos de constitución corporal específicos del deporte se han desarrollado tradicionalmente sobre la base de las investigaciones con grupos de deportistas de elite. El interés por esta categoría de pronóstico deportivo se mantiene alto; se han llevado a cabo diversos proyectos científicos en el marco de los Juegos Olímpicos en los que se ha estudiado a los deportistas de elite en relación con su estado antropométrico específico del deporte. Esto incluye los Juegos Olímpicos de Tokio de 1964 (Hirata, Kaku, 1968), los Juegos Olímpicos de Múnich de 1972 (DeGaray *et al.*, 1974), los Juegos Olímpicos de Montreal de 1976 (Carter *et al.*, 1982) y otros. El enfoque del modelo presupone que se puede usar los tiempos medios de una subpoblación de deportistas de elite para recopilar un modelo generalizado de la constitución del cuerpo para los diferentes deportes. Uno de los últimos estudios antropométricos de los olímpicos se realizó durante los Jue-

gos Olímpicos de Sydney de 2000 con remadores de canoa y kayak (Ackland *et al.*, 2001).

Estudio de caso. Se examinó a 296 remadores de remo y 70 remadores de canoa y kayak de aguas tranquilas que representaban a 35 países utilizando una serie de 35 medidas antropométricas. Los datos prescriptivos obtenidos por los investigadores referentes a la talla, la proporcionalidad y la composición corporales se pueden emplear para recopilar modelos descriptivos de deportistas de elite en los diferentes deportes. Varias estimaciones (figura 8.4) muestran la especificidad de las subpoblaciones examinadas y hacen posible relacionar los rasgos antropométricos principales, los cuales se pueden utilizar para una selección preliminar del equipo y una orientación general (Ackland *et al.*, 2001).

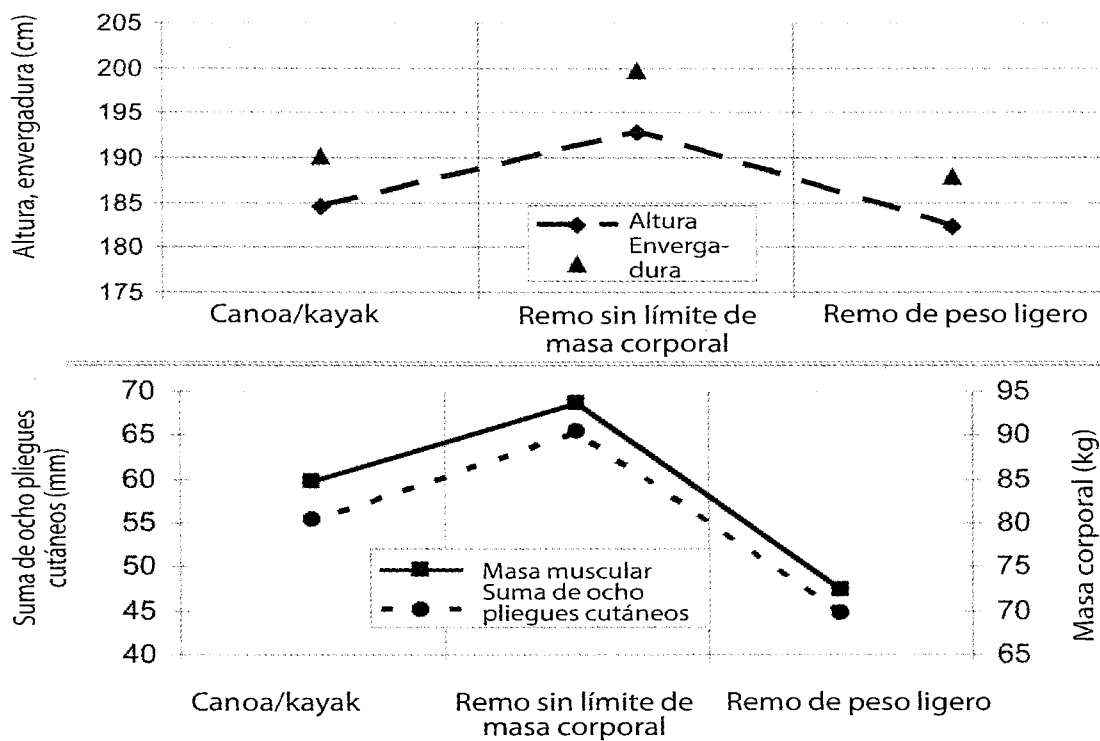


Figura 8.4. Principales valores de diferentes estimaciones antropométricas de los participantes masculinos en los Juegos Olímpicos de Sydney de 2000 representados en tres grupos: remadores de aguas tranquilas de canoa/kayak, remadores sin limitación de masa corporal y remadores de peso ligero. Las estimaciones elegidas son altura corporal, envergadura, suma de ocho pliegues cutáneos y peso corporal (basado en Ackland *et al.*, 2001).

Incluso un breve vistazo a los datos anteriores permite reconocer las particularidades somatotípicas de los remadores de remo y los remadores de canoa/kayak a nivel mundial: personas altas y robustas con largas extremidades y un componente bajo de grasa. Como ya hemos mencionado (véase capítulo 3), las características corporales como la longitud del cuerpo dependen mucho de la herencia. Se sabe que la constitución corporal se puede modificar ligeramente con una preparación deportiva (Wilmore y Costill, 1993). Por ello, cabe proponer modelos adecuados para la constitución corporal para deportistas de nivel bajo o jóvenes. Sobre la base de este modelo se puede detectar a los adolescentes altos con brazos largos y un componente bajo de grasa como candidatos apropiados para el remo o el kayak. Asimismo, los modelos adecuados para la constitución corporal en diferentes deportes pueden ayudar a seleccionar de forma preliminar a los niños con talento y a los miembros potencialmente exitosos del equipo.

A diferencia de la constitución corporal, la composición corporal se puede modificar sustancialmente con un entrenamiento apropiado y una dieta adecuada. En general, dos elementos importantes determinan la composición corporal: el componente graso y la masa magra corporal, que es la masa corporal sin grasa (huesos, músculos, órganos internos, piel, etc.). También se ha indicado que el control del entrenamiento se puede aumentar notablemente controlando la masa corporal y el componente graso (tablas 6.8, 6.11 y 6.14). Ambos descubrimientos y la observación práctica indican que ocurren alteraciones sustanciales de la composición corporal en diferentes circunstancias. Éstos son los casos más típicos:

- aumento del componente graso debido a un consumo alimentario excesivo;
- aumento del componente graso cuando el consumo alimentario es constante pero el consumo de energía se reduce (por ejemplo, en la puesta a punto *taper*);
- reducción de la masa corporal (y la masa magra corporal) debido a una acción catabólica de las hormonas del estrés asociadas a una tensión emocional;

- reducción de la masa muscular (y la masa magra corporal) debido a una acción catabólica del cortisol durante un entrenamiento en altura (véase capítulo 9);
- reducción de la masa muscular cuando se atenúa el efecto residual del entrenamiento del programa de hipertrofia precedente.

Es obvio que las variaciones de la composición corporal son muy específicas en diferentes deportes. Los corredores de maratón, los jugadores de fútbol y los levantadores de pesos difieren mucho en la masa corporal y el componente graso, y éstos varían considerablemente durante el entrenamiento. Por ello, los modelos específicos del deporte de ciertas subpoblaciones deportivas pueden servir para el mismo fin que los modelos para la constitución corporal. No obstante, los modelos individuales de la composición corporal pueden contribuir de forma efectiva a controlar el entrenamiento y ayudar en la guía de la preparación.

Estudio de caso. El programa de seguimiento de los nadadores mundiales Alexander Popov y Michael Klim incluyó un control antropométrico sistemático utilizando un índice original diseñado especialmente. Durante un periodo de seis años se midió la masa corporal (MC-kg) y la suma de 6 pliegues cutáneos (SPc-mm) en las fases inicial y de culminación de cada etapa de entrenamiento. Su ratio indicaba el estado de la composición del cuerpo individual. Cuando la masa corporal era estable o aumentaba ligeramente pero el componente graso aumentaba lo suficiente, el índice MC/SPc disminuía, y esto era típico de la fase inicial del entrenamiento. Cuando la masa muscular aumentaba y el componente graso disminuía, la masa corporal permanecía estable, pero las sumas de pliegues cutáneos disminuían notablemente. Por consiguiente, el índice MC/SPc aumentaba, y esto era típico de la fase de culminación del entrenamiento justo antes de la competición (tabla 8.6). El entrenador personal de los nadadores, Guennadi Touretski, analizó estas variaciones individuales y corrigió inmediatamente el programa siguiendo las desviaciones marcadas. Por tanto, los individuos que utilizan este índice intentan que sus propios valores se correspondan con los de los deportistas de alto rendimiento (cortesía de Guennadi Touretski, comunicación personal).

Tabla 8.6.

Variaciones individuales del índice de la masa corporal/suma de pliegues cutáneos en nadadores a nivel mundial.

Deportista	Intervalo de variaciones	Variaciones en la etapa inicial	Variaciones en la etapa de culminación
Alexander Popov (RUS)	2,04-2,45	2,04-2,23	2,3-2,45
Michael Klim* (AUS)	1,6-2,57	1,6-2,1	2,2-2,57

* Michael Klim: dos veces campeón olímpico, tres veces ganador de la medalla olímpica de plata, muchas veces campeón del mundo y ganador de medalla en natación.

Resumiendo los datos, se puede decir que los modelos para la constitución del cuerpo son de gran importancia para la orientación y para la selección preliminar de los deportistas de ciertos deportes o disciplinas, mientras que el modelo para la composición del cuerpo puede optimizar el control del entrenamiento y el diagnóstico individual de los deportistas de alto rendimiento.

Capacidades fisiológicas

Tanto los modelos de subpoblación como los individuales de las capacidades fisiológicas pueden contribuir considerablemente a la preparación de los deportistas. Desde luego, la selección de las variables fisiológicas que deberían incluirse en el modelo depende ante todo de las demandas específicas del deporte. Dichas características, como el consumo máximo de oxígeno y el umbral anaeróbico, son relevantes en muchos deportes y definitivamente para los deportes de balón. De esta manera, las características del modelo apropiado de estos indicadores pueden emplearse para una evaluación general de los candidatos de diferentes equipos (figura 8.5).

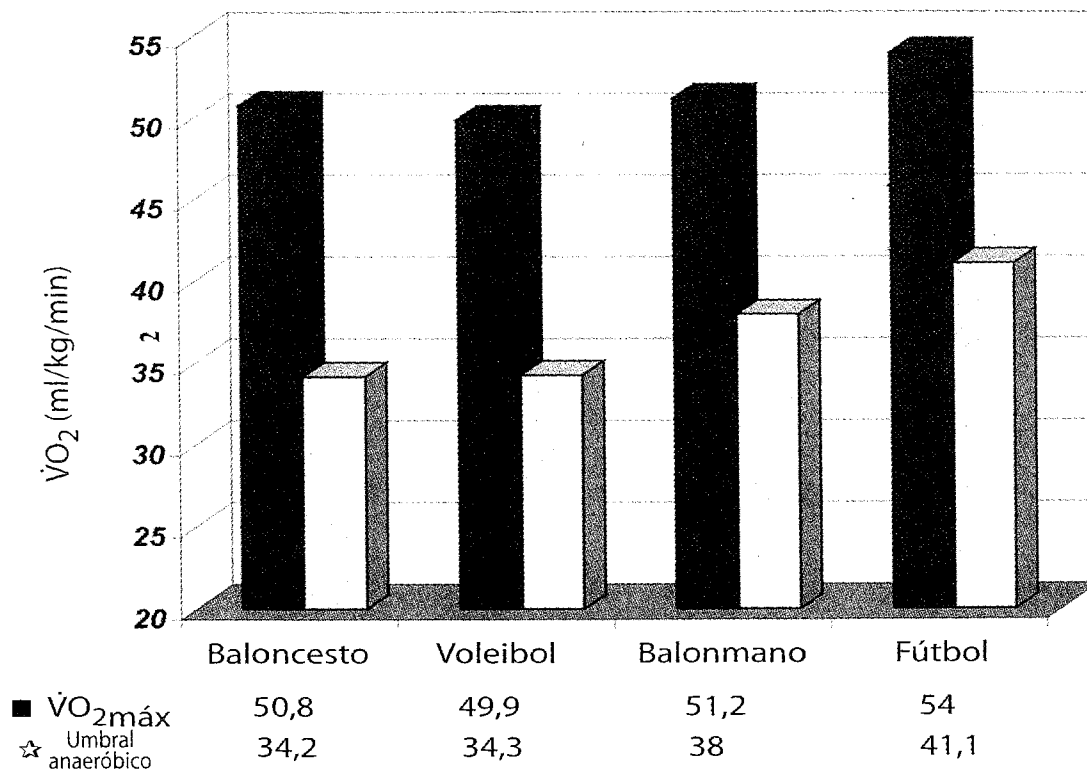


Figura 8.5. Características del modelo de consumo máximo de oxígeno y del umbral anaeróbico para equipos semiprofesionales en diferentes deportes de balón (basado en Jaruzhnyj, 1993).

Estudio de caso. Se examinó a cuatro grupos de jugadores cualificados (cada uno de 40 deportistas masculinos) de diferentes deportes colectivos con balón respecto a varias funciones fisiológicas. Los valores más altos del consumo máximo de oxígeno y del umbral anaeróbico se encontraron en los jugadores de fútbol. Los jugadores de balonmano tenían valores algo más bajos, pero superiores a los de los jugadores de baloncesto y voleibol (figura 8.5). Las capacidades anaeróbicas alácticas más altas se observaron en los jugadores de fútbol y voleibol, mientras que la potencia y la capacidad anaeróbicas glucolíticas más altas se obtuvieron en los jugadores de baloncesto. De esta manera, las demandas fisiológicas específicas del deporte determinan el desarrollo general de ciertas capacidades fisiológicas, lo cual se debería tener en cuenta a la hora de recopilar los correspondientes modelos de capacidades fisiológicas (basado en Jaruzhnyj, 1993).

La composición de modelos individuales para las capacidades fisiológicas parece muy prometedora y útil para la implementación práctica, aunque se advierten varias dificultades metodológicas. Por ejemplo, dicho modelo presupone la predicción de las limitaciones individuales de la función que se evalúa, y esto requiere un procedimiento correcto y científicamente probado, el cual todavía no es muy común.

Capacidades motrices específicas del deporte

El análisis de las capacidades motrices específicas del deporte no requiere un equipo sofisticado ni caro, y por ello se puede encontrar en el ámbito de la rutina del entrenamiento. Es evidente la utilidad de estos modelos: un modelo de grupo sirve como conjunto de normas que hacen posible evaluar objetivamente los méritos y deméritos de cada deportista en comparación con el nivel deseado; el modelo individual hace posible controlar los cambios de la condición física específica del deporte producidos por el entrenamiento. Los modelos de grupo se pueden componer fácilmente para cada categoría diferente de deportistas, incluidos los de elite y subelite.

Ejemplo. El equipo nacional ruso de gimnasia rítmica, uno de los más exitosos del mundo, utilizó de forma activa enfoques del modelo tanto para la preparación técnica como para la física. Durante varias décadas se evaluó la condición física específica del deporte con una serie de pruebas que contenían diferentes valoraciones cuidadosamente seleccionadas. El modelo para las capacidades físicas específicas del deporte propuesto para el equipo nacional aporta características del modelo que sirven como normas para todos los miembros del equipo y para los futuros candidatos (tabla 8.7). La importancia de este modelo no se puede infravalorar. Un beneficio adicional de este modelo es que el gimnasta de alto rendimiento puede valorar de forma independiente su propia condición física con respecto al nivel del equipo nacional (Arkajev y Suchilin, 2004).

Tabla 8.7.

Modelo para las capacidades físicas específicas del deporte en gimnastas masculinos de alto nivel (por Arkajev y Suchilin, 2004).

Capacidades motrices	Pruebas	Indicador	Características del modelo
Velocidad máxima	Carrera de 20 m	Tiempo (seg)	3,0 – 3,1
	Carrera hacia el potro de salto	Velocidad en los últimos 5 m antes de la batida (m/seg)	7,8 – 8,2
Fuerza explosiva	Salto de altura con brazos (Abalakov)	Altura (cm)	60 – 65
Fuerza isométrica	"Cruz" en las anillas	Mantenimiento (seg)	5 – 6
	"Cruz invertida" en las anillas	Mantenimiento (seg)	5 – 6
	"Cristo" en las anillas	Mantenimiento (seg)	5 – 6
	"Plancha" en las anillas	Mantenimiento (seg)	5 – 6
Fuerza dinámica	Subir por una cuerda de 4 m de altura utilizando sólo los brazos	Tiempo (seg)	5 – 5,5

Los modelos individuales de condición física se pueden desarrollar para los requerimientos específicos y las particularidades del deportista. Basándose en la estimación del entrenador, un deportista puede necesitar reforzar el componente de la fuerza de su rendimiento, mientras que otro debe me-

jorar su resistencia. Por consiguiente, los modelos individuales de estos dos deportistas destacan los respectivos requerimientos y les aportan una motivación adicional al reducir el espacio entre los niveles actuales y los deseados de la condición física específica del deporte.

Tanto los modelos colectivos como los individuales de las capacidades físicas específicas del deporte sirven para facilitar el entrenamiento, eliminando, o al menos reduciendo, el espacio entre el nivel propuesto y el disponible en la condición física deportiva. En otras palabras, un modelo individual razonable y bien equilibrado puede servir como un instrumento eficaz para motivar a los deportistas a trabajar concienzudamente hacia el objetivo específico. Normalmente, dichos modelos se recopilan más bien para deportistas cualificados y son particularmente adecuados para ayudar a progresar a individuos jóvenes ambiciosos. Podemos ver este enfoque en acción a través de un ejemplo de un remero joven de kayak de alto rendimiento.

Ejemplo. Un deportista de 17 años con tres años de experiencia en el entrenamiento de kayak pasó por una batería de pruebas de condición física que constaba de seis pruebas: dominadas, un minuto de remo en banco con una barra de 40 kg, un minuto de press de banca con una barra de 50 kg, sit-ups abdominales durante dos minutos, una carrera de 3 km y una simulación de remada de kayak con un brazo en posición sentado en una máquina de poleas con un peso de 40 kg, un minuto para cada brazo y por separado. Los datos iniciales revelaron que el deportista tenía un alto nivel de resistencia en carrera, pero una fuerza-resistencia insuficiente en los brazos y en particular en los músculos abdominales. Como resultado, su fuerza-resistencia específica del kayak en la simulación de remada estaba lejos del nivel deseado. El modelo individual de condición física se elaboró en relación con las debilidades personales del deportista (figura 8.6). Este recibió tareas especiales para hacer en casa en las sesiones de entrenamiento individuales matutinas y la motivación adicional para centrarse en los ejercicios de resistencia en remo. Durante los seis meses siguientes, el deportista aumentó sustancialmente su perfil de condición física y cumplió con el modelo individual. Esta ganancia resultó en un progreso impresionante del deportista en las pruebas individuales de kayak de 500 y 1.000 metros.

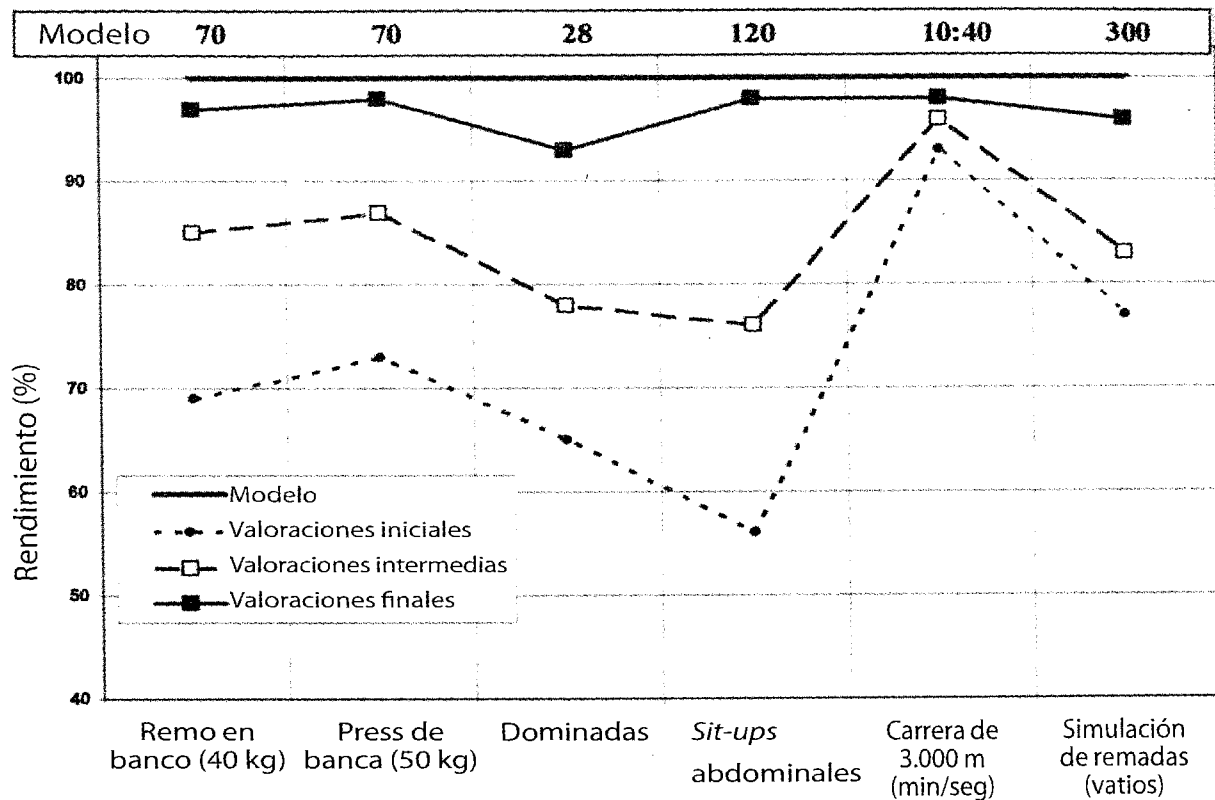


Figura 8.6.

Remero joven de kayak que se acerca al modelo individual de las capacidades motrices específicas del deporte durante la preparación de la temporada; se hicieron tres pruebas a intervalos de tres meses.

Es lógico que se deban renovar cada año los modelos individuales para los deportistas relativamente jóvenes y en desarrollo siguiendo la tendencia general de su progreso, mientras que los modelos de los deportistas mayores deben reflejar su estado estable de las capacidades físicas específicas del deporte.

MODELOS PARA LOS PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO

Hay muchas maneras de aplicar el enfoque de la modelización para planificar y diseñar los programas de entrenamiento. Sin embargo, hay tres categorías básicas de modelos de entrenamiento que se usan ampliamente

y se pueden recomendar para su utilización en la práctica: modelos estructurales, modelos para el contenido del entrenamiento y características del modelo para las cargas del entrenamiento. Consideremos cada una por separado.

Modelos estructurales

El objetivo de los modelos estructurales es describir y analizar las relaciones entre los distintos componentes y elementos del entrenamiento. Existen dos enfoques principales del modelo estructural del entrenamiento: al primero se le puede denominar "enfoque científico", el cual se ha usado en numerosos proyectos de investigación; el segundo sirve en su mayoría para las necesidades prácticas, y su fin es mostrar el sistema del entrenamiento para que se pueda entender completamente y utilizar en una planificación seria.

Banister *et al.* (1991, 1999) propusieron el posible enfoque científico del entrenamiento y elaboraron un modelo matemático que describía la interacción entre la fatiga y la condición física y los cambios inducidos por los estímulos del entrenamiento diario. El modelo postula que el nivel de rendimiento lo determina la diferencia entre la función negativa (fatiga) y la función positiva (condición física). Este modelo se utilizó para cuantificar las cargas del entrenamiento y predecir el progreso del rendimiento. Un enfoque similar se utilizó en un estudio de la puesta a punto (*taper*) en nadadores de alto rendimiento (Mujika *et al.*, 1996). Los investigadores cuantificaron semanalmente los estímulos del entrenamiento con respecto al volumen y la intensidad de los ejercicios realizados. Las formulas matemáticas apropiadas permitieron a los investigadores examinar la interacción entre el impacto positivo y negativo del entrenamiento (es decir, la fatiga y la condición física, respectivamente); se calcularon los rendimientos propuestos y se encontró que se correspondían mucho con los resultados actuales del entrenamiento. La teoría de la fatiga y de la condición física fue el principal elemento que contribuyó al modelo de dos factores propuesto por Zatsiorsky (1995). A diferencia de la teoría de un factor, que se basa en la supercompensación (véase capítulo 1), el modelo de dos factores explica la mejora de la preparación de-

portiva como el resultado de la interacción continua entre la fatiga, causada por las sesiones de entrenamiento anteriores, y la condición física, que aumenta con los estímulos del entrenamiento. El modelo de dos factores puede explicar mejor cómo los deportistas mejoran su preparación aunque no consigan la recuperación completa.

El enfoque de la modelización práctica consta en su mayoría de diferentes esquemas estructurales y modelos descriptivos del entrenamiento. Se puede encontrar en casi todos los libros de texto una presentación modelada del entrenamiento. El modelo descriptivo propuesto a continuación pretende mostrar la jerarquía de los principales componentes estructurales de un ciclo de entrenamiento anual de acuerdo con el concepto de periodización en bloques (figura 8.7). El nivel superior muestra las competiciones, cuyas categorías se ordenan en función de su importancia. El segundo nivel mues-

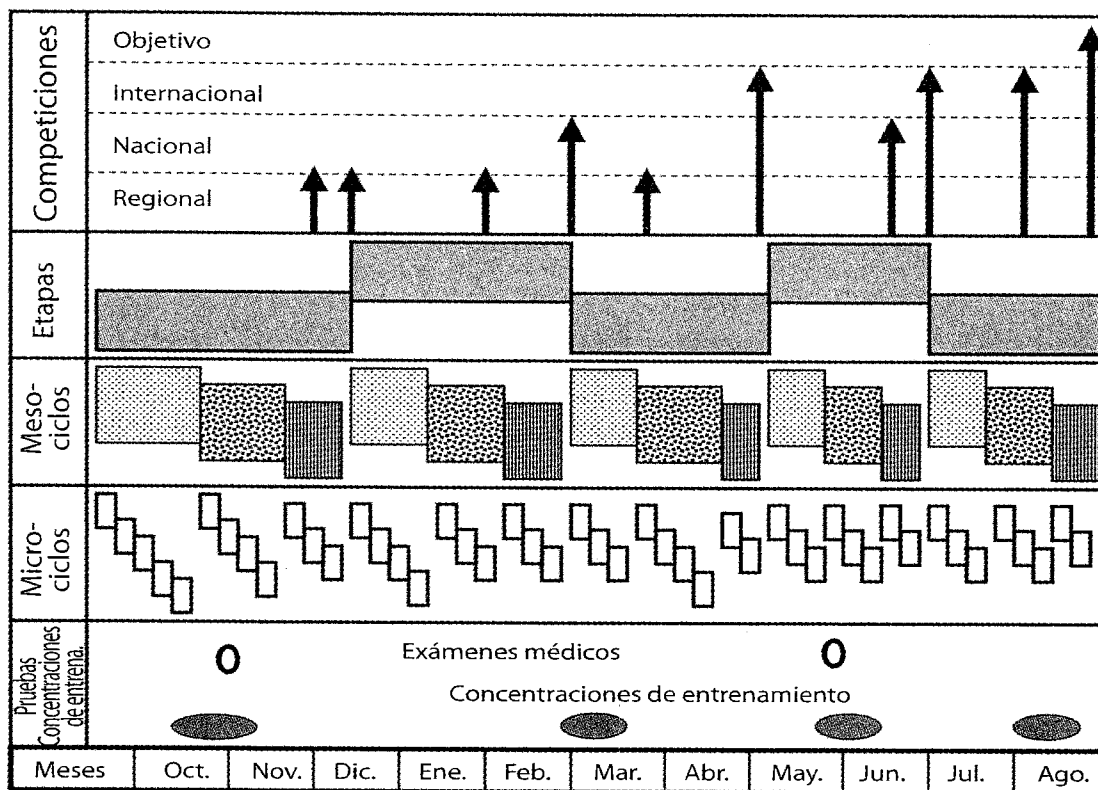


Figura 8.7. *Presentación de la modelización del programa de entrenamiento anual diseñado de acuerdo con el concepto de periodización en bloques.*

tra las etapas del entrenamiento; cada una de ellas consta de tres bloques de mesociclo que se ubican en el tercer nivel. El cuarto nivel contiene varios microciclos, y el quinto y último nivel muestra los reconocimientos médicos y otros exámenes, y las concentraciones de entrenamiento. El esquema estructural no añade mucha información al concepto de periodización en bloques, pero puede ayudar a entender mejor su esencia. Además de proporcionar detalles y términos concretos, este modelo se puede transformar fácilmente en una presentación visual de un programa de entrenamiento anual.

Modelos de contenido del entrenamiento

Normalmente, los modelos para el contenido del entrenamiento muestran las principales y más imprescindibles características de los diferentes ciclos del entrenamiento. Existen dos enfoques populares para la modelización del contenido del entrenamiento. El uso de programas informáticos especializados hace posible que se diseñe el contenido de los ciclos o unidades del entrenamiento y la presentación descriptiva de los programas de entrenamiento modelados. El primer enfoque se ha empleado en varios deportes. A continuación se muestra uno de ellos.

Estudio y ejemplo. Se desarrolló un método de modelización especializado para determinar los regímenes de velocidad para ejercicios de natación de alta intensidad. El modelo establece la clasificación de los nadadores en 12 categorías de acuerdo con los récords individuales predeterminados, la predisposición a la corta, media y larga distancia, y el nivel de capacidad de los nadadores. Un programa informático calcula los regímenes adecuados del entrenamiento (contenido de los ejercicios) ajustados específicamente por la potencia anaeróbica máxima, la capacidad anaeróbica y la potencia aeróbica. Participaron en la comprobación del modelo 22 nadadores altamente cualificados; se compararon las características predichas y las actuales de los ejercicios propuestos y se encontró una alta correlación. La modelización del programa se implementó satisfactoriamente en la preparación de deportistas de alto rendimiento en diferentes países (Issurin et al., 2001).

El segundo enfoque se puede ilustrar mediante el modelo descriptivo de la fase final de la preparación de un importante equipo ruso masculino de gimnasia artística. Durante este período, los deportistas realizan normalmente 17 entrenamientos a la semana con un día de descanso. El componente más importante de la preparación durante este período es la simulación de la prueba, por ejemplo, la realización de combinaciones de competición en cada aparato como las paralelas, las anillas, el potro, etc. El modelo original establece la realización de entre 10 y 40 combinaciones de competición en cinco aparatos por semana, y esta distribución de la carga sigue las demandas específicas de la preparación precompetición (tabla 8.8).

Tabla 8.8.

Modelo de la fase final de la preparación de un importante equipo ruso masculino de gimnasia rítmica antes del Campeonato del mundo (Arkajev y Suchilin, 2004).*

Tipo de microciclo	Número de combinaciones al día						Número de combinaciones a la semana
	L	M	X	J	V	S	
Recuperación	No	1 x 5	No	No	1 x 5	No	10
Adaptación	1 x 5*	No	1 x 5	No	1 x 5	1 x 5	20
Carga	1 x 5	1 x 5	1 x 5	No	1 x 5	1 x 5	25
Impacto	2 x 5	No	2 x 5	No	2 x 5	2 x 5	40
Modelo de competición	1 x 5	1 x 5	1 x 5	1 x 5	1 x 5	1 x 5	30
Carga	1 x 5	1 x 5	1 x 5	1 x 5	1 x 5	1 x 5	25-30
Carga	1 x 5			1 x 5		1 x 5	25-30
Precompetición	1 x 5	No	1 x 5	No	1 x 5	1 x 5	20

*Nota: 1 x 5 significa que los atletas realizan una combinación de competición en 5 tipos de aparatos. El número de saltos varía normalmente entre cuatro y seis.

Como en el ejemplo anterior, los entrenadores de éxito de diferentes deportes ofrecen modelos aprobados en ciertos mesociclos, microciclos y entrenamientos clave. El contenido más o menos estandarizado de estos ciclos de entrenamiento les permite comparar los resultados propuestos y disponibles y evaluar la calidad del entrenamiento más objetivamente.

Características del modelo para las cargas del entrenamiento

Las características del modelo para las cargas del entrenamiento contribuyen en términos de metodología, organización y motivación. Proporcionan a los entrenadores y deportistas una orientación general y cuantitativa de los requerimientos del entrenamiento y de las proporciones deseadas entre las cargas realizadas en niveles de intensidad específica. Ahora, con el aumento de la popularidad de la cooperación entre entrenadores de diferentes países, se conocen y se tienen en cuenta generalmente los parámetros básicos de las cargas del entrenamiento. Como resultado, es posible mostrar y comparar las características del modelo más completo de las cargas del entrenamiento anual para los deportistas altamente cualificados para varios tipos de deportes de resistencia (tabla 8.9).

Se puede sugerir que el volumen total de los ejercicios específicos del deporte es más o menos equivalente teniendo en cuenta las diferencias de velocidad y duración del rendimiento en competición (por ejemplo, dos minutos de natación de 200 metros frente a cuatro horas de ciclismo de carretera). Sin embargo, existen diferencias llamativas en las cifras de rendimientos en competición de diferentes deportes, a pesar de la tendencia a aumentar el rendimiento en las competiciones y a reducir la parte rutinaria del entrenamiento.

También cabe señalar una discrepancia principal en las proporciones de los volúmenes parciales de los ejercicios realizados en diferentes zonas de intensidad. Por ejemplo, varios remadores de alto nivel realizaron más del 50% de los ejercicios en la primera zona de intensidad, y algunos entrenadores suponen que este volumen debería alcanzar el 90%. Desde el punto de vista de los ciclistas y los corredores de larga distancia, dicho vo-

Versión provisional de las características del modelo de las cargas del entrenamiento anual en deportistas masculinos altamente cualificados para diferentes deportes de resistencia (basado en Giliazova et al., 1987; modificación del autor).

Tabla 8.9.

Deportes	Volumen total (kmt)	Zonas de intensidad* (%)					Cifra de rendimientos en competición
		I	II	III	IV	V	
Carrera de media distancia	4.300	41	47	6	4	2	28-35
Carrera de larga distancia	7.000	30	58	7	4	1	16-20
Natación 200-400 m	2.300	25	46	20	7	2	60-80
Kayak	5.000	42	32	17	7	2	50-70
Remo	6.300	56	40	2,7	1	0,3	25-30
Ciclismo de carretera	35.000	10	72	18	2	0,2	100-125
Patínaje de velocidad	8.500	20	51	23	5	1	45-50
Esquí	9.000	21	35	33	11		30-40

* Las zonas de intensidad se definen en función de los siguientes valores de acumulación de lactato en sangre (mmol): I = hasta 2,5; II = 2,54-4; III = 4-8; IV = más de 8; V = ejercicios alácticos, el lactato en sangre no es relevante.

lumen de ejercicio de trabajo de baja intensidad es una pérdida de tiempo y tienen argumentos para apoyar esta posición. Tampoco es cierto que los diferentes entrenadores del mismo deporte estén de acuerdo. De esta manera, surge la pregunta de si realmente merece la pena establecer las características del modelo si las opiniones de los expertos varían tanto. La respuesta es un rotundo sí. Los argumentos siguientes apoyan esta afirmación:

1. El desarrollo de las características del modelo de la carga del entrenamiento estimula la creatividad del entrenador; este proceso requiere un análisis retrospectivo y un examen de las reservas cuando se realiza la planificación y la dirección del entrenamiento.
2. Cuando se proponen las características del modelo, tanto el entrenador como los deportistas prestan especial atención a los regímenes de entrenamiento; el entrenamiento se vuelve más consciente y manejable.
3. Cobran mayor importancia el control de la etapa y los indicadores objetivos; éstos hacen posible evaluar qué parte de las cargas era suficiente y qué parte era excesiva.

Desafortunadamente no todos los tipos de ejercicios se pueden expresar numéricamente en kilómetros, toneladas u horas. Por consiguiente, la posibilidad de recopilar las características del modelo de carga en deportes estéticos y de lucha es menos probable. No obstante, el enfoque de modelización también se puede aplicar en deportes no mensurables, aunque esto precisa esfuerzos adicionales para definir las cargas.

Resumen

El enfoque de la modelización para planificar y dirigir la preparación de los deportistas se ha convertido en una herramienta eficaz para aumentar la calidad del entrenamiento. El modelo de tres niveles se propone para definir el proceso completo de la preparación deportiva. El nivel superior contiene el modelo para el alto rendimiento que está relacionado con el resultado objetivo (en deportes mensurables), el rendimiento óptimo y la táctica adecuada, la técnica y el comportamiento en competición. El nivel medio abarca las capacidades específicas del deporte, las cuales son necesarias para obtener el rendimiento (modelado) programado. Este nivel se relaciona con el estatus antropométrico, las capacidades físicas y técnicas, las capacidades mentales y el conocimiento efectivo. El nivel inferior muestra el modelo de los programas de entrenamiento, es decir, las características más relevantes de la preparación, como el volumen total o parcial del entrenamiento, el número de competiciones, los patrones de los bloques de los mesociclos, etc. En la práctica actual, los modelos colectivos para los grupos de deportistas son más populares, aunque cada deportista de alto rendimiento pueda y deba tener un modelo individual.

Un modelo para el alto rendimiento tiende a ayudar a los deportistas a desarrollar su potencial deportivo de forma más completa. El principio general que guía este enfoque es que el modelo para el alto rendimiento debería ser tan determinante como fuera posible, es decir, cada acción y detalle que se predice o conoce con anterioridad debe ser programado. Esto también se aplica al comportamiento antes de la competición, incluidos el calentamiento y la preparación mental. Es importante recordar los dos factores relevantes que ayudan a determinar el producto deseado: a) precisión y ejecución del modelo de rendimiento propuesto, y b) precisión y ejecución de un completo análisis de la competición que revela el nivel de la realización del modelo.

El modelo para las capacidades específicas del deporte consta al menos de cuatro factores generales que determinan el potencial del deportista: la constitución corporal, la composición corporal, las capacidades fisiológicas relevantes y las capacidades motrices específicas del deporte, es decir, la condición física motriz. Los resultados de la evaluación de los deportistas de elite contribuyen a desarrollar un modelo generalizado de la constitu-

ción del cuerpo para determinados deportes. A diferencia de la constitución corporal, la composición corporal se puede modificar sustancialmente por medio del entrenamiento y una dieta apropiada. El control adecuado de la composición corporal de los deportistas de alto rendimiento requiere modelos individuales razonables del componente graso y de la masa corporal magra. Asimismo, los modelos colectivos e individuales que incluyen las capacidades fisiológicas y motrices específicas del deporte más válidas hacen posible el control adecuado del entrenamiento y la motivación de los deportistas para mostrar más iniciativa y ser más conscientes de su trabajo.

El objetivo de los modelos de los programas de entrenamiento es ayudar a mejorar la planificación, el diseño y la dirección del entrenamiento. Los modelos se pueden subdividir en tres categorías: modelos estructurales, modelos para el contenido del entrenamiento y características del modelo para las cargas del entrenamiento. El modelo estructural del entrenamiento se ha utilizado en diversos proyectos de investigación; para necesidades más prácticas, se han propuesto varios modelos estructurales descriptivos del entrenamiento. De igual modo, los modelos para el contenido del entrenamiento se pueden diseñar utilizando tecnologías informáticas y descripciones esquemáticas de los componentes y detalles más esenciales. Las características del modelo integrador para las cargas del entrenamiento, que reflejan los requisitos más importantes del entrenamiento, pueden servir como resultados finales de la planificación y hacen posible el aumento de la calidad de la preparación.

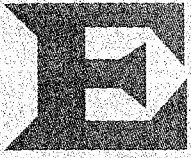
Bibliografía

- Ackland, T., Kerr, D., Hume, P., *et al.* (2001). Anthropometric normative data for Olympic rowers and paddlers. *A Sports Medicine Odyssey – Challenges Controversies & Change, Australian Conference of Science and Medicine in Sport*, 157.
- Arkajev, I., Suchilin, N. (2004). How to prepare champions. Theory and technology of preparation the highly qualified gymnasts. Moscow: Fizkultura i sport.
- Van den Auweele, Y., Nys, k., Rzewnicki, R. *et al.* (2001). Personality and athlete. En: Singer, R., Hausenblas H., Janette S.C. (Eds.). *Handbook of Sport Psychology*. 2ª edición. N.Y., Wiley & Sons, Inc., págs. 239-268.
- Bangsbo, J. (1994). *Fitness training in football – a scientific approach*. Bagsvaerd, HO and Storm [“Entrenamiento de la condición física en el fútbol”. Traducción: Josep Padró Umbert. Barcelona, Paidotribo (1997)].
- Banister, E.W. (1991). Modeling elite athletic performance. En: Green H., McDougal J., Wenger H. (Eds.). *Physiological Testing of Elite Athletes*. Champaign, IL, Human Kinetics Publishers, págs. 403-424.
- Banister, E.W., Carter, J.B., Zarkadas, P.C. (1999). Training theory and taper: validation in triathlon athletes. *Eur J Appl Physiol* 79, 182-191.
- Blumenstein, B., Lidor, R., Tenenbaum, G. (2007). *Psychology of Sport Training*. Oxford, Meyer & Meyer Sport Ltd.
- Carter, J.E.L., Ross, W.D., Aubry, S.P. *et al.* (1982). Anthropometry of Montreal Olympic athletes. En: Carter J.E.L. (Ed.) *Physical structures of Olympic athletes. Part 1: The Montreal Olympic Games anthropological project*. Basel, Karger, págs. 25-52.
- deGaray, A., Levine, L., Carter, J.E.L. (1974). Genetic and anthropometric studies of Olympic Athletes. Academic Press, New York.
- Giliazova, V.B., Ivanov, V.S., Popov, V.B. *et al.* (1987). *Basic positions of the preparation system in highly qualified athletes in endurance sports*. Moscow, State Committee of USSR fo Physical Culture and Sport.
- Haljand, R. (1997). Swimming technique aspects from the coach view. En: Eriksson B., Gullstrand L. (Eds.) *Proceedings of XII FINA World Congress on Sports Medicine*. Goeteborg, Chalmers Reproservice, págs. 340-347.
- Hirata, K., Kaku, K. (1968). The evaluating method for physique and physical fitness and its practical application. Taliyosha Printing Co.
- Issurin, V., Kaufman, L., Tenenbaum, G. (2001). Modeling of velocity regimens for anaerobic and aerobic power exercises in high-performance swimmers. *J. Sports Medicine and Phys. Fitness* 41, 433-440.
- Issurin, V. (2005a) Results’ summarization and preparation processin kajakers. En: Lustig G. Khlebovsky E. (Eds.) *Summarization, analysis and results of the 2004 Athens*

- Olympic Games*. Nethanya, Elite Sport Department of Israel, págs. 187-204 (en hebreo).
- Issurin, V. (2005b). The quadrennial plan for coaching synchronized swimming. En: *FINA Worldwide Synchronized Swimming Seminar for Coaches and Judges*. Bangkok, part 4, págs. 1-17.
- Jaruzhnyj, N.V. (1993). *Structure and control of physical work capacity in sport ball games*. Thesis of Doctor of Science Dissertation. Moscow, State Sport University.
- Kuznetsov, V.V., Novikov, A.A., Shustin, B. (1976). On compilation of modelled characteristics for elite athletes. En: Kuznetsov, V., Novikov, A., Ratov I. (Eds.) *Proceedings of Annual Scientific Conference*. Moscow, All-Union Research Institute, págs. 85-87.
- Mujika, I., Busso, T., Lacoste, L. *et al.* (1996). Modeled responses to training and taper in competitive swimmers. *Med Sci Sports Exercises* 28, 251-258.
- Weinberg, R., Gould, D. (2003). *Foundations of sport and exercise psychology*. Champaign, IL, Human Kinetics [“Fundamentos de psicología del deporte y el ejercicio físico”. Traducción: Joan Soler. Barcelona, Ariel (1996)].
- Wilmore, J.H., Costill, D.L. (1993). *Training for sport and activity. The physiological basis of the conditioning process*. Champaign, IL, Human Kinetics.
- Zatsiorsky, V.M. (1969). *Cybernetics, mathematics, sport*. Moscow, Fizkultura I Sport.
- Zatsiorsky, V.M. (1995). *Science and practice of strength training*. Champaign, IL, Human Kinetics.



**ENTRENAMIENTO
EN ALTURA**



El entrenamiento en altura constituye una rama muy interesante de la ciencia del deporte; en las últimas décadas investigadores y entrenadores se han sentido muy atraídos por ella. En general, la situación actual es paradójica. En las publicaciones escritas para entrenadores se considera que el entrenamiento en altura es una herramienta eficaz y probada para mejorar la preparación del alto rendimiento (Fuchs y Reiss, 1990; Dick, 1992; Suslov *et al.*, 1999), mientras que los libros y las revistas profesionales sobre fisiología del ejercicio declaran que el entrenamiento en altura no aporta más ventajas a los rendimientos al nivel del mar que el entrenamiento convencional apropiado (Jensen y Fisher, 1979; McArdle *et al.*, 1991; Wilmore y Costill, 1993; Saltin, 1996, entre otros). Desde el punto de vista práctico, las experiencias positivas de entrenadores de renombre, grandes deportistas y muchos equipos nacionales aportan sólidos argumentos para el empleo del entrenamiento en altura. Actualmente, este entrenamiento se incorpora como parte de la preparación de muchos equipos nacionales de éxito, especialmente en los deportes de resistencia. Por ello, el objetivo de este capítulo es resumir el cuerpo actual de conocimientos fisiológicos y metodológicos relacionados con el entrenamiento en altura y el diseño de programas de entrenamiento. Así pues, el trasfondo científico que aquí se presenta es limitado y se aconseja a los lectores curiosos que consulten otras fuentes (véase artículos de Boeing *et al.*, 1997; Rusko *et al.*, 2004; Wilber, 2004 y otros).

FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS

Bien es sabido que los estudios científicos relacionados con el deporte fueron impulsados inicialmente por la organización de competiciones mundiales en altura: los Juegos Panamericanos de 1955 en Ciudad de México (elevación a 2.300 metros); los Juegos Olímpicos de Invierno de 1960 en Squaw Valley (elevación a 2.000 metros), y en particular los Juegos Olímpicos de Verano de 1968 en Ciudad de México. En aquella época los primeros estudios y las investigaciones piloto se centraron en la elaboración de programas de entrenamiento racionales en altura para alcanzar el éxito en ren-

dimientos en altura. Más tarde, cuando se acumuló el suficiente conocimiento básico y se encontraban disponibles varias instalaciones para el entrenamiento en altura, se introdujo el entrenamiento sistemático en altura para perfeccionar el rendimiento deportivo al nivel del mar. Desde entonces, la cantidad de información científica sobre el entrenamiento en altura ha aumentado constantemente. A continuación se ofrecen algunos de los datos más relevantes.

FACTORES GENERALES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO EN ALTURA

Existen dos factores generales que afectan el rendimiento deportivo en altura: la aerodinámica y la fisiología. Como se sabe, la densidad del aire al nivel del mar disminuye al aumentar la altura. Por ello a 2.300 metros (la altura de Ciudad de México) es un 20% menor que al nivel del mar. Ciertamente, la reducción de la densidad del aire y el correspondiente descenso de la resistencia aerodinámica al avance permite que se alcancen mayores velocidades. Los resultados de los Juegos Olímpicos de Ciudad de México en las competiciones de esgrín se corresponden con esta posición teórica. Los velocistas que ganaron obtuvieron sus mejores resultados personales a pesar de que las condiciones fisiológicas del rendimiento eran más difíciles. Además, el nuevo récord mundial y olímpico de Bob Beamon en salto de longitud superó al anterior en 55 cm –un logro jamás visto.

Al contrario que el factor aerodinámico, el impacto de la altura en la fisiología es enormemente negativo debido principalmente a la disminución de la presión parcial del oxígeno en el aire del ambiente. Este menor contenido de oxígeno reduce inmediatamente las capacidades aeróbicas de los deportistas durante el período inicial de la aclimatación a la altura. La explicación general de este hecho es que la disminución del contenido de oxígeno de la atmósfera reduce la saturación de oxígeno en la sangre y ésta se dirige a las células musculares. Por tanto, en las competiciones de larga distancia en las que el aporte de oxígeno es de gran importancia, el rendimiento deportivo tiende a bajar, lo cual quedó claramente demostrado gracias a los resultados de los Juegos Olímpicos de Ciudad de México (figura 9.1).

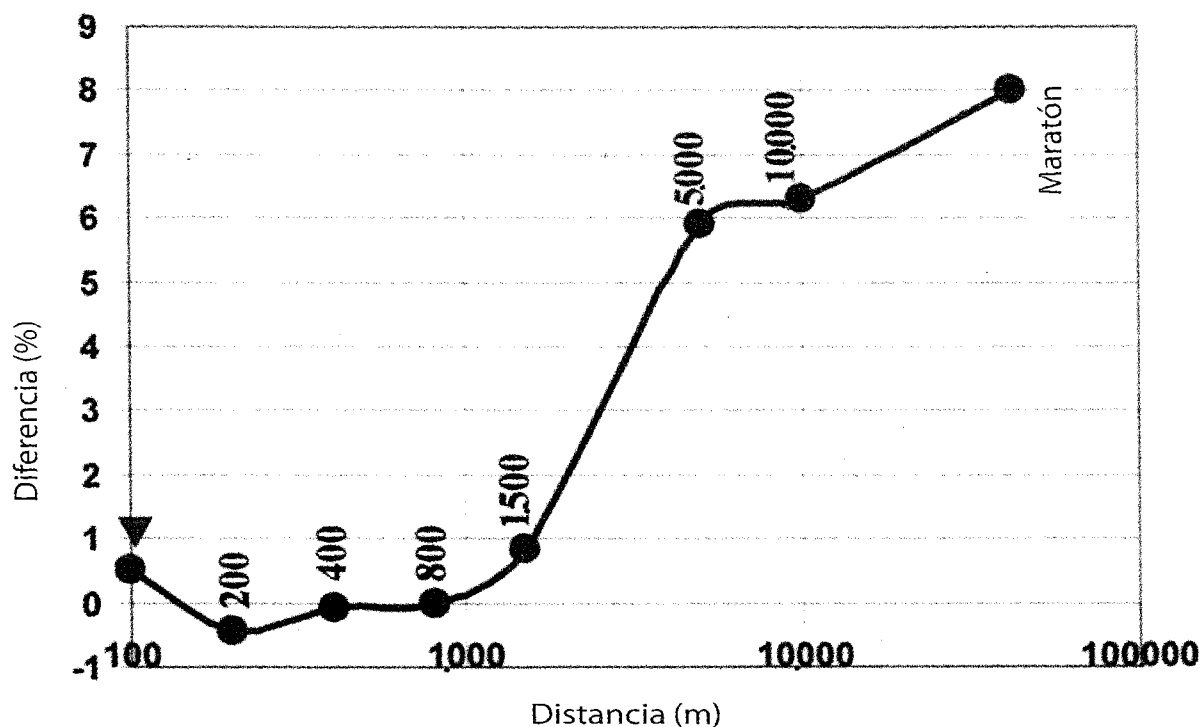


Figura 9.1.

Diferencia entre los resultados de los ganadores de los Juegos Olímpicos de Ciudad de México de 1968 y los récords mundiales en varias competencias de atletismo (basado en los datos publicados en Wilber, 2004).

▼ En aquella época, los récords mundiales se realizaban manualmente, mientras que el rendimiento olímpico se registraba de forma electrónica.

El gráfico anterior muestra claramente la zona de ventaja –con esprines entre los que se incluyen los saltos de longitud y triples– y la zona de desventaja –competiciones de resistencia en las que el rendimiento disminuye a medida que aumenta la distancia. Evidentemente, un factor como la adaptación a las condiciones de la altura era extremadamente importante en las competencias de media y larga duración. Los residentes y sobre todo los nativos de los lugares de altitud elevada gozan de mayores beneficios relacionados con el gasto y la utilización del oxígeno. Destaca el hecho de que en los Juegos Olímpicos de Ciudad de México las medallas de oro y plata en las carreras de 5.000 metros y 10.000 metros, la maratón y la carrera de obstáculos de 3.000 metros se otorgaron a nativos de países de altitud

elevada: Etiopía, Kenia y Túnez. Ya era obvio antes de los Juegos Olímpicos de Ciudad de México que el rendimiento en altura, junto con las competiciones de corta duración, requiere un entrenamiento en altura preliminar. Sin embargo, tras estos Juegos Olímpicos tanto los científicos como los entrenadores centraron su atención en otro problema: cómo mejorar el empleo del entrenamiento de altura en la preparación de los deportistas para el rendimiento al nivel del mar.

Bases de la adaptación a la altura

Además de la disminución de la densidad del aire y el contenido de oxígeno del ambiente, existen otros factores medioambientales que afectan las respuestas de los deportistas a la altura: aumento de la radiación solar y ultravioleta, reducción de la temperatura y la humedad, bellos paisajes y bonitas montañas. Tradicionalmente, la exposición y el entrenamiento en altura se centran en el factor hipoxia; pero en realidad muchos factores medioambientales operan en conjunto, lo que determina la respuesta de los deportistas. Bien es sabido que los grandes efectos de la exposición a la altura comienzan desde una altitud de 1.600 metros; no es frecuente emplear alturas de más de 2.600 metros para las concentraciones de entrenamiento.

Veamos las respuestas que se recogieron durante una exposición inicial: respuestas agudas que duraron desde algunas horas hasta varios días y respuestas a largo plazo que duraron entre dos y cinco semanas o incluso más (tabla 9.1).

Consideremos una situación con cambios fisiológicos inducidos por la exposición y el entrenamiento a un nivel de altura medio. La llegada a un lugar de altitud elevada y un aire con menor contenido de oxígeno provoca una excitación de los quimioceptores y un aumento reflejo de la ventilación pulmonar. Dicho aumento es un mecanismo de compensación para que llegue a los pulmones la misma cantidad de oxígeno que al nivel del mar. Esta hiperventilación se produce tanto en reposo como durante el ejercicio. El volumen plasmático sanguíneo disminuye inmediatamente después de alcanzar dicha altura; tras una semana o más, recupera el nivel anterior e in-

Respuestas agudas y a largo plazo de los deportistas a la exposición y el entrenamiento en altura (basado en McArdle et al., 1991; Brooks et al., 1996; Wilber, 2004).

Tabla 9.1.

Funciones fisiológicas	Respuestas agudas	Respuestas a largo plazo
Ventilación pulmonar	Aumento de la ventilación pulmonar debido a la reducción del contenido de oxígeno	La ventilación pulmonar sigue incrementada
Frecuencia cardíaca	Aumento de la frecuencia cardíaca en reposo y durante los ejercicios; disminución de los valores de la frecuencia cardíaca máxima	Vuelta de la frecuencia cardíaca durante el ejercicio y en reposo al nivel anterior a la exposición a la altura; frecuencia cardíaca máxima sigue siendo baja
Volumen cardíaco	Reducción del volumen cardíaco en reposo y durante el ejercicio intenso	Vuelta del volumen cardíaco durante el ejercicio y en reposo al nivel anterior a la exposición a la altura
Gasto cardíaco	Reducción del gasto cardíaco en reposo y durante el ejercicio intenso	Vuelta del gasto cardíaco durante el ejercicio y en reposo al nivel anterior a la exposición a la altura
Lactato sanguíneo	Aumento de la acumulación de lactato tras el ejercicio intenso y máximo	Valores inferiores de lactato después del ejercicio intenso y máximo en comparación con el nivel anterior a la exposición a la altura
Aporte de energía aeróbica	Reducción del consumo máximo de oxígeno un 1% por cada 100 metros de elevación de la altitud	Aumento de las enzimas aeróbicas; vuelta del consumo máximo de oxígeno casi al nivel anterior a la exposición a la altura

Capacidad anaeróbica	La hipoxia acelera las reacciones glucolíticas y la glucogenólisis	El aumento de la neutralización de la acidez muscular aumenta la capacidad anaeróbica
Regulación de hormonas	Aumento del nivel de catecolaminas; liberación de eritropoyetina que estimula la producción de hematíes y hemoglobina	Aumento del cortisol que indica una reacción al estrés y afecta el catabolismo muscular
Respuesta hematológica	El volumen plasmático y el volumen sanguíneo total disminuyen inmediatamente después de llegar	Aumento del volumen sanguíneo total, el número de hematíes y la masa de hemoglobina
Músculos esqueléticos		Aumento de la densidad capilar; posible descenso de la masa muscular debido a la acción catabólica del cortisol
Equilibrio hídrico	Tendencia a la deshidratación debido al aumento de la respiración y la pérdida de agua por la orina	El aumento del consumo de líquidos puede llegar a cuatro o cinco litros al día
Sistema inmunitario	Mayor riesgo de sufrir infecciones de las vías respiratorias altas	El aumento de las hormonas catecolamina y cortisol deprime la función inmunitaria

cluso supera los valores que tiene al nivel del mar (Stalin, 1996). La frecuencia cardíaca (FC) en reposo y con cargas moderadas aumenta proporcionalmente al descenso de la presión parcial del oxígeno. Una razón más para que la FC aumente podría ser la liberación de catecolaminas (principalmente adre-

nalina) que se produce especialmente en la exposición inicial. El volumen cardíaco en reposo y con cargas de intensidad moderada y alta disminuye sustancialmente durante los dos primeros días. Después de varios días el volumen cardíaco vuelve a sus niveles anteriores a la exposición a la altura. Sin embargo, la FC aumenta notablemente y el gasto cardíaco permanece bajo en reposo y con las diferentes cargas muchos días (Wilber, 2004). Uno de los importantes resultados de la hipoxia es la reducción de la oxigenación en el riñón que estimule la síntesis de la eritropoyetina (EPO), una hormona que regula la producción de hematíes y hemoglobina. El aumento de la concentración de EPO facilita la síntesis de los hematíes y la hemoglobina, un proceso que dura aproximadamente entre cinco y siete días. Después, la capacidad de transporte de oxígeno por la sangre aumenta notablemente, al igual que la capacidad aeróbica de los deportistas. Estas alteraciones explican la gran reducción del consumo máximo de oxígeno durante la exposición aguda y su aumento gradual durante la aclimatación. En los primeros días, el ambiente hipóxico acelera las reacciones glucolíticas y la degradación del glucógeno. En este momento, el umbral anaeróbico baja enormemente, así como los regímenes de velocidad correspondientes. Del mismo modo, la respuesta metabólica al ejercicio habitual también cambia; a medida que los deportistas se aproximan a su régimen previo de velocidad confortable, se produce un gran aumento del lactato en sangre. La aclimatación posterior sigue al aumento de la capacidad de neutralización de la acidez de los músculos que evita la acidosis excesiva (reducción del pH) durante las cargas importantes.

El entrenamiento en altura serio durante una semana o algo más produce un aumento de la secreción de cortisol que estimula las reacciones catabólicas y la posible reducción de masa muscular. En efecto, se han advertido notables descensos de la masa muscular y el peso corporal entre deportistas de elite (Issurin, Kaverin, 1990). Una consecuencia más del aumento de cortisol es la supresión de la función inmunitaria con un mayor riesgo de sufrir infecciones respiratorias, lo cual preocupa a los médicos del deporte. Inmediatamente después de la llegada a la altura, el aumento de la frecuencia respiratoria y la pérdida de agua por la orina provocan deshidratación. Por tanto, durante toda la exposición a la altura el consumo de líquidos debe aumentar a cuatro o cinco litros al día.

Durante mucho tiempo, los beneficios potenciales del entrenamiento en altura se asociaron a cambios hematológicos, es decir, aumento del aporte de oxígeno a los músculos. En realidad, estos cambios son transitorios, y al poco tiempo de volver al nivel del mar (entre unos pocos días y una semana), los hematíes y la hemoglobina vuelven a sus niveles anteriores. Otro contribuyente potencial al efecto ergogénico posterior a la exposición a la altura es el incremento de las capacidades anaeróbicas debido al aumento de la capacidad de neutralización de la acidez de los músculos y la sangre. Otro factor que parece contribuir es el aumento de la mejora de la adaptación celular de los músculos. Este factor se ha estudiado menos y rara vez se tiene en cuenta. Sin embargo, se sabe que el entrenamiento en altura (o en condiciones de altura simulada) provoca un aumento de la capilaridad muscular, lo cual facilita la extracción de oxígeno de la sangre (Mizuno *et al.*, 1990). También pueden suceder otros cambios favorables de la microestructura muscular (Terrados *et al.*, 1990).

Estudio y ejemplo. Diez hombres entrenaron durante cuatro semanas en un cicloergómetro con una pierna. El protocolo de entrenamiento consistía en hacer ejercicios con una pierna en condiciones normobáricas (al nivel del mar), y con la otra pierna en condiciones hipóxicas correspondientes a una altura de 2.300 metros. La batería de tests incluía pruebas de resistencia y una biopsia por punción con la subsiguiente evaluación de la mioglobina y las enzimas musculares en la muestra extraída. La comparación de la pierna entrenada en altura con la otra permitió a los investigadores calcular el efecto del entrenamiento en altura simulada. El resultado fue una resistencia significativamente superior, un gran aumento de la actividad de las enzimas oxidativas y una mayor concentración de mioglobina (Terrados *et al.*, 1990).

En resumen, incluso una consideración simplificada de las respuestas agudas y a largo plazo a la exposición a la altura indica muchas dificultades relacionadas con el programa de preparación de los deportistas, mientras que los beneficios potenciales aún parecen complicados y dudosos.

¿Aporta beneficios el entrenamiento en altura?

Aunque esta cuestión no es relevante para muchos entrenadores, sigue siendo muy evidente para muchos fisiólogos. Hablando en general, la situación existente es paradójica: los libros sobre fisiología del ejercicio declaran que el entrenamiento en altura no aporta beneficios para los rendimientos al nivel del mar en comparación con el entrenamiento adecuado al nivel del mar (Jensen y Fisher, 1979; McArdle *et al.*, 1991; Wilmore y Costill, 1993; Brooks *et al.*, 1996). Sin embargo, el número de deportistas que practican entrenamientos en altura y el número de centros de entrenamiento en altura aumentan constantemente. Muchos grandes deportistas de diferentes deportes como Alexander Popov (natación) o Lance Armstrong (ciclismo) realizaban sistemáticamente entrenamientos en altura. Por ejemplo, Frederick (1974) mostró que todas las medallas de oro en atletismo desde los 1.500 metros hasta la maratón en los Juegos Olímpicos de Munich en 1972 las ganaron deportistas que practicaban entrenamientos en altura. A pesar de las contradicciones científicas y las áreas de disputa teórica, el entrenamiento en altura se ha convertido en parte del régimen de preparación de muchos equipos nacionales exitosos.

Estudio de caso. Durante el Campeonato Europeo de Natación de 1999, este autor preguntó a los entrenadores principales de los mejores equipos nacionales (Alemania, Gran Bretaña, Francia, Italia, Rusia, España y Suecia) sobre el uso del entrenamiento en altura. Todos los que respondieron afirmaron que sus equipos practicaban concentraciones de entrenamiento en altura como parte de su preparación anual. Sin embargo, todos dijeron que muchos deportistas, normalmente los miembros del equipo de más edad y con más experiencia, no habían tomado parte en los entrenamientos en altura. Las razones que ofrecieron los diferentes entrenadores fueron muy similares: respuesta desfavorable de los deportistas al entrenamiento en altura.

El ejemplo anterior demuestra que los entrenadores de renombre, apoyados por expertos y médicos cualificados en el deporte, decidieron conscientemente incorporar el entrenamiento en altura a sus regímenes de pre-

paración. Es difícil imaginar que no encontraran suficientes argumentos para la incorporación de los programas de entrenamiento en altura durante décadas. Al mismo tiempo, sin embargo, el mismo ejemplo indica que no todos los miembros de un equipo nacional participaron en el programa de entrenamiento en altura; en todos los equipos hubo excepciones. Los entrenadores solventaron el problema dividiendo a los deportistas en "adaptados" y "no adaptados", y eliminando a los últimos de los programas de entrenamiento en altura. Este enfoque práctico se adecua totalmente a los datos científicos y muestra que los "adaptados" y los "no adaptados" son reconocibles basándose en las respuestas hematológicas y el índice de mejora del rendimiento (Chapman *et al.*, 1998). Se puede encontrar más información sobre este concepto en diferentes estudios de genética humana.

Pruebas genéticas. Los científicos han investigado durante mucho tiempo los marcadores genéticos comunes que determinan si existen diferencias en las frecuencias de los genotipos entre los deportistas de elite y la población de control (de Garay *et al.*, 1974). Se encontró que el cromosoma humano número 14 contiene el factor 1 α inducible por la hipoxia, que sirve como regulador genético de la síntesis y la liberación de EPO durante la exposición y el entrenamiento en altura (Vogt *et al.*, 2001; Wilber, 2004). Los deportistas con predisposición genética a ofrecer una respuesta favorable a la hipoxia liberan mayores concentraciones de EPO en altura (Witkovski *et al.*, 2002). Aparentemente, estos deportistas manifestaron cambios hematológicos beneficiosos inducidos por el entrenamiento en altura.

Observemos que la investigación de los efectos del entrenamiento en altura ha revelado resultados muy diferentes. Muchos grupos de investigación no han encontrado mejoras posteriores a la exposición a la altura en las variables fisiológicas (cambios hematológicos, consumo máximo de oxígeno) o en el rendimiento deportivo (Hahn *et al.*, 1992; Telford *et al.*, 1996; Balley *et al.*, 1998). El resto de los estudios revelaron ganancias significativas tanto en el consumo máximo de oxígeno como en el rendimiento deportivo (Chung *et al.*, 1995; Levine y Spray-Gundersen, 1997). Estas contradicciones

pueden explicarse en parte mediante el concepto de los “adaptados y no adaptados”. Según este punto de vista, es interesante considerar los hallazgos que se obtuvieron en un grupo formado sólo por “adaptados”.

Estudio y ejemplo. Siete corredores muy cualificados de media y larga distancia se sometieron a tres semanas de concentración de entrenamientos en altura (1.850 metros). Todos habían entrenado en altura sistemáticamente durante varios años y sus respuestas positivas se confirmaron con distintas ganancias en el rendimiento. El consumo máximo de oxígeno se midió antes del entrenamiento en altura y en la tercera semana de reaclimatación al nivel del mar (figura 9.2). Todos los corredores mejoraron su capacidad aeróbica anterior a la exposición a la altura, y la mejora promedio de todo el grupo fue significativa ($P < 0,05$): 7,4% (Suslov *et al.*, 1999).

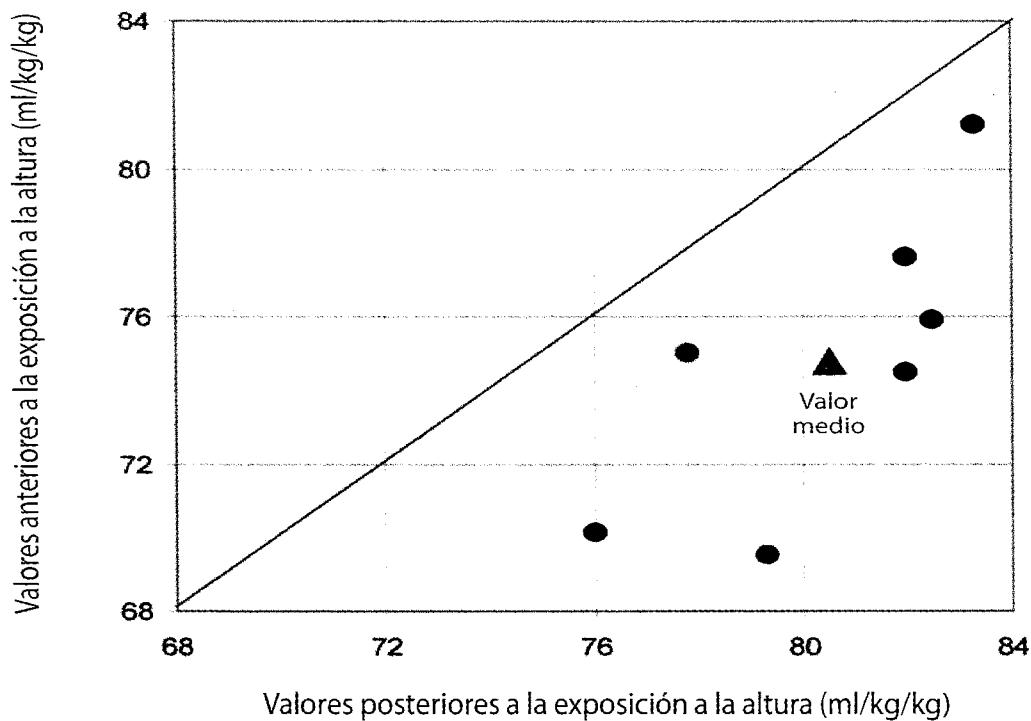


Figura 9.2. *Ganancia del consumo máximo de oxígeno producido por tres semanas de entrenamiento en altura en un grupo de corredores altamente cualificados de media y larga distancia (basado en Suslov et al., 1999).*

Para resumir esta sección, cabe proponer que los deportistas pertenecientes a la categoría de los “adaptados” pueden beneficiarse de un entrenamiento en altura razonablemente diseñado. ¿Qué factores fisiológicos contribuyen a lo que llamaríamos efecto ergogénico posterior a la altura? Una revisión de la literatura actual nos permite enumerar tres beneficios potenciales del entrenamiento en altura (tabla 9.2).

Los beneficios relacionados requieren ciertos comentarios críticos. Desafortunadamente, el aumento de los hematíes y la masa de hemoglobina cae rápidamente tras volver al nivel del mar (Wilmore y Costill, 1993),

Tabla 9.2. *Beneficios potenciales del entrenamiento en altura que afectan la mejora del rendimiento al nivel del mar.*

Beneficios potenciales	Comentarios	Fuentes
Mejora del aporte de oxígeno a los músculos	El menor contenido de oxígeno del aire permite una síntesis de la hormona eritropoyetina (EPO) que estimula la producción de hematíes y hemoglobina adicionales, lo cual proporciona un aporte beneficioso de oxígeno a los músculos; el volumen sanguíneo total también aumenta	Saltin, 1996; Ekblom y Berglund, 1991
Aumento del uso del oxígeno en las células musculares	El entrenamiento en altura aumenta la concentración de mioglobina, la actividad de las enzimas aeróbicas y el número de mitocondrias; la capilaridad muscular también aumenta	Terrados <i>et al.</i> , 1988, 1990; Mizuno <i>et al.</i> , 1990
Aumento de la capacidad anaeróbica con mejora de la amortiguación del pH en los músculos y la sangre	El entrenamiento en altura aumenta la capacidad de los músculos y la sangre para amortiguar la concentración de iones hidrógeno y evitar la acidosis excesiva; como resultado, aumenta la capacidad anaeróbica de los deportistas	Mizuno <i>et al.</i> , 1990; Gora <i>et al.</i> , 2001

aunque el mayor volumen sanguíneo tarda entre dos y cuatro semanas en normalizarse gradualmente (Saltin, 1996). Se podría sugerir que la sangre de algunos deportistas retiene la capacidad aumentada de transportar el oxígeno durante períodos más prolongados, mientras que en otros el beneficio se pierde antes. La mejora de la adaptación celular de los músculos causada por el entrenamiento en altura parece ser un candidato posible para los beneficios potenciales, pero actualmente pocos datos apoyan esta hipótesis. El aumento de la capacidad anaeróbica parece ser el candidato real para beneficiar el rendimiento al nivel del mar; ello ayuda a explicar por qué muchos velocistas de elite (corredores de 400 metros, nadadores de 100 metros, etc.) han continuado empleando el entrenamiento en altura en las últimas tres décadas.

BASES DEL ENTRENAMIENTO

Aparentemente, las respuestas fisiológicas al entrenamiento en altura son muy diferentes a las del entrenamiento al nivel del mar. Como consecuencia, los programas de entrenamiento en altura han de reflejar estas diferencias. Tienen que corresponder a las demandas fisiológicas y no exceder los límites de la adaptación biológica; por otro lado, tienen que aportar el efecto acumulativo del entrenamiento planificado. Por tanto, es necesario establecer los principios generales, la metodología básica y las directrices prácticas que se presentan a continuación.

Principios generales y aspectos básicos del entrenamiento en altura

Los cuatro principios generales que aparecen a continuación son de primordial importancia para el entrenamiento y la preparación.

Primero. El principio del objetivo general. Hay que seleccionar una de las tres opiniones:

- ¿La intención del entrenamiento en altura es preparar a los deportistas para el rendimiento en altura?
- ¿Se supone que el entrenamiento en altura tiene que explotar los efectos posteriores a la exposición a la altura en competiciones al nivel del mar?
- ¿La intención del entrenamiento en altura es diversificar y activar la preparación anual?

Segundo. Selección de los deportistas que responden de forma positiva al entrenamiento en altura. La decisión consiste en incluir a todos los deportistas como individuos en el programa de entrenamiento en altura según sus respuestas individuales, su experiencia previa a la exposición a la altura y los datos de sus exámenes médicos relevantes.

Tercero. Composición del programa de entrenamiento según las fases de aclimatación a la altura. El entrenamiento anterior a la exposición a la altura, las condiciones de altura (elevación, clima, tiempo meteorológico, etc.) y las particularidades de los deportistas (experiencia previa en altura, edad, peso corporal y masa muscular, capacidad aeróbica, etc.) afectan la duración de cada fase.

Cuarto. Recopilación del programa de entrenamiento posterior a la exposición a la altura con respecto a las fases de reaclimatación al nivel del mar. Este principio también implica la participación en la competición y el uso del efecto ergogénico posterior a la exposición a la altura.

Comentemos estos principios y consideremos los elementos básicos de la programación de un entrenamiento en altura. El primer principio trata sobre la estrategia de preparación cuando los entrenadores y otros expertos deportivos deciden desarrollar su concepto de entrenamiento incluyendo el entrenamiento en altura. Existen al menos tres propuestas generales del entrenamiento en altura y todas determinan las características adecuadas de la preparación anual (tabla 9.3).

El uso del entrenamiento en altura para el rendimiento al nivel del mar presupone la utilización de muchos beneficios fisiológicos en potencia considerados anteriormente (tabla 9.2). Desde los puntos de vista fisiológico y metodológico, es importante comprobar de forma individual las respuestas del

Tabla 9.3.

Propuestas y características generales del entrenamiento en altura en el marco del ciclo de preparación anual de deportistas.

Propósito del entrenamiento en altura	Tipos de mesociclos empleados	Número de concentraciones de entrenamiento en altura	Exposición total a la altura
Preparación de los deportistas para el rendimiento al nivel del mar	Acumulación Transformación	Dos-tres	35-60 días
Preparación de los deportistas para el rendimiento en altura	Acumulación Transformación Realización	Tres-cuatro	50-100 días
Diversificación y mejora de la preparación anual	Acumulación	Uno-dos	15-25 días

deportista y adaptarlo por adelantado a las cargas y reacciones habituales. Existe la hipótesis de que el uso de los beneficios fisiológicos aporta más respuestas deterministas y predecibles en las concentraciones de entrenamiento en altura repetidas. En cualquier caso, los sistemas de entrenamiento que explotan el efecto posterior a la exposición a la altura desarrollados por la URSS (Suslov, 1983) y la RDA (Reiss, 1988) proponían que se realizaran dos o tres concentraciones de entrenamiento en altura repetidas.

El segundo principio se refiere al concepto "adaptados" y "no adaptados" (Chapman *et al.*, 1998). Esta diferenciación puede realizarse con métodos científicos objetivos o con la ayuda de indicadores prácticos específicos del deporte. En cualquier caso, esta estimación requiere una o dos concentraciones de entrenamiento en altura en los que se comprueben las respuestas al entrenamiento de forma individual. La experiencia práctica muestra que la mayoría de los deportistas de alto nivel, sobre todo los de deportes de resistencia, responden de manera positiva al entrenamiento en altura. Sin embargo, entre los "adaptados" la variabilidad de las reacciones individuales

es muy alta. El factor que más afecta la adaptación es la experiencia acumulativa de los entrenamientos previos. Se ha observado que los deportistas con más experiencia en altura superan los problemas de la aclimatación inicial mejor y más rápidamente. La aceleración de esta adaptación se obtiene gracias a dos factores fisiológicos (reacción hormonal más favorable, mejor respuesta hematológica, etc.) y a un comportamiento más racional durante el entrenamiento y la recuperación. Durante la primera concentración de entrenamiento, los deportistas jóvenes (18-21 años) suelen responder de forma relativamente más beneficiosa. Las ventajas adicionales en la adaptación inicial aportan una menor masa muscular y más capacidad aeróbica, lo cual suele causar respuestas más económicas y favorables.

Los principios tercero y cuarto requieren una consideración especial que se ampliará en los siguientes apartados. Son necesarias otras observaciones respecto a la utilidad del entrenamiento en altura en diferentes deportes y su empleo como parte de la periodización en bloques.

Tradicionalmente, el entrenamiento en altura se ha considerado especialmente adecuado para los deportes de resistencia (Saltin, 1996; Reiss, 1998; Rusko, 2004). De hecho, cada vez hay más deportes en los que se utiliza el entrenamiento en altura. Los objetivos como la recuperación activa y el acondicionamiento general hacen un uso razonable del entrenamiento en altura para cualquier deporte. Por ejemplo, los astronautas soviéticos practicaban sistemáticamente concentraciones de entrenamientos en el centro deportivo de altura de Armenia. Los deportistas de los deportes de combate y de balón emplean el entrenamiento en altura para mejorar la resistencia general y específica del deporte. Además, los beneficios potenciales como la mejora de la capacidad anaeróbica (tabla 9.2) pueden proporcionar mejor velocidad-resistencia y ampliar el rango de competiciones deportivas a las que puede aplicarse el entrenamiento en altura. Los deportes de potencia también se consideran actividades que pueden beneficiarse del entrenamiento en altura (Suslov *et al.*, 1999); las ventajas potenciales que contribuyen a los efectos positivos se relacionan principalmente con factores medioambientales y con romper la rutina de los ejercicios habituales. Sin embargo, el grupo con el mayor número de defensores del entrenamiento en altura está formado por representantes de deportes de resistencia en los que la cantidad de descubrimientos científicos y empíricos es realmente grande.

Hay que destacar que muchos años antes de que aparecieran las primeras publicaciones sobre la periodización en bloques se propuso la idea de dirigir cargas de alta concentración al desarrollo de un número mínimo de capacidades motrices en relación con el entrenamiento en altura. Estos mesociclos en altura se llamaron "bloques de cargas aeróbicas en altura"; los entrenadores más avanzados creativamente combinaron estos bloques con mesociclos posteriores con cargas de alta intensidad de forma muy similar a la periodización en bloques contemporánea. Actualmente, el mesociclo en altura más empleado es el de acumulación; la exposición más prolongada a la altura posibilita la aplicación de algunas partes o incluso de todo el mesociclo de transformación; en casos muy especiales, el mesociclo de realización para la preparación y puesta a punto del rendimiento en altura precede a la competición (tabla 9.4).

Tabla 9.4. *Cargas propuestas y tipos de mesociclos empleados en el entrenamiento en altura.*

Cargas propuestas	Tipo	Comentarios
Acondicionamiento general, cargas aeróbicas de intensidad baja y moderada, uso de medios de entrenamiento semiespecíficos	Acumulación	Sobre todo para principios de la temporada
Ejercicios de umbral anaeróbico, cargas de fuerza máxima o fuerza-resistencia aeróbica, uso de tandas alácticas	Acumulación	Sobre todo para mediados de la temporada
Ejercicios de resistencia aeróbica-anaeróbica y anaeróbicos glucolíticos específicos del deporte, cargas de fuerza-resistencia anaeróbica	Transformación	Puede emplearse sólo tras una suficiente aclimatación
Programa de acondicionamiento general y aeróbico específico del deporte para activar la preparación para la competición objetivo	Acumulación	Planificado como parte inicial de la etapa final de la preparación
Puesta a punto precompetición: simulación específica de la competición y ejercicios de velocidad máxima combinados con recuperación completa	Realización	Puede emplearse antes de la competición en altura

Fases de aclimatación a la altura y diseño del programa de entrenamiento

La aclimatación a la altura es un proceso muy complejo que se ve afectado por factores medioambientales, fisiológicos, metodológicos del entrenamiento e individuales. A pesar de la complejidad de este proceso y la variedad de las respuestas individuales, se distinguen tres fases de aclimatación diferentes (tabla 9.5).

Tabla 9.5. Fases de la aclimatación a la altura y sus características generales (Issurin y Vrijens, 1995).

Fases	Respuesta de los deportistas	Duración
Aguda	<p>Aumento de la FC en reposo y durante el ejercicio</p> <p>Reducción sustancial de la velocidad del umbral anaeróbico</p> <p>Aumento de la acumulación de lactato durante el ejercicio de intensidad moderada</p> <p>Aumento de la ventilación pulmonar</p>	3-7 días
Transición	<p>Reacción normalizada al ejercicio con intensidad media y moderada</p> <p>Aumento de la FC y la acumulación de lactato en el ejercicio intensivo</p> <p>Reducción ligera de la velocidad del umbral anaeróbico</p> <p>Aumento de la ventilación pulmonar</p>	3-5 días
Estabilización	<p>Reacción normalizada al ejercicio con intensidad baja, moderada y alta</p> <p>Normalización de la acumulación de lactato en el ejercicio intensivo</p> <p>La velocidad del umbral anaeróbico se acerca al nivel anterior al entrenamiento en altura</p> <p>Aumento de los hematíes y la hemoglobina</p>	Resto de la exposición

La fase aguda de la aclimatación es la más restringida en términos de capacidad de entrenamiento. Para los deportistas sin experiencia en particular, este período puede desencadenar reacciones inadecuadas cuando los deportistas se excitan y hacen esfuerzos excesivos y provocan respuestas exageradas. Estos trastornos se pueden asociar con un aumento de la secreción de catecolamina y la reducción del autocontrol. La duración de esta fase depende en gran parte de las peculiaridades individuales de cada deportista; normalmente es más corta para los que ya han experimentado varias veces la concentración de entrenamiento en altura.

La fase de transición se caracteriza por unas respuestas más favorables, aunque inestables y menos predecibles. En esta fase el deportista puede sentir una fatiga excesiva tras una carga relativamente baja y puede que controle menos su técnica de movimientos. La duración de esta fase también varía en función del individuo; por tanto, el período total durante el cual los deportistas tienen que entrenar con cargas reducidas varía entre seis y doce días. Es necesario tomar precauciones especiales sobre el uso de ejercicios glucolíticos de alta intensidad; si se emplean prematuramente, pueden afectar de forma negativa la adaptación de los deportistas. Después, cuando llega la fase de estabilización, los atletas pueden seguir programas de entrenamiento con grandes cargas casi sin límite (tabla 9.6).

Como muestra la tabla 9.6, el programa de microciclos inicial difiere enormemente del estándar anterior a la exposición a la altura. Se ha intentado iniciar un programa en altura con regímenes de entrenamiento normales empleados al nivel del mar en varios deportes; el resultado fue una incapacidad para mantener el programa de entrenamiento en el siguiente microciclo. Además, como norma, estos deportistas tampoco tuvieron éxito en el período de reaclimatación y su rendimiento al nivel del mar no mejoró. Por tanto, en el microciclo inicial realizado con un volumen total de entrenamiento ligeramente reducido se han de utilizar cargas más económicas de intensidad reducida y una menor complejidad coordinativa.

Durante la fase de transición, el volumen de entrenamiento alcanza su nivel normal, pero la intensidad de los ejercicios sigue siendo más baja. La fase de estabilización permite, y hasta requiere, el uso de cargas más altas, lo cual al final determina los efectos acumulativos y residuales del programa en altura. Este nivel más alto de la carga se mantiene casi hasta el final

Enfoque general para componer un programa de entrenamiento según las fases de la aclimatación a la altura (Issurin y Vrijens, 1995).

Tabla 9.6.

Características del entrenamiento	Fase aguda	Fase de transición	Fase de estabilización
Tipo de microciclo	Adaptación	Carga	Carga y/o impacto
Duración del microciclo	3-7 días	3-5 días	5-7 días
Número de microciclos	Uno	Uno	Uno-tres
Volumen total de ejercicio	Normal o 10-20% menos	Normal o 5-10% menos	Normal
Volumen de ejercicio con más alta intensidad	40-60% menos	15-30% menos	Normal
Complejidad coordinativa	Más baja	Ligeramente más baja	Normal

de la concentración de entrenamiento en altura. Sin embargo, durante el último día o los dos últimos días se deben reducir los niveles de la carga para facilitar la reaclimatación inicial al nivel del mar.

El último aspecto de esta consideración trata sobre la duración de la concentración de entrenamiento en altura. El enfoque general para determinar la duración necesaria para la exposición a la altura aparece en la figura 9.3.

Si se pretende que toda la preparación asegure el éxito en una competición en altura, el efecto del entrenamiento en altura quedará estrictamente

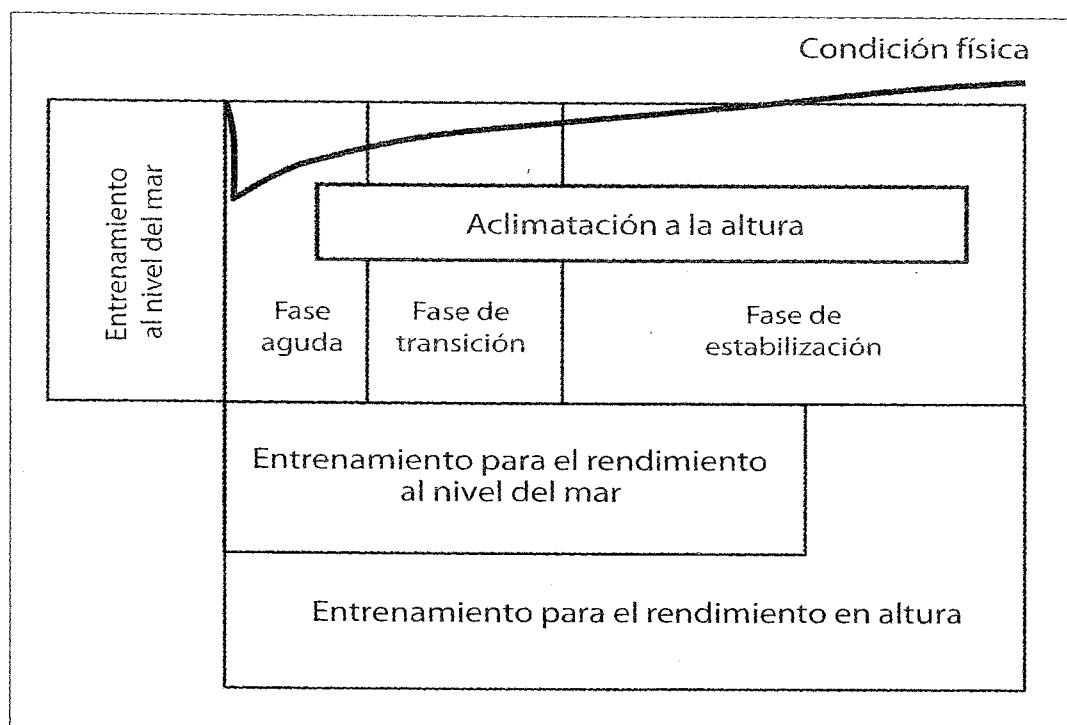


Figura 9.3. Duración de la concentración de entrenamiento en altura cuando su objetivo es el rendimiento al nivel del mar o en altura (basado en Issurin y Vrijens, 1995).

determinado por las ganancias en la preparación obtenidas en la fase de estabilización. Como consecuencia, es razonable prolongar el trabajo en esta fase hasta tres o cuatro semanas. En este caso, la duración total del entrenamiento en altura puede ser de un mes o más. Si con el programa se pretende preparar a los deportistas para competir al nivel del mar, su objetivo es conseguir un nivel adecuado de adaptación fisiológica, y la duración del entrenamiento puede variar entre 20 y 25 días, lo que corresponde a las recomendaciones de varios expertos en entrenamiento (Suslov, 1983; Fuchs y Reiss, 1990).

En conclusión, cabe señalar dos tipos de errores típicos:

- Ignorar la especificidad de la altura (o no prestarle la suficiente atención) cuando se diseña el programa de entrenamiento.
- Renunciar al uso de cargas máximas cuando los deportistas ya se han adaptado a la altura.

Reaclimatación después de la exposición a la altura y rendimiento deportivo

El estado de los deportistas durante el período de reaclimatación (es decir, capacidad de entrenamiento y rendimiento específico del deporte) varía ampliamente y está determinado al menos por tres factores:

- fases de las desviaciones de la condición física y los cambios fisiológicos durante este período;
- desviaciones de las cargas durante el entrenamiento posterior a la exposición a la altura;
- particularidades individuales de los deportistas.

Se localizaron y analizaron las desviaciones periódicas del rendimiento máximo y el estado fisiológico durante la reaclimatación posterior a la exposición a la altura (tabla 9.7).

Tabla 9.7. *Desviaciones periódicas del estado de los deportistas y el rendimiento máximo durante la reaclimatación posterior a la exposición a la altura.*

Periodo	Cambios del estado de los deportistas y el rendimiento deportivo máximo	Fuentes
Días 1 y 2	Estado favorable: es imposible completar y alcanzar buenos logros	Fuchs y Reiss, 1990
Días 3 a 7	Reducción de la capacidad de entrenamiento; baja probabilidad de alcanzar un rendimiento máximo	Schramme, 1970; Pohlitz, 1986
Días 3 a 10	Aumento continuo de la capacidad de entrenamiento; se alcanza el rendimiento máximo	Fuchs y Reiss, 1990
Días 14 a 18	Aumento continuo de la capacidad de entrenamiento; se alcanza el rendimiento máximo	Reiss et al., 1969; Suslov y Farfel, 1972

Días 12 a 28	Mejora de las reacciones generales y específicas del deporte, éxito en el rendimiento deportivo	Fuchs y Reiss, 1990; Suslov <i>et al.</i> , 1999
Días 37 a 46	Efecto retardado de la mejora de los deportistas; alta probabilidad de éxito en el rendimiento	Suslov <i>et al.</i> , 1999

Entre los datos que muestra la tabla 9.7 se identifican tres fases de la reaclimatación posterior a la exposición a la altura: los primeros dos días posteriores a la vuelta al nivel del mar, el período comprendido entre los días 12 y 28 y un intervalo de retardo entre los días 37 y 46 que sigue al entrenamiento en altura. Lo que sucede durante las fases positivas uno y dos se confirma con muchas observaciones prácticas y concuerda con los descubrimientos de muchos estudios bien controlados (figura 9.4).

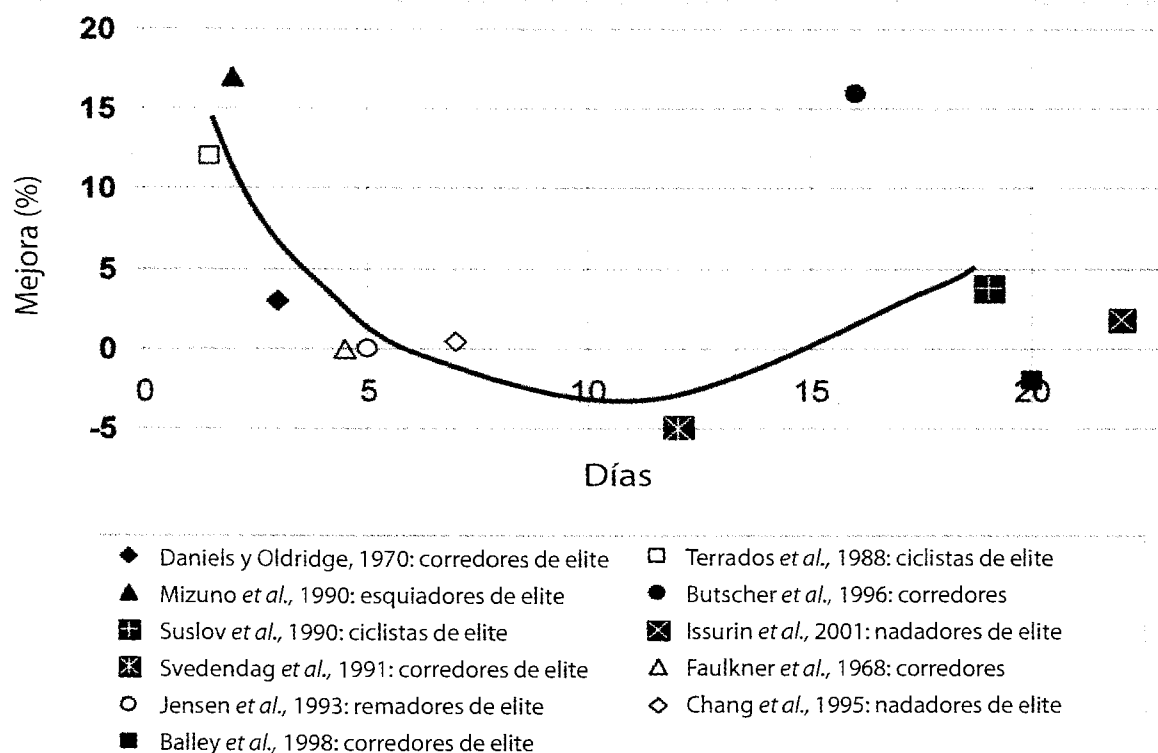


Figura 9.4. Dependencia de la mejora del rendimiento en la duración de la aclimatación posterior a la exposición a la altura: resumen de estudios en diferentes deportes.

El gráfico de la figura 9.4 resume los hallazgos registrados después de concentraciones de entrenamiento en altura a altitudes de 1.640 a 2.500 metros. Muestra que se obtuvieron ganancias positivas principalmente durante los dos primeros días y de 16 a 20 días después de volver al nivel del mar; gran parte del deterioro de los rendimientos se registró entre el quinto y el décimo días de la reaclimatación. En general, los datos revisados de numerosos estudios confirman la existencia de dos posibles fases en el período posterior a la exposición a la altura. En cuanto a la tercera fase de retardo, lo que ocurrió merece ser comentado de forma especial. Existen pocos estudios bien documentados en los que se controlen el estado de forma y el rendimiento de los deportistas durante largos períodos después de la concentración de entrenamiento en altura. Durante la preparación del equipo nacional de natación de la URSS se llevó a cabo uno de estos proyectos.

Estudio de caso. Se estudió la tendencia del rendimiento después del entrenamiento en altura durante la preparación inicial del equipo nacional de natación de la URSS. El plan anual contenía tres concentraciones de entrenamiento en altura de 20 a 22 días. Durante la reaclimatación posterior al último entrenamiento en altura, los nadadores participaron en una serie de competiciones en un periodo de 52 días. Los deportistas participaron en diferentes competiciones, pero los resultados se normalizaron según el rendimiento de la mejor temporada, lo cual se expresó en forma de porcentajes (figura 9.5). Los mejores rendimientos se obtuvieron entre los días 42 y 47; este período se consideró favorable y se recomendó para la participación en la competición objetivo (Vaitsekhovsky y Suslov; citado en Suslov *et al.*, 1999).

En vista de los hallazgos anteriores, el efecto ergogénico del entrenamiento en altura puede durar tanto como lo que se esperaba previamente (figura 9.5). No existen pruebas de que los cambios hematológicos, enzimáticos y celulares producidos por el entrenamiento en altura puedan mantenerse durante largos períodos de tiempo. Sin embargo, los beneficios posteriores a la exposición a la altura podrían haber contribuido a la consecución de efectos superiores en el entrenamiento, lo cual puede conducir a los mejores rendimientos retardados que se indican anteriormente. También hay que ob-

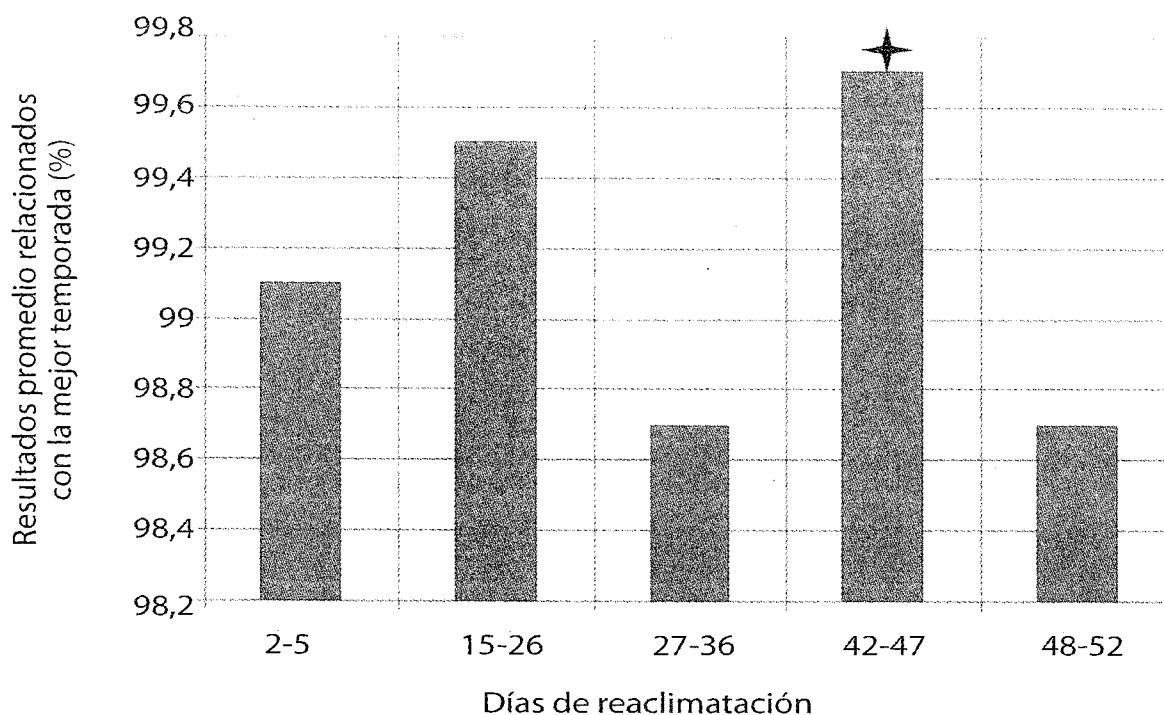


Figura 9.5.

Tendencia del rendimiento de nadadores de elite durante la reaclamación posterior a la tercera concentración de entrenamiento en altura de la temporada (basado en Suslov et al., 1999).

** = nivel de significación superior en comparación con los resultados promedio en las fases primera, tercera y quinta.*

servar que estas impresionantes mejoras del rendimiento se obtuvieron después de la serie, pero no a partir de una única concentración de entrenamiento. Cabe sugerir que son el resultado de las respuestas al entrenamiento producidas por una serie de concentraciones de entrenamiento. Además, podemos asumir que los nadadores con respuestas desfavorables al entrenamiento fueron identificados en las primeras etapas de la preparación y no formaron parte de la concentración de entrenamiento en altura final. Esto significa que el efecto ergogénico retardado lo alcanzó un subgrupo de "adaptados", lo cual podría haber contribuido al progreso logrado.

El deporte de alto rendimiento ofrece muchos ejemplos de preparaciones con éxito en las que se explota el efecto ergogénico posterior a la exposición a la altura. Y destaca más el hecho de que los deportistas de resisten-

cia de la anterior RDA obtuvieron muchos resultados destacados en los Juegos Olímpicos de Seúl de 1988 empleando entrenamientos en altura con los ritmos adecuados (tabla 9.8).

Tabla 9.8.

Duraciones de las concentraciones de entrenamiento en altura de los equipos nacionales de la RDA antes de los Juegos Olímpicos de Seúl de 1988 (basado en Fuchs y Reiss, 1990).

Deporte	Duración del entrenamiento en altura	Localización y elevación	Tiempo hasta la primera competición (días)	Tiempo hasta la segunda competición (días)
Natación	23 días	Toluca; 2.700 m	20	27
Remo	23 días*	Kaprun, Silvretta; 1.800 m	17	23
Ciclismo	18 días	México; 2.200 m	41	45
Carrera de media y larga distancia	18-33 días	México; 2.200 m	22	30

* El equipo de remo realizó un entrenamiento preliminar de seis días en una cámara hipóxica antes del entrenamiento en altura.

En conclusión, se puede decir que en las últimas décadas muchos deportistas y muchos equipos de todo el mundo han utilizado el efecto ergogénico posterior a la exposición a la altura y han tenido éxito en competiciones al nivel del mar. Presumiblemente, todos ellos pertenecen a la categoría de "adaptados", mientras que sus entrenadores pertenecen a la categoría de "defensores del entrenamiento en altura". El éxito del rendimiento al nivel del mar después de programas de entrenamiento en altura puede atribuirse a tres factores generalizados:

- Selección de deportistas que responden de forma positiva al entrenamiento en altura.
- Uso de las fases positivas de la reaclimatación al programar rendimientos al nivel del mar.
- Diseño e implementación creativa de un programa de entrenamiento razonable considerando las fases positivas y negativas de la reaclimatación y las particularidades individuales de cada deportista.

Etapa del entrenamiento que contiene la concentración en altura

Existen tres enfoques diferentes del diseño de la etapa de entrenamiento con concentración en altura cuando la preparación se dirige al rendimiento al nivel del mar (figura 9.6).

Consideremos el diagrama con respecto a las particularidades de cada uno de los enfoques.

Variante A. Concentración en altura para el acondicionamiento general, diversificación y recuperación activa. En este caso la fase de entrenamiento puede comenzar con un entrenamiento en altura con ejercicios inespecíficos y semiespecíficos para las capacidades aeróbicas y de fuerza general; la continuación al nivel del mar se dedica al desarrollo de estas capacidades con medios de entrenamiento específicos del deporte. El siguiente mesociclo de transformación puede explotar la fase positiva de la reaclimatación posterior a la exposición a la altura; el siguiente mesociclo de realización acompaña a la etapa de entrenamiento.

Variante B. Concentración en altura para el rendimiento al nivel del mar en la segunda fase positiva de la reaclimatación. La fase de entrenamiento comienza con un bloque de entrenamientos anterior a la exposición a la altura que dura entre una y dos semanas; continúa con una concentración en altura que consta de "trabajo aeróbico suave" (fases aguda y de transición) y "trabajo duro" (fase de estabilización). El programa posterior a la exposición a la altura continúa con la preparación específica del deporte en el mesociclo de transformación, la puesta a punto (*taper*) anterior a la competición y la competición.

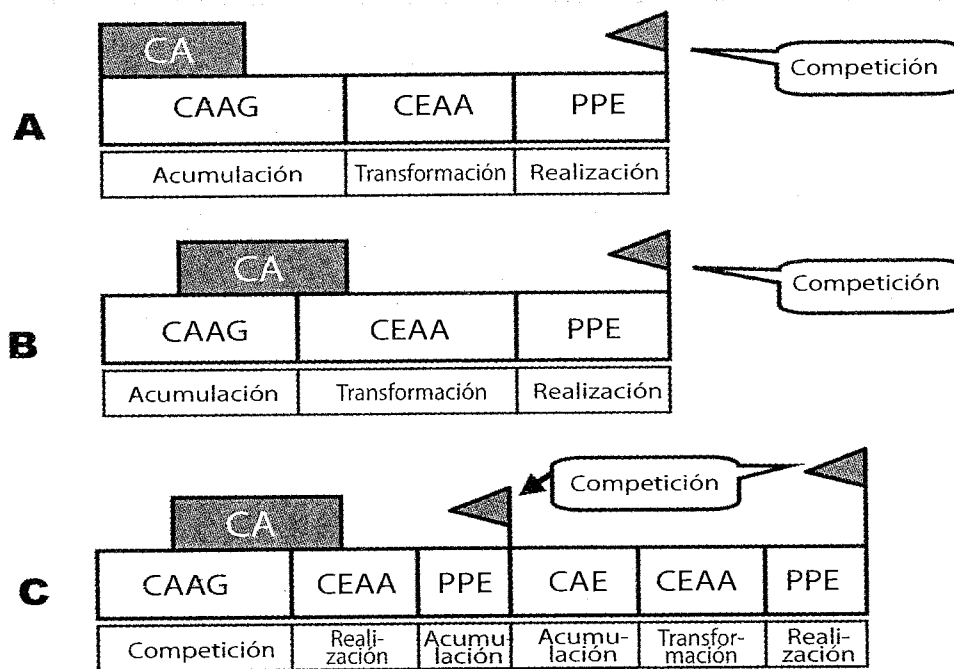


Figura 9.6. *Enfoque general del diseño de la etapa de entrenamiento en la concentración en altura. A: concentración en altura para el acondicionamiento general, diversificación y recuperación activa. B: concentración en altura para el rendimiento al nivel del mar en la segunda fase positiva de la reaclimatación. C: concentración en altura para el rendimiento al nivel del mar en la tercera fase positiva de retardo de la reaclimatación. Abreviaturas: CA = concentración en altura; CAAG = cargas aeróbicas y de acondicionamiento general; CEAA = cargas especiales aeróbicas-anaeróbicas; PPE = puesta a punto específica (tapering); CAE = cargas aeróbicas específicas.*

Variante C. *Concentración en altura para el rendimiento al nivel del mar en la tercera fase positiva de retardo (36-46 días después de la concentración en altura).* En este caso la preparación posterior a la exposición a la altura es diferente. Los deportistas experimentan la reaclimatación posterior a la exposición a la altura y compiten inmediatamente después de la fase de depresión (11-14 días después de volver al nivel del mar) o incluso un poco antes. Después de todo, la reducción de los mesociclos de acumulación y transformación precede al mesociclo de realización de duración óptima antes de la competición objetivo.

Es interesante que la variante B sea la que más se emplea y sobre la que más se ha escrito (Reiss y Zansler, 1987; Fuchs y Reiss, 1990), mientras que

la variante C es la menos conocida y popular. Veamos los diferentes componentes de las variantes B y C: preparación anterior a la exposición a la altura y posterior a exposición a la altura.

El objetivo de la **preparación anterior a la exposición a la altura** es facilitar la adaptación de los deportistas a las condiciones hipóxicas esperadas y a las cargas aeróbicas programadas. Para este fin se han diferenciado dos enfoques básicos: el pedagógico y el fisiológico.

El enfoque pedagógico presupone la administración de un bloque al nivel del mar de cargas aeróbicas (de uno a tres microciclos), centrando el programa en entrenamientos de volumen realizados en los niveles del umbral aeróbico y anaeróbico combinados con ejercicios de acondicionamiento general. Inmediatamente antes de la concentración en altura (dos a tres días), el nivel de la carga tiene que reducirse para facilitar la aclimatación aguda durante los primeros días de la concentración en altura. Este enfoque se apoya con publicaciones de muchos expertos en el entrenamiento deportivo (Pfeifer, 1987; Reiss y Zansler, 1987).

El enfoque fisiológico emplean técnicas especiales para crear condiciones hipóxicas durante la realización del programa de entrenamiento al nivel del mar. El objetivo de este entrenamiento hipóxico es alcanzar la preaclimatación antes de llegar a la altura. Para este entrenamiento se emplean mucho las cámaras hipóxicas (Wilber, 2004) o máscaras especiales para inspirar aire hipóxico (Bulgakova *et al.*, 1999). El entrenamiento de preaclimatación suele durar entre una y dos semanas y puede completarse inmediatamente antes o unos días antes de salir (Fuchs y Reiss, 1990). El número de entrenamientos varía entre tres y seis a la semana y éstos duran entre 30 y 90 minutos. También se han empleado otros regímenes de entrenamiento, aun-

Ejemplo. Los marchadores de elite Ronald Weigel y Hartwig Gauder, que ganaron dos medallas de plata y una de bronce en los Juegos Olímpicos de Seúl de 1988, practicaron en tres concentraciones de entrenamiento en altura de entre tres y cuatro semanas a altitudes de 2.400 metros (Addis Abeba), 2.700 metros (Toluca) y 2.000 metros (Belmeken); el último terminó 19 días antes de la competición olímpica. El entrenamiento anterior a la exposición a la altura en una cámara hipóxica duró entre una y dos semanas antes de cada concentración en altura (fuente: Fuchs y Reiss, 1990).

que los que más se aceptan parecen ser los ejercicios continuos e intermitentes de intensidad moderada.

La **preparación posterior a la exposición a la altura** se basa en las fases anteriores de la reaclimatación al nivel del mar y en los cambios del estado de los deportistas tras una concentración de entrenamiento en altura (figura 9.7).

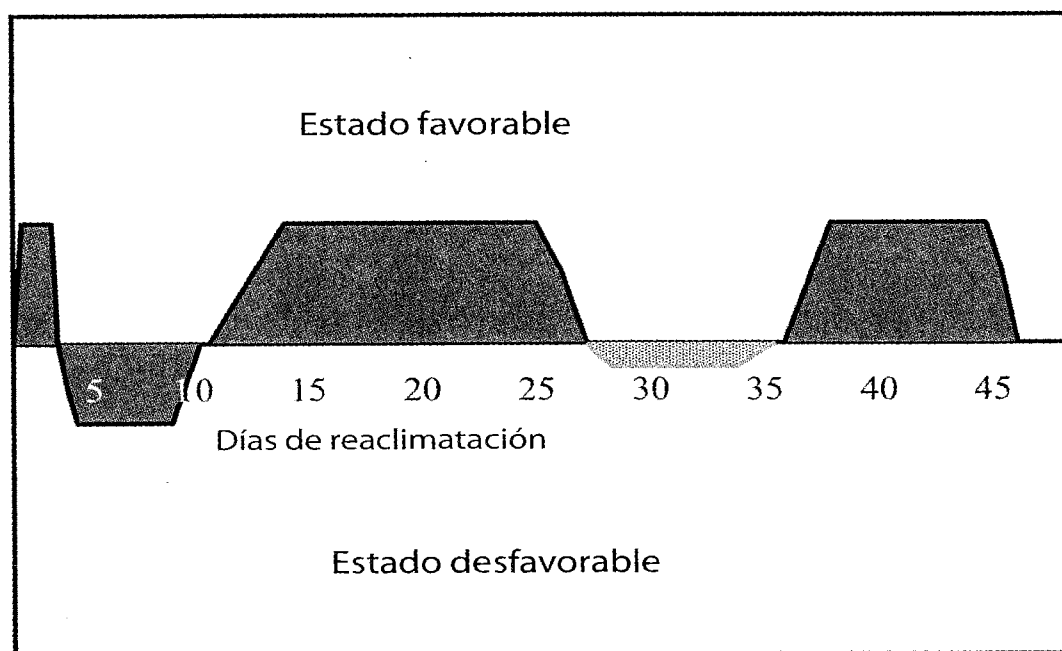


Figura 9.7.

Fases positiva y negativa del estado de forma de los deportistas tras la concentración de entrenamiento en altura: no existe información suficiente sobre el estado de los deportistas entre los días 28 y 36 después de volver al nivel del mar.

Se ha utilizado la primera fase positiva que dura dos a tres días en el rendimiento deportivo (a veces con éxito), pero todavía acarrea problemas en términos de diseño del entrenamiento. A pesar del aumento de la capacidad de trabajo, esta fase incluye profundas alteraciones fisiológicas provocadas por los cambios drásticos de las condiciones medioambientales. Muchos expertos en entrenamiento deportivo sugieren que esta fase ha de llevarse a cabo con cargas moderadas de ejercicios para el acondicionamiento general, ejercicios predominantemente "suaves" y procedimientos.

Ejemplo. Gennady Tourestsky, una autoridad en el mundo de la natación que entrenó a muchos campeones mundiales y olímpicos, entre ellos el legendario Alexandre Popov, afirma que los dos primeros días posteriores a la vuelta al nivel del mar se pueden emplear para competir con bastante éxito. Sin embargo, estos grandes esfuerzos suelen agravar el estado de los deportistas en el siguiente período de reaclimatación. Está convencido de que este estado favorable de los deportistas ha de emplearse para facilitar la reaclimatación aguda al nivel del mar; no se recomiendan esfuerzos máximos en competición durante esta fase.

El enfoque general para el entrenamiento en las fases negativas posteriores a la exposición a la altura presupone el uso de ejercicio a los niveles de los umbrales aeróbico y anaeróbico con un aumento gradual de las cargas aeróbicas y anaeróbicas. Durante este período es importante evitar la acumulación excesiva de lactato y desarrollar tareas específicas del deporte con regímenes de aumento de la velocidad. Se puede llegar a una solución intermedia entre estas demandas contradictorias con ayuda de series interválicas. Las tandas de ejercicios alácticos con potencia submáxima pueden realizarse centradas en la "calidad", no en la frecuencia de los movimientos. Los deportistas no suelen sentir dificultades significativas en los ejercicios tecnicotácticos; se puede prestar especial atención a la aplicación acentuada de la fuerza en ejercicios continuos de intensidad moderada. Tras el cese de la fase negativa, el trabajo es más económico con una intensidad media y moderada (FC más baja y menor acumulación de lactato); los deportistas se sienten mucho mejor y su control de los movimientos se perfecciona. Los ejercicios específicos del deporte de alta intensidad pueden emplearse sin limitación concreta. Como ya hemos dicho, se puede programar un rendimiento deportivo exitoso para el período comprendido entre los días 14 y 28.

Existen pocos datos sobre el estado de los deportistas después de la segunda fase positiva posterior a la exposición a la altura. Si el programa de entrenamiento posterior a la exposición a la altura se centra en una competición objetivo entre los días 36 y 46, el período anterior se dedica a la preparación anterior a la competición. Como consecuencia, el estado de los

deportistas durante este período está determinado principalmente por las cargas actuales, los efectos residuales del trabajo previo y, en menor medida, por las consecuencias de la adaptación a la altura. Cabe sugerir que los beneficios de la adaptación celular, como el aumento de las enzimas aeróbicas, la mioglobina y la capilaridad muscular, pueden mantenerse durante un período de tiempo relativamente largo. Existen pruebas de que el entrenamiento adicional en cámaras hipóxicas tiene éxito durante este período (Fuchs y Reiss, 1990). Estas cargas con altura simulada pueden prolongar los efectos previamente obtenidos, incluido el aumento hipotético de la capacidad de oxígeno de la sangre. En cualquier caso, el beneficio visible de la tercera fase positiva posterior a la exposición a la altura es lo que permite que se exploten las cargas de competición de forma más activa en la preparación de la fase final para la competición objetivo.

Opiniones no convencionales sobre el entrenamiento en altura y la exposición a ésta

Desde los Juegos Olímpicos de México de 1968, la popularidad del entrenamiento en altura ha aumentado continuamente. Por ello, ahora se puede decir que este modo de preparación es convencional. En los últimos años se han hecho modificaciones del entrenamiento en altura que se pueden considerar enfoques no convencionales de la preparación deportiva (tabla 9.9).

Estudio de caso. Veintidós corredores de elite, hombres y mujeres, vivieron y entrenaron de forma continua a una altura de 2.500 metros durante 28 días. Las cargas interválicas de intensidad se realizaron a una altura de 1.250 metros. Este diseño produjo un gran aumento de la concentración de EPO e incrementos significativos de la hemoglobina (8%) y los hematíes (4%). Al volver al nivel del mar, los deportistas mejoraron su rendimiento en carrera en 3.000 metros (1%) y su consumo máximo de oxígeno (3%) (Stray-Gundersen *et al.*, 2001).

Tabla 9.9.

Enfoques recientes no convencionales del entrenamiento en altura.

Enfoque	Breve descripción	Fuentes
Técnica VAEA (vivir arriba, entrenar abajo): condiciones naturales	Los deportistas viven en altura y desarrollan su entrenamiento al nivel del mar (o casi al nivel del mar)	Levine y Stray-Gundersen, 1997; Chapman <i>et al.</i> , 1998
Técnica VAEA (vivir arriba, entrenar abajo): condiciones artificiales	Los deportistas viven y duermen en un ambiente de altura simulada y desarrollan su entrenamiento al nivel del mar	Rusko <i>et al.</i> , 1995; Nummela y Rusko, 2000, entre otros
Entrenamiento en una cámara hipóxica	Los deportistas entrenan en las condiciones artificiales de una cámara hipóxica.	Terrados <i>et al.</i> , 1988; Fuchs y Reiss, 1990, entre otros

A pesar de la complejidad de este enfoque, lo han aplicado muchos deportistas –sobre todo nadadores y corredores– y lo han encontrado práctico, aceptable y prometedor.

El enfoque de la preparación VAEA en condiciones artificiales presupone la utilización de un espacio hipóxico especialmente creado (una habitación, una tienda o incluso un apartamento), en el que el menor contenido de oxígeno se combine con la presión barométrica normal (hipoxia normobárica). Las mayores expectativas de este enfoque tienen relación con el factor hematológico: vivir en altura simulada produce un aumento de la síntesis de EPO, hemoglobina y hematíes, lo cual causa un incremento del consumo máximo de oxígeno y del rendimiento aeróbico. Estas suposiciones se ven respaldadas por muchos estudios (Mattila y Rusko, 1996; Rusko *et al.*, 1999), pero los hallazgos de otros investigadores las contradicen (Piel-Aulin *et al.*, 1998; Ashenden *et al.*, 1999, entre otros). Existen otros datos prometedores en relación con los beneficios potenciales de la exposición a la altura simulada en el rendimiento aeróbico. Un estudio controlado con ve-

locistas masculinos de 400 metros de alto nivel demostró la significativa superioridad de diez días de exposición a la altura simulada (16-17 horas al día) en comparación con un programa de preparación convencional (Nummela y Rusko, 2000). Los resultados coinciden con los datos de los ciclistas entrenados que pasaron entre ocho y diez horas a una altura simulada de 2.650 metros siguiendo su programa de entrenamiento normal, y mejoraron notablemente su rendimiento y su capacidad aeróbica máxima (Roberts *et al.*, 2003).

Estudio y ejemplo. Se dividió a 19 ciclistas entrenados en tres grupos y siguieron un programa de preparación con VAEA y al nivel del mar durante cinco, diez y quince días. Pasaron entre ocho y diez horas a una altura simulada de 2.650 metros y realizaron un programa de entrenamiento normal. Las ganancias en el rendimiento se evaluaron según una prueba de ciclismo máxima de cuatro minutos. Los beneficios del método VAEA fueron confirmados por las notables ganancias de la potencia máxima (4%) y especialmente por el déficit máximo de oxígeno acumulado (10%) en comparación con la ausencia de ganancias producidas por un programa convencional. Es interesante destacar que no se percibieron diferencias entre los cambios después de transcurridos cinco, diez y quince días del entrenamiento y la exposición (Roberts *et al.*, 2003).

Estos datos demuestran el beneficioso desarrollo de la capacidad aeróbica que se atribuye a la mejora de la capacidad de amortiguación del pH de los músculos. Esto fue confirmado en otro estudio sobre el método VAEA en altura simulada (3.000 metros) y una duración de la exposición de 23 días (Gore *et al.*, 2001). Al mismo tiempo, ha de tenerse en cuenta la debilidad del método artificial VAEA. Uno puede suponer que vivir en un espacio artificial restringido puede afectar negativamente el estado emocional de los deportistas, y los beneficios hematológicos parecerían dudosos. Sin embargo, aunque se obtengan estos beneficios, es difícil imaginar que se puedan mantener durante dos a tres semanas hasta la competición.

El entrenamiento en una cámara hipóxica puede evaluarse de dos formas: a) con los resultados de numerosos estudios realizados a lo largo de

las dos últimas décadas; b) con las experiencias prácticas en el entrenamiento hipóxico suplementario acumuladas principalmente en Alemania. El primer aspecto puede ilustrarse con los hallazgos de muchos estudios que describieron unos resultados positivos del entrenamiento. Las pruebas anteriormente descritas sobre la adaptación celular se obtuvieron entrenando una pierna en una cámara hipóxica mientras que la otra pierna se entrenaba al nivel del mar (Terrados *et al.*, 1990). Se realizaron diversos estudios con deportistas de alto nivel que entrenaron durante diferentes períodos en una cámara hipóxica y no registraron resultados superiores cuando se los comparó con los grupos de control al nivel del mar en cuanto a su estado hematológico y su consumo máximo de oxígeno. Sin embargo, revelaron beneficios significativos en la potencia máxima y la capacidad anaeróbica (Terrados *et al.*, 1988; Meeuwsen *et al.*, 2001; Hendriksen y Meeuwsen, 2003). Por el contrario, muchos otros estudios en los que se realizaron entrenamientos en altura simulada no mostraron resultados positivos en las pruebas de resistencia aeróbica. Estos estudios controlados no revelaron beneficios para el entrenamiento en condiciones hipóxicas, ni en el rendimiento de larga duración ni en relación con las respuestas hematológicas y el consumo máximo de oxígeno (Hahn *et al.*, 1992; Vallier *et al.*, 1996; Karlsen *et al.*, 2002). Aparentemente, el entrenamiento en altura simulada permite a los deportistas mejorar su capacidad anaeróbica, pero no consigue mejorar su resistencia aeróbica de larga distancia.

El segundo aspecto se refiere a la experiencia práctica del entrenamiento en altura simulada aprobado durante la preparación multianual de deportistas de elite alemanes (Fuchs y Reiss, 1990; Reiss, 1998). El entrenamiento suplementario en una cámara hipóxica se incorporó a la preparación anual con varios propósitos: a) ofrecer una preparación razonable antes de la exposición a la altura; b) mantener los cambios positivos producidos por la concentración anterior de entrenamiento en altura; c) como un programa de rehabilitación después de una enfermedad o una lesión. Así se desarrollaron diferentes protocolos de entrenamiento. El entrenamiento estaba compuesto por ejercicios específicos y semiespecíficos realizados sobre una cinta sin fin, un cicloergómetro o una máquina de remo; varios ejercicios de simulación; cargas para la fuerza-resistencia, y el acondicionamiento general. La integración del entrenamiento en altura

simulada en el marco de la preparación anual se comentará en el siguiente apartado.

La tabla 9.10 contiene comentarios sobre los beneficios potenciales y las particularidades de los enfoques no convencionales del entrenamiento en altura.

Tabla 9.10. *Resumen de los diferentes factores y lo que se espera de los enfoques no convencionales del entrenamiento en altura.*

Factor	Efecto esperado	VAEA natural	VAEA artificial	Entrenamiento en cámara hipóxica
Influencia ecológica general	Impacto emocional positivo; respuesta favorable a la naturaleza de la montaña, al aire fresco y limpio, a la ausencia del estrés urbano, etc.	Sí	No	No
Aumento de la intensidad del ejercicio	Prematuro desarrollo de las capacidades aeróbicas anaeróbicas y anaeróbicas	Sí	Sí	Sí
Cambios hemato-lógicos	Aumento de la hemoglobina, la masa de eritrocitos y la capacidad de oxígeno en la sangre	Sí	¿?	No
Adaptación celular	Aumento de las enzimas aeróbicas, la mioglobina y la capilaridad muscular	No	No	Sí
Capacidad anaeróbica	Mejora del rendimiento anaeróbico gracias al aumento de la capacidad de amortiguación del pH de los músculos	Sí	Sí	Sí

La influencia ecológica general de la exposición a la altura es el factor en el que la influencia de la esfera emocional y neurofisiológica es multilateral y, según la norma, altamente positiva. La magnífica belleza de las montañas, el aire fresco y limpio, la ausencia del típico estrés urbano que provocan el ruido, la contaminación, el interminable bullicio, etc., afectan positivamente la recuperación y operan en conjunto. Todos estos beneficios aumentan la efectividad del método VAEA en condiciones naturales. Por el contrario, el método VAEA en condiciones artificiales tiene la clara desventaja de una prolongada exposición en un lugar cerrado y limitado. Todos los enfoques no convencionales que hemos considerado aportan beneficios visibles en comparación con los entrenamientos en altura tradicionales en relación con el empleo ilimitado (o menos limitado) de ejercicios intensivos. Por tanto, ésta es una de las razones importantes por las que se desarrollaron estos enfoques y técnicas. El factor hematológico parece ser relevante en todos los enfoques. De hecho, su efecto en el método VAEA en condiciones artificiales no se ve apoyado por los resultados de muchos estudios y no se observa en el entrenamiento en cámara hipóxica. Este último ofrece beneficios prometedores para la adaptación celular muscular, lo cual apenas puede esperarse si se sigue un entrenamiento en condiciones normobáricas (método VAEA). Se puede esperar un efecto de simulación en la capacidad anaeróbica después de todos los enfoques no convencionales anteriormente descritos.

Entrenamiento en altura como parte del ciclo de preparación anual

Si se incorpora el entrenamiento en altura a un programa de preparación, su ubicación en el plan anual es muy importante. Según el primer principio general del entrenamiento en altura, el programa de preparación es muy diferente para los rendimientos en altura y al nivel del mar. El programa de preparación anual para una competición objetivo en altura se caracteriza por una duración total más larga de la exposición a la altura, una concentración de entrenamiento en altura relativamente más prolongada y la programación de la última concentración de entrenamiento en altura inmediatamente antes de la competición objetivo (figura 9.8).

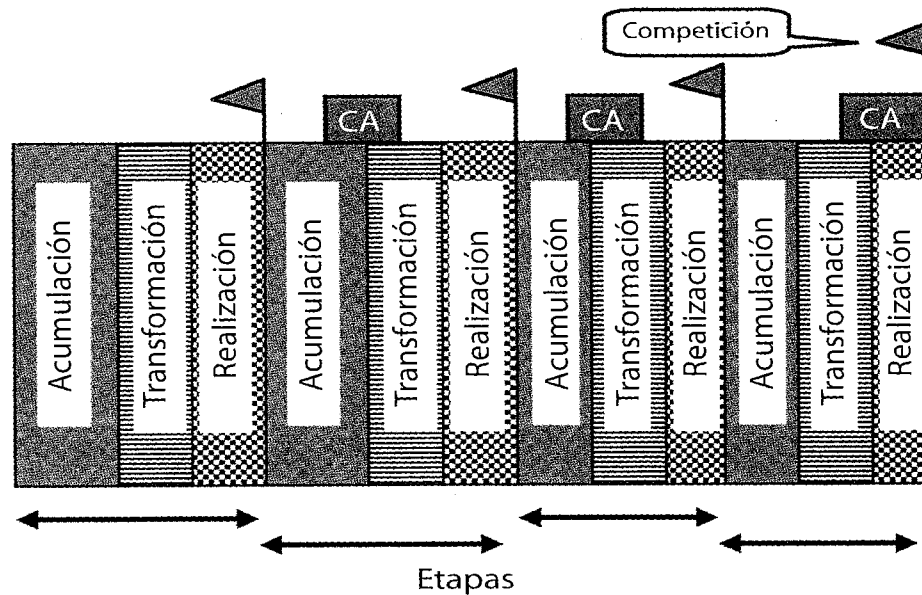


Figura 9.8. *Ejemplo de un plan anual de la preparación dirigida a la competición objetivo en altura (basado en Issurin y Vrijens, 1995). CA = concentración en altura.*

Hemos de destacar que las concentraciones en altura ocupan una parte del mesociclo de acumulación cuando el programa de entrenamiento es muy extenso y no supera el nivel del umbral anaeróbico, mientras que la segunda parte de la exposición a la altura puede incluir ejercicios de intensidad y hasta de alta intensidad, y pertenece al mesociclo de transformación.

Los programas anuales dirigidos a la competición objetivo al nivel del mar pueden organizarse en relación con dos diseños diferentes: a) cuando la preparación de la fase final (PFF) es relativamente corta y explota la segunda fase positiva de la reaclimatación después del último entrenamiento en altura; b) cuando la PFF es más larga y explota efectos más retardados del programa de entrenamiento en altura (figura 9.9).

El programa A es el más popular; se ha empleado ampliamente en la preparación de grandes deportistas de la antigua RDA (Pfeifer, 1987; Fuchs y Reiss, 1990) y la URSS (Suslov, 1983; Kaverin e Issurin, 1990). El programa B es menos conocido y no se trata tanto en la literatura disponible, aunque se ha empleado con éxito muchas veces en la preparación de deportistas de elite (por ejemplo, ciclistas de carretera en la RDA, remadores de canoa

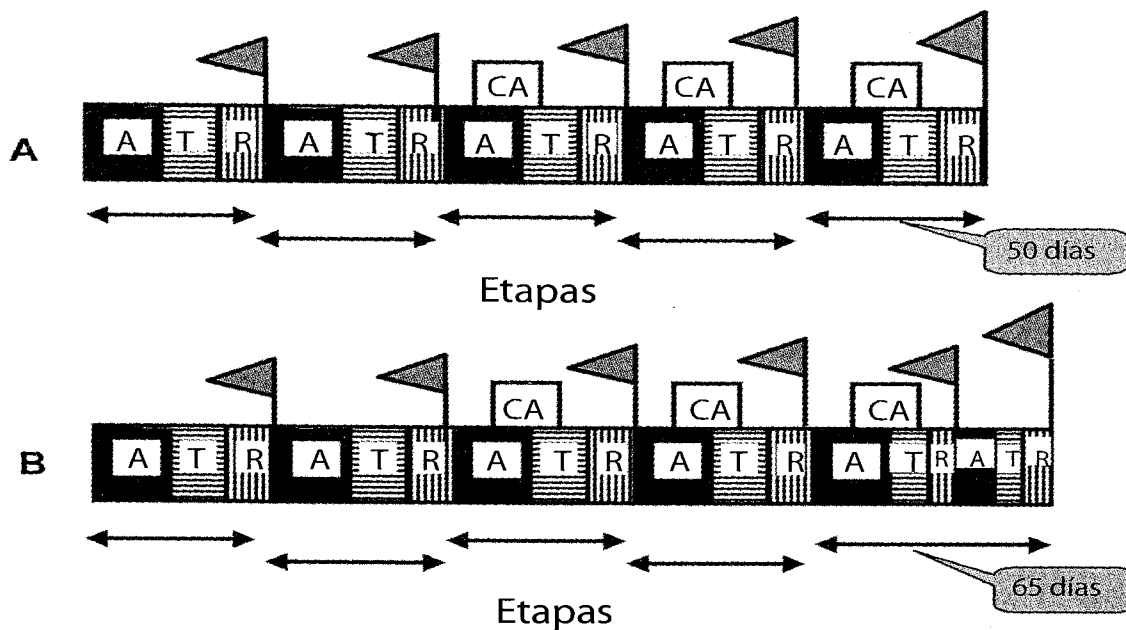


Figura 9.9.

Programas de preparación anual que incluyen concentraciones de entrenamiento en altura dirigidos a la competición objetivo al nivel del mar. A = la PFF utiliza la segunda fase positiva de la reaclimatación posterior a la exposición a la altura. B = la PFF utiliza la tercera fase positiva de la reaclimatación posterior a la exposición a la altura.

y kayak en la URSS y otros). Los beneficios del programa B son principalmente metodológicos: el uso de cargas de alta intensidad en una fase de reaclimatación favorable, la participación en competiciones anteriores a la competición objetivo para aumentar el nivel de confianza en sí mismos y facilitar innovaciones tecnotácticas. Sin embargo, no existen pruebas de que los potenciales beneficios fisiológicos posteriores a la exposición a la altura puedan prolongarse durante un período de 36 a 45 días.

Durante mucho tiempo, los expertos en entrenamiento se han esforzado por racionalizar la preparación anual de modo que combine los enfoques del entrenamiento en altura tradicional y no convencional. Un ejemplo de este enfoque creativo es la preparación anual de los deportistas alemanes de 50 km marcha que ganaron las medallas de plata y bronce en los Juegos Olímpicos de Seúl de 1988 (figura 9.10).

El diagrama de la figura 9.10 ilustra el programa de entrenamiento anual en el que cada una de las tres concentraciones de entrenamiento en altura se combinan con bloques de entrenamiento en altura simulada en períodos anteriores y posteriores a la exposición a la altura. Se puede sugerir que con esta combinación: a) se facilita la adaptación aguda al inicio de cada concentración en altura porque los deportistas han seguido un programa de preaclimatación en una cámara hipóxica; b) se prolonga el efec-

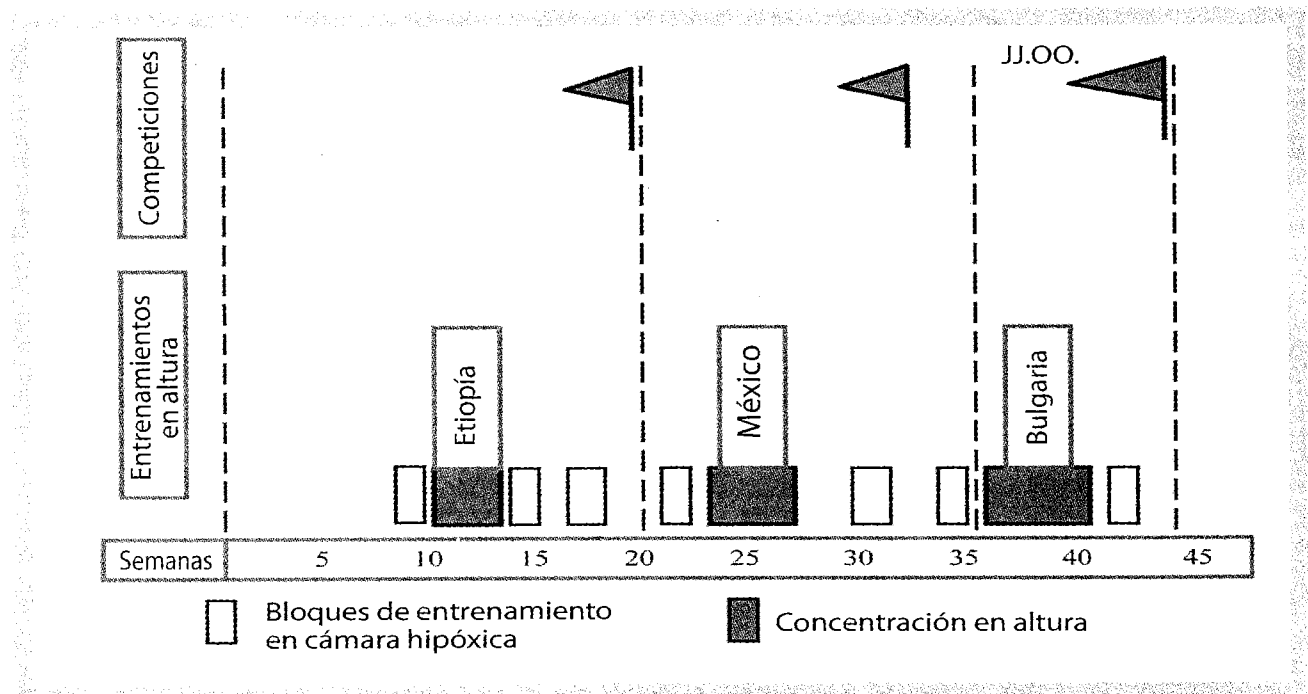


Figura 9.10. *Tabla del programa anual de entrenamiento en altura de los deportistas alemanes de 50 km marcha antes de los Juegos Olímpicos de Seúl de 1988 (basado en Fuchs y Reiss, 1990).*

to ergogénico de la altura de la anterior concentración con cargas en altura simulada; c) se diversifica el programa de entrenamiento al nivel del mar y se obtienen mayores respuestas al entrenamiento.

Es interesante que estos deportistas alemanes exitosos participaran en los Juegos Olímpicos 19 días después de su último entrenamiento en altura y que este programa posterior a la exposición a la altura contuviera un bloque de entrenamiento en altura simulada minuciosamente diseñado. Se puede sugerir que el progreso de los programas en altura incluya una secuencia racional y una combinación de los enfoques tradicional y no convencional de la preparación en altura.

Directrices para diseñar un programa de entrenamiento en altura

A pesar de la especificidad y las características de los diferentes deportes, cabe proponer algunas directrices generales para diseñar un programa de entrenamiento para una concentración de entrenamiento en altura (tabla 9.11). Estas directrices tienen relación con los principios generales, las fases de aclimatación a la altura y la reaclimatación posterior a la exposición a la altura, las particularidades de las diferentes etapas de entrenamiento con las concentraciones en altura y el diseño de la preparación del ciclo anual completo.

Estas directrices no se aplican a los enfoques no convencionales del entrenamiento en altura, que aún no se emplean mucho. Es obvio que pueden enriquecer el entrenamiento tradicional, pero hay que tener en cuenta que su uso requiere condiciones sofisticadas y un extenso conocimiento adicional.

Tabla 9.11. *Directrices generales para diseñar un programa de entrenamiento en altura con concentraciones de entrenamiento en altura.*

Acciones	Comentarios
Desarrollo de los conceptos adecuados de la preparación de los deportistas para el entrenamiento en altura	Hay que determinar de forma razonable el objetivo general, el número, la duración, el ritmo y la ubicación de las concentraciones en altura
Selección de los deportistas apropiados que emplearán el programa en altura	Hay que tener en cuenta la reacción individual de los deportistas respecto a las categorías de "adaptados" y "no adaptados"
Determinación de un enfoque general para planificar la etapa de entrenamiento que contenga la concentración en altura	Hay que diseñar el gráfico de etapas del entrenamiento según las etapas de preparación anterior y posterior a la exposición a la altura

<p>Selección y facilitación de los medios apropiados para controlar las respuestas al entrenamiento en altura</p>	<p>Los análisis de sangre, la medición del peso corporal, los controles de la FC y los análisis de lactato en sangre merecen especial atención</p>
<p>Recopilación de un programa de entrenamiento para las etapas de preparación anteriores a la exposición a la altura, en altura y posteriores a la exposición a la altura</p>	<p>El programa de entrenamiento ha de considerar las variaciones a las respuestas al entrenamiento y las fases de aclimatación y reaclimatación</p>
<p>Cuidado especial de la nutrición adecuada y el uso de complementos nutricionales</p>	<p>Hay que prestar especial atención al equilibrio hídrico, el posible déficit de hierro y las respuestas catabólicas musculares</p>
<p>Planificación de pruebas y competiciones posteriores a la exposición a la altura</p>	<p>Las pruebas específicas del deporte y el programa de competición han de adaptarse a los estados favorables de la reaclimatación posterior a la exposición a la altura</p>
<p>Implementación del programa anterior a la exposición a la altura, en altura y posterior a la exposición a la altura en cada etapa específica del entrenamiento</p>	<p>Las respuestas individuales al entrenamiento se controlan y se emplean para modificar la preparación</p>
<p>Análisis retrospectivo de las respuestas al entrenamiento en altura y los efectos posteriores a la exposición a la altura siguiendo el ciclo anual completo</p>	<p>Se requieren conclusiones generales y recomendaciones para futuras preparaciones</p>

Resumen

El impulso inicial de estudiar el entrenamiento en altura y su rendimiento se debió a la necesidad de participar en competiciones de gran prestigio como los Juegos Olímpicos de Invierno de 1960 y los Juegos Olímpicos de Verano de 1968. El desarrollo del entrenamiento en altura se ha orientado principalmente a la preparación para el rendimiento al nivel del mar. Al revisar la literatura actual, podemos reconstruir el escenario de los cambios fisiológicos que se producen durante la aclimatación a la altura: las respuestas humanas en la fase aguda difieren en gran medida de aquellas que se dan durante los períodos más retardados de la adaptación (tabla 9.2). La comprensión actual del entrenamiento en altura es contradictoria; muchos libros de fisiología del ejercicio declaran que el entrenamiento en altura no aporta beneficios en el rendimiento al nivel del mar en comparación con el entrenamiento convencional, mientras que las publicaciones dirigidas a los entrenadores consideran el entrenamiento en altura como una herramienta eficaz cuya utilidad en la preparación del alto rendimiento ha quedado probada. Esta contradicción puede explicarse en parte por la variedad de respuestas individuales al entrenamiento en altura, es decir, la predisposición individual de algunos deportistas es más favorable. Sin embargo, los beneficios potenciales del entrenamiento en altura para mejorar el rendimiento al nivel del mar son: a) mejora del aporte de oxígeno a los músculos inducida por una mayor capacidad de transporte de oxígeno de la sangre; b) mejora de la utilización del oxígeno en las células musculares debido a la mayor actividad de las enzimas aeróbicas y a su mayor contenido de mioglobina, y c) aumento de la capacidad anaeróbica por la mejora de la capacidad de amortización del pH de los músculos y la sangre.

Los principios generales del entrenamiento en altura postulan la importancia de un objetivo principal: a) preparar a los deportistas para el rendimiento en altura o al nivel del mar o usar la concentración en altura para la recuperación activa y la diversificación; b) seleccionar deportistas que respondan de forma positiva al entrenamiento en altura; c) diseñar un programa de entrenamiento en altura según las fases de aclimatación, y d) diseñar el programa de entrenamiento posterior a la exposición a la altura con respecto a las fases de la reaclimatación al nivel del mar.

La aclimatación a la altura se subdivide en tres fases. La primera, aclimatación aguda, es la más limitada para la capacidad de entrenamiento, y su duración (3 a 7 días) depende enormemente de las peculiaridades individuales del deportista. La segunda fase de transición ofrece respuestas más favorables, pero más inestables y menos predecibles, y su duración también varía según los individuos, y es de 3 a 5 días. La tercera fase de estabilización permite a los deportistas seguir un programa de entrenamiento con grandes cargas casi sin límite. Según el enfoque general propuesto, el programa de entrenamiento ha de recopilarse en función de las fases de aclimatación (tabla 9.6). Del mismo modo, la preparación posterior a la exposición a la altura se ve afectada por las fases de reaclimatación al nivel del mar, lo cual determina los factores favorables para la competición: intervalos entre los días 14 y 28, y entre los días 36 y 46.

Se otorga especial atención a la recopilación del ciclo de entrenamiento en la concentración en altura. Normalmente, la primera parte de un programa en altura consta de ejercicios aeróbicos de intensidad media, que corresponde al contenido del mesociclo de acumulación. La segunda parte del entrenamiento en altura puede incluir ejercicios anaeróbicos y aeróbicos-anaeróbicos de alta intensidad, típicos del mesociclo de transformación. El alto rendimiento puede programarse para los períodos entre los días 14 y 28, y entre los días 36 y 46. Según esto, la etapa de entrenamiento puede ser más corta o más larga. Cuando el objetivo del entrenamiento sea utilizar el efecto ergogénico posterior a la exposición a la altura, el ciclo anual tendrá dos o tres etapas de entrenamiento con concentraciones en altura.

Además, para el entrenamiento en altura tradicional en el que los deportistas viven y entrenan a la misma altura, se han desarrollado varios enfoques no convencionales: a) los deportistas viven en altura pero entrenan más abajo; b) los deportistas viven en condiciones de altura simulada y entrenan al nivel del mar, y c) los deportistas viven al nivel del mar y entrenan en condiciones de altura simulada. Todas estas técnicas originales tienen sus ventajas y sus inconvenientes (tabla 9.10) y pueden implementarse de forma creativa en la preparación deportiva.

Bibliografía

- Ashenden, M.J., Gore, C.J., Dobson, G.P. *et al.* (1999). "Live high, train low" does not change the total hemoglobin mass of male endurance athletes sleeping at a simulated altitude of 3000-m for 23 nights. *Eur J Appl Physiol* 80: 479-484.
- Balley, D.M., Davies, B., Romer, L. *et al.* (1998). Implications of moderate altitude training for sea-level endurance in elite distance runners. *Eur J Appl Physiol* 78: 360-368.
- Boning, D. (1997). Altitude and hypoxic training – a short review. *Int J Sport Med* 18: 565-570.
- Brooks, G.A., Fahey, T.D., White, T.P. (1996). *Exercise physiology. Human bioenergetics and its applications*. London, Mayfield Publisher.
- Butscher, M., Nachbauer, W., Baumgartl, P. *et al.* (1996). Benefits of training at moderate altitude versus sea level training in amateur runners. *Eur J Appl Physiol* 74: 558-563.
- Chung, D.-S., Lee, J.-G., Kim, E.-H. *et al.* (1995). The effects of altitude training on blood cells, maximal oxygen uptake and swimming performance. *Korean Journal of Science* 7: 35-46
- Chapman, R.E., Stray-Gundersen, J., Levine, B.D. (1998). Individual variations in response to altitude training. *Journ Appl Phys* 85: 1448-1456.
- Daniels, J., Oldridge, N. (1970). The effects of alternate exposure to altitude and sea level in world-class middle distance runners. *Med Sci Sports* 2: 107-112.
- Ekblom, B., Berglund, B. (1991). Effect of erythropoietin administration on maximal aerobic power. *Scand Journ Me Sc Sports* 1: 88-93.
- Faulkner, J.A., Kollias, J., Favour, C.B. *et al.* (1968). Maximum aerobic capacity and running performance at altitude. *J Appl Physiol* 24: 685-691.
- Frederick, E.C. (1974). Training at altitude. En: *The complete runner*. Mountain View, CA, World Publications, 38-52.
- Fuchs U., Reiss M. (1990). *Hohentraining. Das Erfolgskonzept der Ausdauersportarten*. Munster, Philippka.
- de Garay, A., Levine, L., Carter, J.E.L. (1974). *Genetic and anthropometric studies of Olympic Athletes*. New York, Academic Press.
- Gore, C.J., Hahn, A.G., Aughey, D. *et al.* (2001). Live high:train low increases muscle buffer capacity and submaximal cycling efficiency. *Acta Phys Scand* 173: 275-286.
- Hahn, A.G., Telford, R.D., Timilry, M.E. *et al.* (1992). Effect of supplemental hypoxic training on physiological characteristics and ergometer performance of elite rowers. *Excel* 8: 127-138.

- Hendriksen I.J., Meeuwsen, T. (2003). The effect of intermittent training in hypobaric hypoxia on sea-level exercises: A cross-over study in humans. *Eur J Appl Physiol* 88: 396-403.
- Issurin V., Kaverin V. (1990). *Specialized preparation of canoe-kayak paddlers. Recommendations for coaching*. Moscow, State Committee USSR for Physical Culture and Sport.
- Issurin, V., Vrijens, J. (1996). Altitude training in elite sport. *Flamish Journal for Sports Medicine and Sport Science* 7, 66, 24-41.
- Issurin, V., Shkliar, V., Kaufman, L. (2001). Concept of modern training in medium height mountains: ergogenic effect and methodical principles of training. *Sport Science*. Vilnius, 4(26), 4-18.
- Jensen, C., Fisher, A. (1979). *Scientific basis of athletic conditioning*. Philadelphia, Lea & Febiger.
- Jensen, K., Nielsen, T., Fiskestrand, A. et al. (1993). High-altitude training does not increase maximal oxygen uptake or work capacity at sea level in rowers. *Scand J Med Sci Sports* 3: 256-262.
- Karlsen, T., Madsen, O., Rolf, S., Stray-Gundersen, J. (2002). Effects of 3 weeks hypoxic interval training on sea level cycling performance and haematological parameters. *Med Sci Sports Exerc* 34 (Suppl. 5): S224.
- Levine, B.D., Stray-Gundersen, J. (1997). "Living high-training low": Effect of moderate altitude acclimatization with low altitude training on performance. *J Appl Physiol* 83: 102-112.
- Mattila, V., Rusko, H. (1996). Effect of living high and training low on sea level performance in cyclists. *Med Sci Sports Exer* 28 (Suppl. 5): S517.
- McArdle, W.D., Katch, F., Katch, V. (1991). *Exercise physiology*. Philadelphia/London, Lea & Febiger.
- Meeuwsen, T., Hendriksen, I.J., Holewijn, M. (2001). Training induced increases in sea-level performances are enhanced by acute intermittent hypobaric hypoxia. *Eur J Appl Physiol* 84: 283-290.
- Mizuno, M.C., Juel, T., Bro-Rasmussen, E. et al. (1990). Limb skeletal muscle adaptations in athletes after training at altitude. *J Appl Physiol* 68: 496-502.
- Nummela, A., Rusko, H. (2000). Acclimatization to altitude and normoxic training improve 400-m running performance at sea level. *J Sport Sci* 18: 411-419.
- Piel-Aulin, K., Svedenhag, L., Wide, B. et al. (1998). Short-term intermittent normobaric hypoxia – haematological, physiological and mental effects. *Scand J Med Sci Sports* 8: 132-137.

- Pfeifer, H. (1987). Zyklisierung und Akzentuierung von Belastungssteigerungen und hoher Leistungsfähigkeit für geplanten Zeitpunkt im Sportschwimmen. *Theorie und Praxis Leistungssport*. Berlin, 25, 3: 49-61.
- Pohlitz, L. (1986). Praktische Einführungen im Hohentraining mit Mittelstrecklerinnen. *Leistungssport 2*, 23-26.
- Reiss, M., Fusch, U., Pfefferkorn, B. *et al.* (1969). Hohentraining und Nachhoheneffekt Untersuchungen über ihren Einfluss auf die Dynamics des Trainingszustanden und die sportliche Form im Mittelstreckenlauf. *Theorie und Praxis Leistungssport*, 9, 87-123.
- Reiss, M. (1998). Hauptrichtungen des Einsatzes und der Methodik des Hohentraining in den Ausdauersportarten. *Leistungssport 4*: 21-28.
- Rusko, H., Leppavuori, A., Makela, P. *et al.* (1995). Living high, training low: A new approach to altitude training at sea level in athletes. *Med Sci Sports Exerc* 27 (Suppl. 5): S6.
- Roberts, A.D., Clark, S.A., Townsend, N.E. *et al.* (2003). Changes in performance, maximal oxygen uptake maximal accumulated oxygen deficit after 5, 10 and 15 days of live high: train low altitude exposure. *Eur J Appl Physiol* 88: 390-395.
- Saltin, B. (1996). Adaptive responses to training at medium altitude; with a note on Kenyan runners and proposal for a multi-centre study. *Research Quarterly* 67: 1-10.
- Schramme R. (1970). Die Nutzung des Hohentrainings zur Leistungssteigerungen bei Wettkämpfen unter NN-Bedingungen in Schwimmen. *Theorie und Praxis Leistungssport*. Berlin, 4, 84-87.
- Stray-Gundersen, J., Chapman, R.T., Levine, B.D. (2001). "Living high-training low" altitude training improves sea level performance in male and female elite runners. *J Appl Physiol* 91: 1113-1120.
- Svedenhag, J., Saltin, B., Johansson, C. *et al.* (1991). Anaerobic and aerobic exercise capacities of elite middle-distance runners after two weeks training at moderate altitude. *Scand J Med Sci Sports* 1: 205-214.
- Suslov, F. (1983). *Altitude training as the method to improve athletic mastership*. Thesis of Doctor of Sciences dissertation. Moscow, Pedagogical University.
- Suslov, F., Farfel, V. (1972). Performances and training capacity during reacclimatization after altitude training. *Theor Pract Phys Cult* 11, 38-39.
- Telford, R.D., Graham, K.S., Sutton, J.R. *et al.* (1996). Medium altitude training and sea-level performance. *Med Sci Sports Exerc* 28 (Suppl. 5): S124.
- Terrados, N., Melichna, C., Sylven, E. *et al.* (1998). Effects of training at simulated altitude on performance and muscle metabolic capacity in competitive road cyclists. *Eur J Appl Physiol* 57: 203-209.

- Terrados, N., Jansson, E., Sylven, C. et al. (1990). Is hypoxia a stimulus for synthesis of oxidative enzymes and myoglobin? *J Appl Physiol* 68: 2369-2372.
- Vallier, J.M., Chateau, P., Guwzennec, C.Y. (1996). Effect of high-intensity training in a hypobaric chamber on the physical performance of competitive triathletes. *Eur Appl Physiol* 73: 471-478.
- Vogt, M.A., Puntchart, J., Geiser, C. et al. (2001). Molecular adaptation in human skeletal muscle to endurance training under simulated hypoxic conditions. *J Appl Physiol* 91: 173-182.
- Wilber, R.L. (2004). *Altitude training and athletic performance*. Champaign, IL, Human Kinetics.
- Wilmore, J., Costil, D. (1993). *Training for sport and activity. Physiological basis of the conditioning process*. Champaign, IL, Human Kinetics.
- Witkovski, S., Chen, J., Stray-Gundersen, R.L. et al. (2002). Genetic markers for erythropoietic responses to altitude. *Med Sci Sports Exerc* 34 (Suppl. 5): S246.

Glosario

Adaptados (altos, medios, bajos). Deportistas que manifiestan respectivamente una respuesta alta, media o baja al estímulo del entrenamiento.

Bloque de entrenamientos. Ciclo de entrenamiento con cargas especializadas de alta concentración.

Capacidad de neutralización de la acidez de los músculos. Capacidad de los músculos para tolerar el ácido que acumulan durante las cargas anaeróbicas.

Capacidad objetivo. Capacidad (física o técnica) sobre la que la carga de entrenamiento tiene un efecto.

Catecolaminas (adrenalina y noradrenalina). Hormonas producidas por la médula adrenal que sirven para la rápida activación de reacciones metabólicas durante la excitación, el esfuerzo físico y la tensión emocional.

Ciclo de estiramiento y acortamiento. Acción muscular que consta de las fases excéntrica (estiramiento) y concéntrica (acortamiento).

Ciclo de supercompensación. Secuencia de reacciones fisiológicas en cargas sencillas o una serie de cargas para conseguir un nivel de condición física superior al nivel precarga.

Ciclos del entrenamiento

Microciclo. Ciclo corto del entrenamiento que contiene varios días de entrenamiento.

Mesociclo. Ciclo medio del entrenamiento que contiene varios microciclos.

Macro ciclo. Ciclo largo del entrenamiento que contiene varios mesociclos.

Ciclo anual. Ciclo largo de entrenamiento que ocupa la preparación durante un año.

Ciclo cuatrienal (olímpico). Ciclo de entrenamiento que consta de cuatro ciclos anuales.

Consumo máximo de oxígeno (potencia aeróbica máxima). Cantidad máxima de oxígeno que puede consumir un individuo en un período definido de tiempo.

Cortisol. Hormona que controla el metabolismo de los hidratos de carbono y las grasas, actúa como agente antiinflamatorio y estimula la degradación de las proteínas.

Creatinfosfocinasa (CPK). Enzima sanguínea que refleja el nivel de degradación del tejido muscular y sirve como indicador del metabolismo proteico.

Creatinfosfato. Sustancia con mucha energía que desempeña un papel crucial a la hora de aportar energía a ejercicios de alta intensidad a corto plazo.

Desentrenamiento. Disminución de las capacidades funcionales del deportista debido a la insuficiencia de los correspondientes estímulos de entrenamiento.

Efecto embudo. Reducción de las áreas accesibles a los estímulos del entrenamiento con el aumento de las capacidades de los deportistas.

Efectos del entrenamiento. Cambios del estado del deportista producidos por el entrenamiento.

Efecto agudo. Cambios del estado corporal que se producen durante el ejercicio.

Efecto inmediato. Cambios del estado corporal que resultan de una sola sesión de entrenamiento y/o un solo día de entrenamiento.

Efecto acumulativo. Cambios del estado corporal y el nivel de las capacidades físicas/técnicas como resultado de una serie de sesiones de entrenamiento.

Efecto retardado. Cambios del estado corporal y del nivel de las capacidades físicas/técnicas observados tras un intervalo de tiempo concreto después de un programa de entrenamiento específico.

Efecto residual. Mantenimiento de los cambios del estado corporal y las capacidades físicas después del cese del entrenamiento tras un período de tiempo concreto.

Ejercicio clave (tarea clave). Principal elemento significativo (ejercicio o combate) de una sesión de entrenamiento.

Ejercicios combinados. Ejercicios en los que se combina el trabajo de una capacidad física y una habilidad técnica.

Entrenabilidad. Característica de los deportistas para reaccionar positivamente a los estímulos del entrenamiento.

Entrenamiento clave. Sesión de entrenamiento más importante centrada en las principales direcciones de entrenamiento actuales.

Eritropoyetina (EPO). Hormona producida por el riñón que estimula la médula ósea para producir hematíes.

Fartlek. Término que normalmente se emplea para describir un gran número de entrenamientos continuos de intensidad variable.

Gasto cardíaco. Volumen de sangre bombeado por el corazón expresado en litros por minuto.

Glucógeno. Depósito de hidratos de carbono ubicado en los músculos y el hígado.

Heredabilidad. Características del grado de determinación genética de diferentes rasgos.

Hipoxia. Reducción de la disponibilidad de oxígeno en los tejidos del deportista.

Lactato en sangre. Indicador fisiológico de la activación de la glucólisis o del metabolismo anaeróbico.

Medios de entrenamiento. Todos los ejercicios involucrados en el programa.

Mesociclos (bloques)

Mesociclo de acumulación. Se emplea para desarrollar capacidades físicas y técnicas y aumentar el potencial motor del deportista.

Mesociclo de transformación. Se emplea para transferir el aumento de las capacidades físicas básicas a la preparación deportiva específica del deporte.

Mesociclo de realización. Se emplea para conseguir la recuperación completa y la preparación específica de la competición para la futura prueba o competición.

Microciclos

Microciclo de adaptación. Dedicado a la adaptación inicial a las cargas.

Microciclo de carga. Dedicado al desarrollo de la condición física; el tipo de microciclo más empleado.

Microciclo de impacto. Microciclo en el que se emplean estímulos de entrenamiento extremos.

Microciclo precompetitivo. Dedicado a la preparación inmediata para la competición futura.

Microciclo de competición. Microciclo en el que el deportista participa en la competición.

Microciclo de recuperación. Dedicado a activar la recuperación del deportista.

Periodización del entrenamiento. Secuencia determinada de diferentes unidades y ciclos de entrenamiento para que el deportista obtenga el estado de forma deseado y los resultados planificados.

Fases sensibles. Períodos en la preparación de deportistas jóvenes a largo plazo en los que éstos tienen más capacidad para entrenar ciertas capacidades motrices que en otro momento.

Potencia glucolítica anaeróbica máxima. Máxima cantidad de trabajo por minuto realizada en el ejercicio cuando el aporte de energía principal lo aportan las reacciones glucolíticas anaeróbicas.

Principio de sobrecarga. Postula que las ganancias en el estado físico requieren una magnitud de la carga (estímulo) que exceda el nivel acostumbrado.

Resistencia aeróbica (capacidad). Capacidad para aguantar la fatiga en ejercicios en los que el aporte de energía lo ofrece el oxígeno.

Resistencia glucolítica anaeróbica (capacidad). Capacidad para aguantar la fatiga en ejercicios en los que el aporte predominante de energía lo ofrecen las reacciones glucolíticas anaeróbicas.

Respuesta galvánica de la piel. Indicador psicofisiológico de excitación emocional.

Somatotipo. Características de las dimensiones del cuerpo humano a lo largo y a lo ancho y su gordura o delgadez.

Talento deportivo. Predisposición y mayor capacidad para entrenar cierta actividad deportiva, propiedades del individuo transmitidas genéticamente. / Combinación óptima de propiedades psicofisiológicas, antropométricas y mentales del individuo que le permiten conseguir la excelencia deportiva.

Testosterona. Hormona predominante en el hombre.

Transferencia de los resultados del entrenamiento. Ganancia del rendimiento obtenida en un ejercicio no entrenado.

Umbral anaeróbico. Nivel de esfuerzo en el que los niveles de lactato comienzan a subir.

Urea sanguínea. Indicador fisiológico de la fatiga y la recuperación metabólicas.

Sobre el autor

El profesor Dr. Vladimir B. Issurin trabaja como coordinador científico y profesional en el Departamento de Deporte de Elite del Comité Olímpico Israelí en el Wingate Institute. Licenciado en Ciencias del Deporte y doctorado en *fitness* motor acuático y técnica de movimientos para nadadores por la Leningrad Sport University (1963-1972); estudios de posdoctorado sobre deportividad técnica/motora en deportes individuales de agua por la Moscow Sport University (1988). Trabajó como asesor científico y al frente del grupo científico del equipo olímpico de la URSS de canoa/kayak durante tres ciclos de cuatro años (1978-1991), y ganó dos premios gubernamentales. Desde 1991, el profesor Issurin vive en Israel y trabaja como investigador en el Departamento de Ciencias del Deporte (1991-1994), consultor profesional y coordinador de los Equipos Olímpicos Nacionales Israelíes (desde 1992), profesor de la escuela de entrenamiento de Wingate y del Wingate Physical Education College; fue el promotor de realizar 21 tesis de doctorado en las ramas de teoría, fisiología y biomecánica del entrenamiento del deporte. Como miembro de las delegaciones nacionales olímpicas formó parte en seis Juegos Olímpicos, tres veces como primero de equipo en el equipo nacional israelí de kayak y en el equipo de natación (2000, 2004 y 2008). Ha escrito más de 150 artículos científicos en periódicos nacionales e internacionales, ha editado libros y ha hecho más de 50 presentaciones internacionales. Ha dado conferencias en universidades y en foros de entrenamiento en Atenas, Bangkok, Bruselas, Florencia, Ghent, Gijón, Goteborg, Grand Rapids (Michigan), Jyvaskyla, Kiev, Köln, Leuven, Lisboa, Madrid, Magdeburgo, Moscú, Palma de Mallorca, Pontevedra, Porto, Poznan, Praga, Riga, Roma, Sant Petersburgo, Sofía, Tashkent, Tallinn, Tel-Aviv, Vilnius y Volgograd. Es autor o coautor de 9 libros. Ha recibido premios con honorados del Comité Olímpico de la URSS, Bulgaria y Lituania. El Dr. Issurin es miembro de la International Informatization Academy asociada con la UNESCO. Es miembro del equipo editorial del *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* y revisor de las revistas científicas *Sports Medicine* y *European Journal of Sport Sciences*. Actualmente su investigación está centrada en la metodología de alto rendimiento en el entrenamiento y su desarrollo más allá de los conceptos originales del entrenamiento para deportistas de elite. Ha sido muchas veces campeón de Israel en competiciones de natación para profesionales.



ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

Este libro se ocupa de cómo mejorar la rutina del entrenamiento y de cómo preparar a los deportistas de manera más satisfactoria para alcanzar el rendimiento máximo a través del entrenamiento por periodización en bloques.

El autor presenta los orígenes del entrenamiento y los conceptos básicos relacionados con la preparación de los atletas proporcionando, al lector, los fundamentos de la teoría del entrenamiento. Luego, introduce el diseño de los programas de entrenamiento, describe los tipos y la estructura del entrenamiento, la secuencia y la compatibilidad de los diferentes ejercicios y la recopilación de las series de entrenamiento diario. Asimismo, explica cómo diseñar microciclos de entrenamiento de diferentes tipos y analiza los mesociclos de acumulación, transmutación o realización. Por último, dedica dos capítulos al aumento del rendimiento.

El Profesor Dr. **Vladimir B. Issurin** trabaja como coordinador científico y profesional en el Departamento de Deporte de Elite del Comité Olímpico Israelí en el Wingate Institute. Licenciado en Ciencias del Deporte y doctorado en fitness motor acuático y técnica de movimientos para nadadores por la Leningrad Sport University (1963-1972); y estudios de posdoctorado sobre deportividad técnica/motora en deportes individuales de agua por la Moscow Sport University (1988). Es miembro de la International Informatization Academy asociada con la UNESCO. Forma parte del equipo editorial del *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* y revisor de las revistas científicas *Sports Medicine* y *European Journal of Sport Sciences*.

ISBN 978-84-9910-085-2



www.paidotribo.com