

MANUAL DE METODOLOGÍA DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

Dietrich Martin
Klaus Carl
Klaus Lehnertz

EDITORIAL PAIDOTRIBO

COLECCIÓN ENTRENAMIENTO

Manual de metodología del entrenamiento deportivo

Por

Dietrich Martin
Klaus Carl
Klaus Lehnertz

EDITORIAL PAIDOTRIBO

España

Editorial Paidotribo
Les Guixeres
C/ de la Energía,19-21
08915 Badalona (España)
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
1088 Buenos Aires (Argentina)
Tel.: (541) 1 43836454
Fax: (541) 1 43836454
www.paidotribo.com.ar
paidotribo.argentina@paidotribo.com

México

Editorial Paidotribo México
Pestalozzi, 843
Col. Del Valle
03020 México D.F.
Tel.: (525) 5 55 23 96 70
Fax: (525) 5 55 23 96 70
www.paidotribo.com.mx
paidotribo.mexico@paidotribo.com

Título original de la obra: *Handbuch Trainigslehre*
Copyright de la edición original: © Verlag Karl Hofmann

Traducción: Ramón Polledo

Director de colección y revisor técnico: Manuel Pombo Fernández

© 2014, Dietrich Martin
Klaus Carl
Klaus Lehnertz

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

2ª reimpresión de la 1ª edición
ISBN: 978-84-8019-519-5
BIC: WSD

Fotocomposición: Editor Service, S.L.
Diagonal, 299 – 08013 Barcelona
Impreso en España por Bartolomé Sánchez de Haro / bgrafic@bgrafic.es

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorizacion 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 préstamos públicos.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo 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 (www.conlicencia.com, 91 702 19 70 / 93 272 04 47).

Índice

Prefacio 13
Prefacio a la segunda edición alemana 14
Introducción: entrenamiento deportivo, metodología del entrenamiento, ciencia del entrenamiento 15
Sobre el concepto de entrenamiento 16
Metodología y ciencia del entrenamiento 17
Para una teoría de la actividad práctica 20

1 Análisis del rendimiento deportivo y del sistema de entrenamiento como requisito para un rendimiento óptimo 23
1.1 El rendimiento deportivo 23
1.1.1 Objetivos principales del entrenamiento 23
1.1.2 Definición y análisis del rendimiento deportivo 24
1.1.3 Condiciones del rendimiento 27
1.1.4 El sistema de rendimiento 29
1.1.4.1 Modelo para la explicación del sistema de rendimiento 30
1.1.4.2 Sobre el carácter holístico del estado de rendimiento deportivo 32
1.2 El sistema de entrenamiento 32
1.2.1 Dirección y regulación del entrenamiento 33
1.2.1.1 Objetivos directores superiores 33
1.2.1.2 Carga de entrenamiento 34
1.2.1.3 Planificación del entrenamiento 36

1.2.2 Categorías decisionales en la planificación y realización del entrenamiento 37
1.2.2.1 Objetivos parciales 38
1.2.2.2 Estructuración del entrenamiento 38
1.2.2.3 Organización del entrenamiento 39
1.2.2.4 Contenidos del entrenamiento 39
1.2.2.5 Métodos de entrenamiento 40
1.2.3 Principios generales del entrenamiento deportivo 43
1.2.3.1 Principios pedagógicos del entrenamiento 45
1.2.3.2 Principios para la organización y planificación del entrenamiento 46
1.2.3.3 Principios para la estructuración metódologica y de contenidos del entrenamiento 47

2 Técnica deportiva y entrenamiento de la técnica 49
2.1 Entrenamiento de la técnica - Descripción y conceptos 49
2.1.1 Sobre la importancia del entrenamiento de la técnica 49
2.1.2 Sobre el problema teórico del entrenamiento de la técnica dentro de la metodología del entrenamiento 50
2.1.3 Técnica y entrenamiento de la técnica - Nociones 51
2.2 Organización y sistematización del entrenamiento de la técnica 53
2.2.1 Sobre la problemática de la generalización de las propuestas en el entrenamiento de la técnica 53
2.2.2 Los objetivos del entrenamiento de la técnica 54
2.2.2.1 Un ejemplo práctico: gimnasia 55
2.2.2.2 Un esquema de sistematización que engloba las distintas modalidades 56
2.2.2.3 El aprendizaje de las destrezas como primera fase del entrenamiento de la técnica 57
2.2.2.4 El entrenamiento de la adquisición de la técnica 58
2.2.2.5 El entrenamiento de la aplicación de la técnica 59
2.2.2.6 El entrenamiento de la técnica suplementario 61
2.3 El entrenamiento de las capacidades coordinativas 65
2.3.1 Concepto e importancia 65
2.3.2 Sobre el modelo de coordinación motriz 66
2.3.3 Las capacidades coordinativas 68
2.3.4 La obtención de un nivel de capacidades coordinativas general y de aplicación múltiple 69
2.3.5 El trabajo de las capacidades coordinativas como un entrenamiento de la técnica suplementario 70

2.4 Modelos de explicación científica para la motricidad 72
2.4.1 Centros motores supraespinales 73
2.4.2 La acción conjunta de cerebro y cerebelo 73
2.4.2.1 El cerebro como centro de dirección 75
2.4.2.2 El cerebelo como almacenador de destrezas 77
2.5 Métodos en el entrenamiento de la técnica 79
2.5.1 Un esquema metodológico general sobre la adquisición de la técnica 79
2.5.2 Métodos de entrenamiento de la técnica 81
2.5.2.1 Consideraciones previas 81
2.5.2.2 Teorías y nociones científicas sobre la problemática de la carga 82
2.5.2.3 Nivel de carga y métodos del entrenamiento de la técnica 84
2.5.3 Métodos del entrenamiento de la aplicación de la técnica 85
2.5.4 Observación del movimiento y análisis de los errores en el entrenamiento de la técnica. 86
2.5.4.1 Fundamentos 86
2.5.4.2 Entrenamiento de la percepción motriz 90
2.5.5 Entrenamiento mental 92
2.6 Planificación y regulación del entrenamiento de la técnica 93
2.6.1 El entrenamiento de la técnica en la microestructura 94
2.6.2 El entrenamiento de la técnica en la macroestructura 96
2.6.3 Características del entrenamiento de la técnica en las modalidades de resistencia 98
2.6.4 Principios generales para la puesta en práctica del entrenamiento de la técnica 99

3 La condición física y su entrenamiento 101
3.1 Condición física - Concepto y condiciones de su desarrollo 101
3.1.1 Condición física y capacidades físicas - Conceptos 101
3.1.2 Un modelo de estructuración de la condición física 102
3.1.3 Importancia y ámbitos de aplicación de la condición física 104
3.1.4 La carga como magnitud metodológica que dirige el desarrollo de la condición física 105
3.1.5 Procesos biológicos de la adaptación como requisito para el desarrollo de la condición física 108
3.1.5.1 El modelo teórico de la supercompensación 109
3.1.5.2 Nuevos hallazgos científicos sobre la adaptación al entrenamiento 110
3.1.6 La realización del ejercicio en el entrenamiento de la condición física 113
3.1.7 Los métodos del entrenamiento de la condición física 115

3.2 Fuerza y entrenamiento de la fuerza 116
3.2.1 Fuerza y rendimiento muscular - Características y conceptos 117
3.2.2 Estructuración y manifestaciones de la fuerza 119
3.2.2.1 Fuerza máxima 119
3.2.2.2 Fuerza rápida 121
3.2.2.3 Fuerza reactiva 123
3.2.2.4 Fuerza resistencia 125
3.2.3 Modelos de explicación científica para la fuerza 127
3.2.3.1 La macroestructura de los rendimientos de fuerza 127
3.2.3.2 La microestructura de los rendimientos de fuerza 130
3.2.3.3 Inervación muscular y tipos de fibra muscular 135
3.2.4 Procedimientos de evaluación del rendimiento para la determinación de las capacidades de fuerza 138
3.2.4.1 Determinación del umbral del rendimiento muscular 138
3.2.4.2 Formas de determinar la fuerza mediante curvas de fuerza-tiempo 141
3.2.4.3 La prueba en dos fases para determinar la fuerza resistencia 144
3.2.4.4 Pruebas deportivo-motrices para el diagnóstico básico de las capacidades de fuerza 145
3.2.5 Métodos del entrenamiento de la fuerza 148
3.2.5.1 Relación entre objetivos y métodos 148
3.2.5.2 Métodos del entrenamiento de la fuerza máxima para el aumento de la hipertrofia muscular 150
3.2.5.3 Métodos de fuerza máxima para mejorar la capacidad de la inervación muscular 152
3.2.5.4 Métodos del entrenamiento de la fuerza rápida 154
3.2.5.5 Métodos del entrenamiento de la fuerza resistencia 155
3.2.5.6 Métodos del entrenamiento de la fuerza reactiva 156
3.2.5.7 Formas de organización del entrenamiento de la fuerza 158
3.2.6 Entrenamiento especial de la fuerza 160
3.2.6.1 Objetivos y tareas del entrenamiento especial de la fuerza 160
3.2.6.2 Ejemplo: descenso alpino 163
3.2.6.3 Ejemplo: natación 166
3.2.7 Planificación y dirección del entrenamiento de la fuerza 168
3.2.7.1 Modelo para un entrenamiento con efectos retardados a largo plazo 168
3.2.7.2 Periodización del entrenamiento de la fuerza para velocistas 170
3.2.7.3 Entrenamiento de la fuerza para disciplinas de resistencia 171
3.2.7.4 Principios generales para la dirección y planificación del entrenamiento de la fuerza 172
3.3 Velocidad y entrenamiento de la velocidad 173

3.3.1 Velocidad - Características y concepto 173
3.3.2 Estructuración y formas de aplicación de la velocidad 174
3.3.2.1 Velocidad de reacción 176
3.3.2.2 Velocidad de aceleración 179
3.3.2.3 Velocidad en sentido estricto - velocidad de movimiento 180
3.3.3 Modelos de explicación científica para la velocidad 182
3.3.3.1 Nociones de psicología y de teoría de la información sobre la velocidad de reacción 182
3.3.3.2 Explicaciones biológicas y mecánicas sobre la velocidad de aceleración 184
3.3.3.3 Modelos explicativos para la velocidad de movimiento 188
3.3.4 Procedimientos para la evaluación del rendimiento en el entrenamiento de velocidad 191
3.3.4.1 Procedimientos para la medición de la velocidad 192
3.3.4.2 Pruebas de motricidad deportiva 193
3.3.5 Métodos del entrenamiento de la velocidad 195
3.3.5.1 Ejemplo: entrenamiento del *sprint*... 195
3.3.5.2 Entrenamiento de la velocidad en las modalidades de juego - Ejemplo: fútbol 199
3.3.6 Planificación y dirección del entrenamiento de la velocidad 200
3.3.6.1 Problemas de la microestructura 200
3.3.6.2 Principios generales para configurar y dirigir el entrenamiento de la velocidad 201
3.4 Resistencia y entrenamiento de la resistencia 202
3.4.1 Resistencia - Características y concepto 202
3.4.2 Estructuración y manifestaciones de la resistencia 205
3.4.2.1 Resistencia de corta, media y larga duración 205
3.4.2.2 Resistencia general (resistencia básica) - Resistencia especial 206
3.4.3 Modelos de explicación científica para la resistencia 207
3.4.3.1 Aspectos musculares de la resistencia 208
3.4.3.2 Transformación de la energía durante la actividad física 210
3.4.3.3 Sobre la importancia de la capacidad máxima de consumo de oxígeno ($\dot{V}O_2$ máx) 213
3.4.3.4 Causas de la fatiga muscular 216
3.4.4 Procedimientos para la evaluación del rendimiento para determinar la capacidad de resistencia 219
3.4.4.1 Valoración del rendimiento en el laboratorio 219
3.4.4.2 Valoración del rendimiento con tests de campo 222

3.4.4.3 Valoración del rendimiento con ayuda de la frecuencia cardiaca - Test de CONCONI 224
3.4.4.4 Valoración compleja del rendimiento para las disciplinas de resistencia 228
3.4.5 Métodos del entrenamiento de la resistencia 231
3.4.5.1 Método continuo con velocidad continua 232
3.4.5.2 Método continuo con velocidad variable 235
3.4.5.3 Entrenamiento interválico 236
3.4.5.4 Método de repeticiones 240
3.4.5.5 Métodos de competición y control 240
3.4.6 Entrenamiento de la resistencia especial - Un modelo orientativo para las modalidades de juego 241
3.4.7 Planificación y dirección del entrenamiento de la resistencia 244
3.4.7.1 Ejemplo: Esquí de fondo 245
3.4.7.2 Ejemplo: Natación 248
3.4.7.3 Características de la dirección del entrenamiento 249
3.5 Flexibilidad y entrenamiento de la flexibilidad 250
3.5.1 Flexibilidad - Características y concepto 250
3.5.2 Estructuración y manifestaciones de la flexibilidad 252
3.5.3 Modelos de explicación científica sobre la flexibilidad 253
3.5.3.1 Articulaciones y lesiones articulares 254
3.5.3.2 Estiramiento muscular - Propiedades mecánicas 257
3.5.4 Métodos del entrenamiento de la flexibilidad 260
3.5.4.1 Relación entre objetivos y métodos 260
3.5.4.2 El entrenamiento de la movilidad articular general 261
3.5.4.3 El trabajo de la capacidad de estiramiento de los musculos 261
3.5.5 Entrenamiento de la flexibilidad especial 264
3.5.6 Principios generales para la configuración del entrenamiento de la flexibilidad 266

4 Táctica y entrenamiento de la táctica 267
4.1 Sobre el concepto *táctica* 267
4.2 Modelos de explicación científica para el entrenamiento de la táctica 268
4.2.1 Fundamentos biológicos de la táctica 268
4.2.1.1 Rendimientos cognitivos 268
4.2.1.2 Memoria y recuerdo 270
4.2.1.3 Consecuencias para la táctica 271

4.2.2 Modelos de pensamiento de la psicología de la acción acerca de la táctica 274
4.3 Consideraciones metodológicas sobre el entrenamiento de la táctica ...276
4.3.1 Objetivos del entrenamiento de la táctica 276
4.3.2 Orientaciones metodológicas para el entrenamiento de la táctica 277

5 Organización, configuración o sistema del entrenamiento deportivo 281
5.1 Nuevas consideraciones generales sobre la organización del entrenamiento 282
5.1.1 Especialización como orientación para la organización del entrenamiento 282
5.1.1.1 Entrenamiento complejo como una forma de especialización 283
5.1.2 Adaptaciones a largo plazo a las cargas 284
5.1.2.1 El efecto retardado del entrenamiento a largo plazo 284
5.1.3 Regulación del efecto retardado del entrenamiento a largo plazo con el método de la concentración selectiva de las cargas 285
5.1.3.1 Dirección del entrenamiento para la fuerza rápida y para las modalidades de composición 286
5.1.3.2 Dirección del entrenamiento para disciplinas de "sprint" - un ejemplo 287
5.2 Periodización - Ciclos 288
5.2.1 La teoría clásica de MATVEEV 288
5.2.2 Los periodos 290
5.2.2.1 La pretemporada 291
5.2.2.2 El periodo de competición 291
5.2.2.3 El periodo de transición 292
5.2.3 Modelos y nuevas tendencias de la periodización 292
5.2.3.1 Problemas especiales de los modelos de periodización 293
5.2.3.2 Nuevas tendencias o variaciones de la periodización 294
5.2.4 Macrociclo y microciclo en los periodos 296
5.2.4.1 El macrociclo 296
5.2.4.2 El microciclo 297
5.3 Planificación del entrenamiento 301
5.3.1 Planificación y plan - Conceptos y características 301
5.3.1.1 Diferentes tipos de planes 302
5.3.2 Etapas de trabajo en la planificación del entrenamiento 303
5.3.2.1 Análisis del estado del rendimiento 304
5.3.2.2 Documentación del entrenamiento 305

5.3.2.3 Formulación de los objetivos 307
5.3.2.4 Diseño del plan de entrenamiento anual 308
5.3.2.5 Diseño del plan de entrenamiento semanal 310
5.3.4 La sesión de entrenamiento 312
5.4 Fatiga de entrenamiento y sobreentrenamiento 314
5.4.1 Fatiga 314
5.4.2 Medidas de recuperación 317
5.4.3 Sobreentrenamiento 319
5.4.3.1 Diagnóstico del sobreentrenamiento 320
5.4.3.2 Causas del sobreentrenamiento 321
5.4.3.3 Cómo tratar el sobreentrenamiento 323
5.5 Condiciones de la competición deportiva 324
5.5.1 Métodos de competición y de disputa de encuentros en el entrenamiento 325
5.5.2 La configuración del periodo y de la temporada de competición 326
5.5.2.1 Frecuencia de la competición - Función de las competiciones 326
5.5.2.2 Transcurso y variantes de los periodos de competición 327
5.5.3 La preparación para la competición 330
5.5.3.1 Principios generales de la preparación 330
5.5.3.2 La preparación metodológica 331
5.5.3.3 La preparación psicopedagógica para la competición 332
5.5.3.4 La preparación táctico-estratégica para la competición 334

6 Entrenamiento en la edad juvenil 337
6.1 Entrenamiento en la edad juvenil orientado al alto rendimiento 337
6.2 Condicionantes de la toma de decisiones en el entrenamiento en la edad juvenil 339
6.2.1 Particularidades de la evolución de los adolescentes 339
6.2.1.1 Etapas del desarrollo favorables para el entrenamiento 342
6.2.1.2 Fases críticas del desarrollo 343
6.2.1.3 Riesgos del entrenamiento de niños y jóvenes orientado hacia el alto rendimiento 343
6.2.2 Influjo del entorno social sobre la actividad de entrenamiento y competición 344
6.3 Formación general básica como etapa previa del entrenamiento en la edad juvenil 345
6.4 Planificación, organización y configuración metodológica y de contenido del entrenamiento en la edad juvenil 347
6.5 Particularidades del entrenamiento en la edad juvenil en sus aspectos técnicos, físicos y tácticos 361

6.5.1 Particularidades del entrenamiento de la técnica 361
6.5.2 Particularidades del entrenamiento de la fuerza 363
6.5.3 Particularidades del entrenamiento de la velocidad 364
6.5.4 Particularidades del entrenamiento de la resistencia 365
6.5.5 Particularidades del entrenamiento de la flexibilidad 366
6.5.6 Particularidades del entrenamiento de la táctica 367

7 Entrenamiento del fitness / salud 369
7.1 Concepto, comprensión y características 369
7.1.1 Fitness y salud 369
7.1.2 Entrenamiento para la salud y el fitness 370
7.1.3 Efectos de la falta de movimiento y entrenamiento de fitness 371
7.1.4 Objetivos y contenidos del entrenamiento de la salud y del fitness 372
7.1.5 Sobre la configuración del entrenamiento de fitness 374
7.2 Entrenamiento de la resistencia para el fitness 374
7.2.1 Objetivos y efectos del entrenamiento de la resistencia 374
7.2.2 Cuestiones metodológicas 375
7.2.2.1 Intensidad de la carga para los deportistas principiantes 379
7.2.2.2 Intensidad de la carga para los "deportistas que entrenan en general" 379
7.2.2.3 Control del rendimiento para los principiantes y deportistas que entrenan en general 381
7.2.2.4 Exigencias de la carga para los deportistas "que entrenan sistemáticamente" 382
7.2.2.5 Intensidades de la carga alcanzables con otras formas de entrenamiento de la resistencia 383
7.2.3 Principios básicos para el entrenamiento de la resistencia en el ámbito del fitness 383
7.3 Entrenamiento de la fuerza para el fitness 384
7.3.1 Objetivos y efectos del entrenamiento de la fuerza en el ámbito del fitness 384
7.3.2 El bio-entrenamiento 385
7.3.3 El entrenamiento en circuito 386
7.3.4 Pruebas de fuerza para el entrenamiento de fitness 387
7.4 Trabajo de la flexibilidad mediante la gimnasia funcional 388
7.5 Nutrición y entrenamiento de fitness 390

Prefacio

El MANUAL DE METODOLOGÍA DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO (HANDBUCH TRAININGSLEHRE) que aquí presentamos no es una reelaboración, continuación ni reedición de los dos tomos de *Grundlagen der Trainingslehre* (*Fundamentos de metodología del entrenamiento*), de D. MARTIN. Es un libro completamente nuevo y sólo en escasa medida deudor del anterior. Durante cuatro años de una intensa dedicación a los nuevos descubrimientos de la ciencia del entrenamiento, y pese a puntos de partida y aproximaciones diferentes, surgió finalmente de la colaboración entre tres autores la idea de presentar de forma completamente nueva el objeto de nuestro estudio; en su orientación teórica y sistemática de contenidos, este esquema recorre un camino diferente al que proponen otras metodologías del entrenamiento deportivo en la actualidad.

El principal motivo por el que hemos elaborado esta nueva metodología del entrenamiento ha sido la convicción por nuestra parte de que en los últimos años los descubrimientos teóricos de las ciencias biológicas y las experiencias obtenidas en la práctica del entrenamiento se habían ampliado considerablemente, e incluso en parte reorientado. Por ello se hacía necesaria una revisión básica de la metodología. El libro intenta satisfacer esta pretensión. Los autores son conscientes de que las dimensiones de la tarea y las cuestiones que ésta suscitaba hacían inevitables unas omisiones formales, elocuentes por sí mismas.

El principio director del trabajo de los autores ha sido la fundamentación científica, esto es, teórica, de las afirmaciones y reglas de entrenamiento que aquí se defienden. Siempre que se ha podido deducir o confirmar estas afirmaciones y reglas con la ayuda de postulados, teorías o modelos de las ciencias biológicas, la ciencia del entrenamiento o la psicología, se ha procedido así con plena responsabilidad. En nuestra opinión, este principio de trabajo confiere a nuestro libro, que pretende además servir de libro de texto, el carácter de un manual. Los autores no sólo han intentado sacar a la luz un libro de texto sobre metodología del entrenamiento, sino también fundamentar y detallar

su contenido de forma que pueda servir de obra de consulta, en el sentido de un manual. Confiamos en que esta síntesis se haya llevado a cabo.

Hemos excluido deliberadamente dos ámbitos temáticos, pese a tener, indiscutiblemente, una conexión muy cercana con el proceso del entrenamiento: sus aspectos psicológicos y pedagógicos. Varias razones justifican esta decisión. En primer lugar, existen ya muy buenas publicaciones sobre estos temas a cargo de autores muy competentes, como la compilación de los problemas psicológicos del entrenamiento a cargo de KUNATH et al. (1972 y 1974), GABLER / EBERSPÄCHER / HAHN / KERN / SCHILLING (1979), las comunicaciones de EBERSPÄCHER (1988) y GABLER (1988), y el estudio de los fundamentos pedagógicos del entrenamiento en la comunicación de KURZ (1988). En segundo lugar, ocuparnos en detalle de estos temas habría desbordado completamente el marco pensado para este libro. Y por último, nuestra intención era delimitar de modo concreto el ámbito de contenido que diferencia a la metodología del entrenamiento frente a otras disciplinas de la ciencia del deporte. Con esto no estamos afirmando que el marco de estudio de la metodología del entrenamiento no se pueda definir con mayor profundidad. Nosotros lo hemos definido tal y como aparece en el libro, y sabemos que a la hora de tomar esta decisión habríamos podido optar por un marco más amplio.

Queremos mostrar nuestro agradecimiento a Marion Grüber, Jürgen Nicolaus, Stefan Weigelt, Bernward Winter, todos ellos colaboradores en la Universidad de Kassel, que nos han ayudado en la elaboración de los textos, la redacción y los trabajos de corrección, así como a Bernhard Martin, que realizó las ilustraciones.

Kassel / Colonia
Los autores

Prefacio a la segunda edición alemana

La primera edición del MANUAL DE METODOLOGÍA DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO se agotó más rápidamente de lo previsto.

Con ello vemos reconocido nuestro trabajo y afirmada la concepción que sustenta el libro. Dadas las favorables críticas que este libro ha recibido por parte de una serie de especialistas en Educación Física, entrenadores y otros lectores, los autores y la editorial han decidido publicar una segunda edición.

Kassel / Colonia
Los autores

Introducción: entrenamiento deportivo, metodología del entrenamiento, ciencia del entrenamiento

Este manual está pensado para todos los que se ocupan en profundidad del *entrenamiento deportivo*. Se dirige, pues, a entrenadores, preparadores físicos y profesores de Educación Física, y pretende servirles de ayuda a la hora de afrontar su trabajo, mostrando problemas relevantes y ofreciendo criterios y reglas para su solución. El manual interesará también a los deportistas en activo, pues les facilita la información necesaria para comprender el proceso del entrenamiento. Finalmente, está también pensado para estudiantes y profesores de las carreras y estudios relacionados con el deporte, a quienes proporciona unos conocimientos básicos necesarios y anima a la discusión acerca de éstos.

Metodología del entrenamiento deportivo se ocupa del *entrenamiento deportivo*, es decir, de una práctica específica que realizan deportistas en activo, entrenadores, preparadores físicos y profesores de Educación Física, con vistas a la mejora de los rendimientos deportivos individuales (véase el apartado 1.1.4); también se ocupa de la exhibición de estos rendimientos, sobre todo en la competición deportiva. Los esquemas de la metodología del entrenamiento dependen en alto grado del tipo de exigencia en cada rendimiento concreto, del estado de los conocimientos científicos y de la experiencia práctica acumulada acerca de las relaciones existentes entre la ejecución del entrenamiento y su eficacia.

El propósito de esta obra consiste en mostrar las *reglas del entrenamiento* más importantes para los distintos ámbitos en que éste se aplica; asimismo, exponemos los conocimientos científicos que sirven de base a estas reglas. El libro trata del entrenamiento en el *deporte de competición*, en particular en el ámbito del alto rendimiento, en el *deporte de jóvenes* y en el *deporte para todos o de tiempo libre*, principalmente bajo la forma del deporte de mantenimiento de la salud. Antes de describir las leyes naturales, las experiencias prácticas y las reglas (teorías) para cada uno de los cometidos del entrenamiento, nos detendremos primero en el significado de los siguientes conceptos clave: "entrenamiento deportivo", "ciencia del entrenamiento", "metodología del entrenamiento" y "rendimiento deportivo" (apartado 1.1).

Sobre el concepto de entrenamiento

El concepto de entrenamiento se utiliza tanto en el idioma coloquial como en los distintos lenguajes científicos. HEHLMANN (1964, 510), por ejemplo, lo define así en *Wörterbuch der Pädagogik* (*Diccionario de Pedagogía*): "Entrenamiento, ejercicio funcional planificado en el ámbito corporal o mental, con la finalidad de obtener un máximo rendimiento individual, en particular en el deporte. El entrenamiento apropiado puede coexistir con una educación integral armónica". ULICH (1973, 8) explica el entrenamiento, en el contexto de una interpretación *psicológica práctica*, como un proceso planificado "que genera una optimización de capacidades y conocimientos, esto es, tanto de planes de acción como de estructuras de acción". Desde el punto de vista de la *fisiología del rendimiento* STEGEMANN (1971, 227) lo define así: "Por entrenamiento se entiende un estímulo que mejora la capacidad de rendimiento a través de un cambio mensurable de la estructura orgánica". HOLLMANN (1973, 191) interpreta el entrenamiento "como la suma de todos los esfuerzos (estímulos) efectuados en intervalos de tiempo determinados, con el objetivo de un aumento del rendimiento, y responsables de una serie de cambios funcionales y morfológicos del organismo".

Dos nuevos ejemplos ilustran cómo puede entenderse el entrenamiento desde la perspectiva de una *metodología* orientada hacia el proceso práctico. Por una parte, la definición de CARL y KAISER (1976, 219): "El entrenamiento deportivo es un proceso complejo activo, cuyo objetivo es influir de forma planificada y objetiva sobre la evolución del rendimiento deportivo". Y por otra, la de MARTIN (1977, 21): "El entrenamiento deportivo es un proceso conducido de forma planificada, en virtud del cual han de desarrollarse unos cambios en el estado del rendimiento deportivo-motriz complejo (esto es, la capacidad de acción); ello ocurre con la ayuda de medios de entrenamiento y de acuerdo con determinadas expectativas en cuanto al objetivo final". En comparación con otras formas de actividad deportiva, como por ejemplo el juego o la clase, el entrenamiento centra su interés en la mejora efectiva de la capacidad de rendimiento deportivo, pero además, como toda acción, ejerce siempre un efecto sobre la personalidad del deportista en su conjunto. Todo preparador físico, profesor de educación física y entrenador tiene que ser consciente de esta interacción, para valorar por igual en sus decisiones los planos *pedagógico* y *metodológico-deportivo* del entrenamiento y tener en cuenta su mutua interrelación. De este modo, debería observar un importante cambio de papeles en su relación con el deportista en activo: mientras que en el entrenamiento de niños y jóvenes adopta preferentemente el papel responsable del *educador*, habrá de trasladarse, en el de adultos, a la posición de un *asesor* o un *especialista* encargado de unas tareas específicas. Los jóvenes son, más que los otros grupos, quienes ofrecen al entrenador la oportunidad y la responsabilidad de ejercer una influencia educativa consciente sobre el deportista que a él se confía.

Creemos, por tanto, que los entrenadores han de plantear siempre su actividad pedagógica de tal forma que niños y jóvenes se animen a comunicar sus pensamientos, con un espíritu crítico y constructivo, para que puedan con el paso de los años resolver

sus tareas en ejercicio de su responsabilidad. Del deportista independiente y responsable de sí mismo esperamos ante todo que salga con éxito de situaciones de reto personal, como las que se producen sobre todo en el deporte de competición. Tanto por responsabilidad frente a los deportistas a su cargo, como con vistas a conseguir aumentos óptimos del rendimiento y éxitos en el entrenamiento y la competición, los esquemas del entrenamiento deportivo han de estar siempre enfocados al desarrollo global de la personalidad. Desde la óptica pedagógica e igualmente desde la metodológico-deportiva, se ha de extraer una influencia positiva del entrenamiento en relación con los rasgos motrices, emocionales e intelectuales del comportamiento. No obstante, para destacar la particularidad del entrenamiento deportivo, hay que poner también de relieve la orientación hacia una meta, el "desarrollo planificado de una situación de rendimiento deportivo" y la "exhibición con éxito de los rendimientos deportivos".

Sobre la base de las anteriores reflexiones prácticas, pondremos en este manual la siguiente definición como encabezamiento:

DEFINICIÓN:
El **entrenamiento deportivo** es un proceso complejo de actividades, dirigido al desarrollo planificado de ciertos estados de rendimiento deportivo y a su exhibición en situaciones de verificación deportiva, especialmente en la actividad competitiva.

Esta visión del entrenamiento deportivo considera éste como un *proceso complejo de actividades*, dando a entender con ello que el entrenamiento influye sobre el desarrollo de la personalidad en su conjunto. *Planificado* quiere decir que las actividades encaminadas a los objetivos del *desarrollo del estado de rendimiento deportivo* y la *exhibición de rendimientos deportivos* no se deciden y realizan de forma predominantemente espontánea, sino que se basan en reflexiones y decisiones previas orientadas de acuerdo con descubrimientos científicos, teorías de entrenamiento, experiencias prácticas y condicionamientos situacionales relativamente duraderos. De la definición también se desprende que el entrenamiento deportivo no tiene que limitarse al deporte de alto rendimiento, sino que puede aplicarse también a otros numerosos campos de intervención, como el deporte de tiempo libre y para todos o el deporte escolar, y que el objetivo último puede ser, junto a la dirección hacia el alto rendimiento deportivo, la obtención de muy diferentes metas o normas que el individuo pueda marcarse como valor.

Metodología y ciencia del entrenamiento

Los ámbitos o disciplinas que se ocupan sistemáticamente de la problemática del entrenamiento deportivo se delimitan en la discusión epistemológica de distintas formas, y se denominan con terminología especializada diferente; lo más habitual es encontrarse

las expresiones *metodología del entrenamiento, ciencia del entrenamiento* y *teoría y metodología del entrenamiento*. Aquí no expondremos una por una las distintas fijaciones conceptuales y los intentos de delimitación. Sólo las mencionaremos que ya desde finales del siglo XIX se han publicado descripciones de procesos motrices del deporte y explicaciones de los efectos del entrenamiento, en el contexto de su enseñanza, y en todo momento se las ha ido cambiando y refinando (CARL, 1978 y 1983; LETZENTER, 1987 entre otros). Desde esta época se ha intentado constantemente describir y explicar los diversos procesos motrices del deporte y los aspectos aislados del complejo proceso del entrenamiento, bien utilizando métodos científicos, bien desde la observación subjetiva. Por esta razón, las instrucciones que desde entonces se han elaborado para entrenadores, preparadores físicos y profesores de Educación Física se fundamentan, por un lado, en postulados de diferentes ciencias de base, sobre todo de la Medicina, la Psicología, la Biomecánica o la investigación compleja de la metodología del entrenamiento, y, por otro, en el saber empírico de expertos en el entrenamiento, sobre todo de entrenadores. Una *disciplina científica independiente* que se ocupe sistemáticamente del entrenamiento deportivo como objeto principal y desde distintos ángulos de aproximación no dio sus primeros pasos en el ámbito de la lengua alemana hasta los años 60 en la antigua RDA, y a mediados de los 70 comienza a establecerse en la República Federal.

Para destacar una óptica estrictamente *científica* proponemos la siguiente distinción entre metodología del entrenamiento y ciencia del entrenamiento.

Por ***ciencia del entrenamiento*** entendemos la rama de la ciencia del deporte que se ocupa, desde una perspectiva interdisciplinar, del análisis y descripción de los rendimientos deportivos y sus condicionantes, así como de la fundamentación y valoración de la actividad de rendimiento en el entrenamiento y durante la competición. El interés cognitivo de la ciencia del entrenamiento, como el de cualquier otra ciencia, está orientado a comprobar o refutar, mediante métodos científicos adecuados, el contenido verídico de proposiciones específicas que se realizan sobre su objeto de estudio; en cambio, la importancia práctica de estas proposiciones tiene una significación comparativamente secundaria. Este distinto énfasis es, a nuestro juicio, lo que establece las diferencias entre la ciencia y la metodología del entrenamiento.

DEFINICIÓN:

La **metodología del entrenamiento** abarca todas las proposiciones que tienen como objeto las reglas y sistemas de reglas utilizados para actuar en el entrenamiento y en las situaciones de exhibición deportiva, especialmente en la competición.

La metodología del entrenamiento es, por tanto, la teoría orientada hacia la práctica del entrenamiento. Sus proposiciones no solamente participan del saber científico, sino también de experiencias sometidas a reflexión, tanto por quienes practican directamente el entrenamiento como por quienes lo observan sistemáticamente. Algunas reglas de

la actividad (o sistemas de reglas de la actividad) pueden referir al conjunto del entrenamiento deportivo, en tanto que como la METODOLOGÍA GENERAL DEL ENTRENAMIENTO, o, como METODOLOGÍAS ESPECIALES DEL ENTRENAMIENTO, lo hacen a campos aislados de actividad, como el deporte de competición, para la salud, de mantenimiento físico, algunas modalidades deportivas o formas de entrenamiento, como por ejemplo las variantes del entrenamiento orientadas a la condición física o a la técnica.

Una metodología del entrenamiento tiene como función, en tanto que teoría de la actividad de entrenamiento, elaborar y estructurar las categorías fundamentales y los niveles jerárquicos de la práctica, basándose en análisis de las exigencias del rendimiento deportivo (es decir, de las normas del rendimiento establecidas), y considerando los postulados científicos y la experiencia práctica del entrenamiento. Además, hace falta establecer relaciones entre los elementos, precisar el propio lenguaje de la especialidad, elaborar reglas y principios de la actividad, y examinar la consistencia lógica, la exactitud léxica y la eficacia práctica.

Mientras que los esquemas más antiguos del entrenamiento surgieron fundamentalmente de la experiencia práctica, o de derivaciones por analogía de postulados científicos de otras disciplinas, con el progresivo desarrollo y refinamiento de estos esquemas, se produjo cada vez más la necesidad de una actividad científica independiente. La transición desde un "tratado" o "arte" del entrenamiento a una ciencia hizo que las proposiciones se volvieran cada vez más específicas y enrevesadas, de modo que la praxis del entrenamiento a menudo no comprendía los postulados científicos, lo hacía con dificultad o se despreocupaba de ellos como de algo irrelevante. Parece inevitable que la práctica y la ciencia del entrenamiento desarrollen, al aumentar su grado de evolución, esferas de interés independientes y a veces contrapuestas, y se guíen por criterios diversos a la hora de valorar la práctica deportiva. No obstante, para asegurar que los nuevos descubrimientos científicos se sigan transmitiendo a la propia práctica y que, por otra parte, la ciencia siga teniendo presentes los problemas reales de la práctica del entrenamiento, se hace imprescindible la existencia de una *instancia de intermediación y decodificación*. Creemos que la función esencial de una "Metodología del entrenamiento", en especial de este libro, consiste en acometer esta tarea, que va más allá de una pura didáctica de la práctica deportiva.

Un entrenamiento eficaz, en el actual nivel de desarrollo de la praxis deportiva, sigue estando orientado por la teoría, esto es, se sigue basando en esquemas y modelos de validez general (representaciones simplificadas de la realidad), pero también sigue presuponiendo en los deportistas en activo, entrenadores y asesores una gran cantidad de experiencia muy subjetiva. Así, uno de los más veteranos entre los entrenadores alemanes, Toni NETT, comenta ya en su libro de 1960 sobre la carrera en atletismo, dirigiéndose a los entrenadores y preparadores de la Federación Alemana de Atletismo, que quienes de entre ellos conocieran las leyes naturales que explican los efectos de una herramienta de entrenamiento estarían a salvo de cometer errores graves al entrenar. Y el entrenador de remo Karl ADAM (1975), que en los años 60 obtuvo una serie de éxitos, sobre todo en la categoría de K-8, escribía 15 años más tarde que siempre ha-

bía lamentado su incapacidad para poner en relación su entrenamiento con los principios admitidos de las ciencias exactas: Física, Química y Fisiología.

Para una teoría de la actividad práctica

El modo de acceso al conocimiento científico, el interés por éste (variables según los individuos) y las experiencias concretas como atleta o preparador hacen que cada entrenador adquiera un estilo y un esquema de entrenamiento en gran medida personales. Los factores que determinan la elaboración de un esquema individual de entrenamiento, imprescindible para el éxito en el trabajo de entrenador –esquema al que en lo sucesivo denominaremos ***teoría de uso***–, están resumidos en el siguiente esquema:

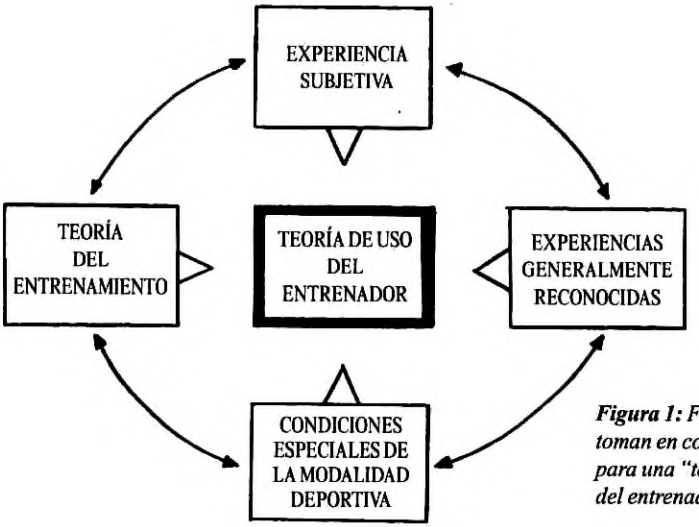


Figura 1: *Factores que se toman en consideración para una "teoría de uso" del entrenador.*

Los *conocimientos científicos* entran en la teoría de uso del entrenador como perfiles –consolidados empíricamente– de exigencias especiales del rendimiento, como regularidades en los procesos de adaptación, particularmente en la relación que se da entre las realizaciones específicas del entrenamiento y los efectos por éste, como procedimiento de diagnóstico del rendimiento, como criterios para elaborar esquemas de evaluación y como reglas de entrenamiento revisadas con métodos científicos. La visión del entrenamiento deportivo como un "proceso pedagógico de perfeccionamiento deportivo, llevado a cabo según postulados científicos", como expone por ejemplo HARRE (1982, 17 y ss.), puede considerarse y aceptarse, en nuestra opinión, como declaración programática de un cierto optimismo científico, pero no como la realidad en la práctica del entrenamiento.

Para la teoría de uso de cada entrenador, la experiencia recogida y sistematizada por numerosos entrenadores expertos y la propia experiencia subjetiva, sometida a reflexión, constituyen, como viene ocurriendo hasta la fecha, un requisito previo a toda acción, que no puede ser sustituido por ningún saber científico. Como un cuarto grupo de factores, las condiciones particulares de una modalidad deportiva y de un lugar de entrenamiento se incorporan a la teoría de uso. La toma en consideración de reglas de competición específicas, el contacto con aparatos o sitios especiales de entrenamiento o de competición, y los puntos clave y combinaciones de tipos y formas de entrenamiento, derivados de los perfiles de exigencia de la modalidad en cuestión, originan un saber específico de la modalidad que constituye un componente imprescindible de la teoría de uso.

La eficacia de la actividad de entrenadores, profesores de Educación Física y preparadores físicos requiere, ciertamente, una teoría de uso lo más extensa y diferenciada posible. Los deportistas deben tener siempre claro que las teorías y esquemas del comportamiento son principios de validez general, a los cuales el comportamiento individual debe tratar de adaptarse en la mayor medida posible. Para comprender las regularidades del comportamiento individual y tomarlas en consideración a la hora de planificar el entrenamiento, es imprescindible documentar y ponderar cuidadosamente los esfuerzos realizados en el entrenamiento, los efectos conseguidos y los rendimientos exhibidos. Sólo entonces es posible gestionar y reglamentar el entrenamiento con éxito. Hoy se puede constatar, sobre todo en quienes viven la práctica del entrenamiento, un abismo entre la actividad teórica y la práctica que cada vez dificulta más su interacción. A nuestro juicio, existen tres causas fundamentales que explican esta situación.

En primer lugar, los "prácticos" dan por sentado que la metodología del entrenamiento es ya la "teoría de uso". Quienes se encuentran en este terreno práctico casi nunca admiten que sólo la capacidad para sintetizar la propia experiencia con la teoría de validez general habilita para un entrenamiento eficaz. Como segundo factor, las publicaciones sobre ciencia del entrenamiento, tanto por su concepción como por el lenguaje empleado, suelen ser escasamente comprensibles para quien vive la práctica del entrenamiento como realidad cotidiana. Si además no se dan pistas para la decodificación del saber científico, el "práctico" verá los trabajos científicos como algo irrelevante en la mayoría de los casos. En tercer lugar, a menudo falta en el sector de la práctica una disposición para aproximarse a los estándares y formas de procedimiento de la ciencia, que son en parte difíciles de entender.

Este manual, junto con el objetivo mencionado al principio, pretende elaborar criterios y reglas para la actividad de entrenamiento, y asimismo tender puentes entre quienes se dedican a la práctica y a la ciencia del entrenamiento. Todas las partes interesadas deberían ser conscientes de que la práctica del entrenamiento seguirá siempre planteando preguntas a las que la ciencia del entrenamiento no puede responder, y para las cuales la metodología del entrenamiento no dispone de reglas.

1 Análisis del rendimiento deportivo y del sistema de entrenamiento como requisito para un rendimiento óptimo



1.1 El rendimiento deportivo

1.1.1 Objetivos principales del entrenamiento

*Los **objetivos principales del entrenamiento** son básicamente los siguientes: influir de modo sistemático sobre los estados de rendimiento deportivo visibles en el individuo, exhibir rendimientos deportivos y / o conseguir los mayores éxitos individuales, en particular en la competición deportiva. Así, el entrenamiento puede efectuarse en distintos ámbitos de actuación, partiendo de distintos niveles de rendimiento y de dedicación según los individuos. De acuerdo con esto, el entrenamiento puede tener lugar en el deporte de alta competición, el de tiempo libre (con o sin competición) o el deporte para la salud y el mantenimiento, así como en el ámbito escolar. Puede ser realizado por deportistas de alto nivel mundial, o por personas de rendimiento medio o bajo. El individuo puede realizar una sesión de entrenamiento durante varias horas al día o sólo una vez a la semana; puede llegar hasta el límite de sus reservas frente a la fatiga o esforzarse sólo levemente.*

El *programa de entrenamiento* que se ha de llevar a cabo resulta *de la diferencia* entre los ***objetivos de entrenamiento*** que se pretende alcanzar y el estado de rendimiento individual ya alcanzado. El entrenamiento realizado, dependiendo del potencial genético individual, determina el modo en que el estado de rendimiento deportivo evoluciona, y con ello el nivel de dicho rendimiento o el éxito que se puede alcanzar en la actividad deportiva.

Desde un punto de vista general, el entrenamiento deportivo tiene como propósito influir sobre el estado de rendimiento deportivo, dirigiéndolo hacia un objetivo. Este influjo se ejerce a través de determinadas cargas, que provocan las correspondientes reacciones de adaptación (apartado 3.1.5). Con ello se puede, por ejemplo, desarrollar en torno a un objetivo un cierto moldeado de destrezas, ya sean de fuerza, resistencia o flexibilidad. En cualquier caso, incluso las cargas de entrenamiento realizadas con la vista puesta en un objetivo ejercen un influjo en el bienestar psico-físico global. Y los efectos que en un sistema (la esfera deportiva) favorecen el rendimiento pueden incidir negativamente sobre otro sistema (el ámbito escolar), disminuyendo el rendimiento. Esto quiere decir que el entrenamiento deportivo modifica, aun en los casos en que su objetivo se dirige a una sola faceta de rendimiento, la capacidad de rendimiento psico-física compleja, el bienestar en cuanto a la salud y la situación emocional. Por otra parte, las

actividades que tienen lugar fuera del deporte presentan también efectos retroactivos sobre la evolución del estado de rendimiento deportivo. Así pues, en la planificación y realización del entrenamiento deportivo se ha de procurar que sus efectos positivos no vayan asociados a otros negativos que puedan perjudicar la evolución personal o llevarla en una dirección no deseada por los deportistas o de la que no sean conscientes.

El análisis de los rendimientos deportivos y la deducción, a partir de éste, de estrategias de entrenamiento, no deberían realizarse tomando en consideración sólo el ámbito concreto de la actividad deportiva, sino también el total de la actividad humana. A los entrenadores, profesores de Educación Física y preparadores físicos les corresponde la delicada e importante misión de propiciar que los deportistas bajo su tutela desarrollen una personalidad de adultos maduros. Así, entre los *objetivos directores del entrenamiento* –junto con el influjo deliberado sobre el estado de rendimiento deportivo– se encuentra *la toma de conciencia y la reflexión crítica sobre las condiciones en que se desenvuelve el sistema de entrenamiento y rendimiento y sobre las relaciones de éste con la actividad y las exigencias de otros ámbitos de la vida social.*

1.1.2 Definición y análisis del rendimiento deportivo

Si uno acomete la tarea de definir el *rendimiento deportivo*, se da cuenta en primer lugar de que, tanto en la lengua cotidiana como en la terminología científica, el concepto de rendimiento se aplica a diferentes hechos de la realidad. Parece existir, no obstante, un amplio acuerdo en considerar como rendimiento deportivo el *resultado* de una acción o actividad deportiva. En este sentido, se consideran como rendimientos tanto los tiempos de 10,15 o 13,5 segundos obtenidos en una carrera de 100 metros lisos como los 9,8 o 7,2 puntos para un ejercicio de barra fija o la victoria por 4-3 de un equipo de fútbol. A menudo se requiere también, para atribuir a una actividad deportiva la condición de rendimiento, que ésta satisfaga unos criterios de bondad convenidos o reconocidos, es decir, que los participantes la consideren "buena", o bien que se asocie la ejecución de un rendimiento con un esfuerzo subjetivo. En este sentido, un salto de longitud de 5,50 m se podría considerar como rendimiento en el contexto de una liga escolar, mientras que el mismo resultado, conseguido en el calentamiento previo a un Campeonato Juvenil, no sería valorado como rendimiento. Por ello, el rendimiento como resultado de la actividad deportiva se puede definir y utilizar como *concepto desprovisto de valoración* y como *concepto valorativo*.

A veces, el rendimiento deportivo no se considera sólo el resultado de una actividad, sino que en su valoración y en la definición de su concepto se incluyen también el método y el esfuerzo individual que han conducido a este resultado, es decir, el *proceso de rendir*. En este sentido escribe, por ejemplo, GABLER (1988, 19): "Se entiende (aquí) por rendimiento deportivo, de un lado la realización de una actividad deportiva asociada con el propio esfuerzo, de otro el resultado de estas actividades". En THIESS / SCHNABEL (1987, 109), GROSSER (1986, 14), y también en WAGNER (1928, 7), se pueden encontrar delimitaciones conceptuales parecidas en cuanto al contenido.

Las diferencias a la hora de definir el rendimiento deportivo se pueden tal vez explicar por el hecho de que el concepto de rendimiento ocupa un lugar fundamental tanto en las ciencias naturales como en las sociales, y su definición cambia según los puntos de vista divergentes de cada una de estas ciencias. Como ejemplo de una *definición no valorativa* mencionemos aquí la de la *Mecánica*; según ésta, el rendimiento es el trabajo realizado en un determinado periodo de tiempo, es decir:

$$\text{Rendimiento: } \frac{\text{Trabajo}}{\text{Duración del trabajo}}$$

$$\text{Escrito como fórmula: } P = \frac{W}{t} \text{ t, o sea, } P = \frac{\Delta W}{\Delta t}, \text{ o sea, } P = \frac{dw}{dt}$$

o, por la definición de trabajo como producto de fuerza y espacio, la siguiente fórmula equivalente:

$$P = F \cdot \frac{s}{t} = F \cdot v \text{ (Rendimiento = Fuerza • Velocidad)}$$

Una delimitación conceptual *no valorativa* es también corriente en *Fisiología*. Ésta se basa fundamentalmente en la definición de la Mecánica. HOLLMANN /GETTINGER (1980, 117) distinguen, desde el punto de vista de la medicina deportiva, varias magnitudes o parámetros del rendimiento: (1) la *magnitud mecánica*, (2) el *consumo aerobio de energía por unidad de tiempo* y (3) el *consumo anaerobio de energía por unidad de tiempo*. Insistiendo en esta relación entre el rendimiento y la energía, se puede definir el primero como la transferencia de energía por unidad de tiempo (OREAR 1982, 100).

La *Psicología* define el rendimiento en general como la cantidad de trabajo resuelto correctamente por un individuo en un tiempo determinado, o como la cantidad y calidad de respuestas producidas (MARSCHNER, 1976, II/1, 421 entre otras). En *Pedagogía*, sin embargo, está muy extendida una definición *valorativa* del rendimiento como unidad de producción y resultado. Como ejemplo se puede citar la definición de KLAFKI (1974, 90): el rendimiento es, según él, "resultado y realización de una actividad, asociada con un esfuerzo y, dado el caso, superación de uno mismo; dicha actividad está avalada por unos criterios de bondad que la colectividad le concede, y es por tanto valorada positivamente". No obstante, WULF (1974, 382 y ss.), entre otros, señala la discrepancia existente entre las distintas acepciones del concepto rendimiento que se utilizan en pedagogía. Menciona cuatro usos diferentes del concepto de rendimiento: (1) en el sentido de las exigencias que se plantean, (2) para denominar el proceso por el cual las exigencias se cumplen o no se cumplen, (3) para caracterizar los resultados de un proceso de rendimiento y (4) para valorar el producto de una actividad.

En relación con los problemas de análisis y pronóstico de resultados que se plantean en la *ciencia, la metodología* y *la práctica del entrenamiento*, y con la tarea de

análisis del entrenamiento y sus efectos (que se ha de delimitar con claridad respecto a los antedichos problemas), se considera conveniente restringir la definición de rendimiento deportivo al *resultado de la acción*. No obstante, se ha de considerar, particularmente en el deporte de competición, que el resultado de una actividad deportiva tiene dos dimensiones: "el *lugar* que se otorga dentro de una jerarquía a un individuo o a un equipo entre los participantes en una competición y la *magnitud* que se otorga a las actividades motrices de una persona o grupo, según las reglas de la competición". Proponemos, pues, cubrir la primera dimensión del resultado con el concepto de *éxito deportivo* y la segunda con el de *rendimiento deportivo* (CARL, 1983, 26). De aquí podemos obtener la siguiente delimitación conceptual:

DEFINICIÓN:
El **rendimiento deportivo** es el resultado de una actividad deportiva que, especialmente dentro del deporte de competición, cristaliza en una magnitud otorgada a dicha actividad motriz según reglas previamente establecidas.

Con vistas a los análisis y decisiones sobre la actividad de entrenamiento y a la exhibición del rendimiento, que más adelante habremos de deducir sistemática e individualmente, es necesario tomar en consideración, junto con las categorías de resultado "*éxito deportivo*" y "*rendimiento deportivo*", las categorías del "*rendir*" (realización del rendimiento) y sobre todo el entramado de relaciones que existe entre estas categorías a la hora de dirigir un entrenamiento (en terminología especializada se suele hablar hoy de *dirigir y planificar un entrenamiento,* o más sencillamente de *dirección del entrenamiento*).

De los distintos tipos de actividades deportivas motrices se origina necesariamente una gran variedad de rendimientos deportivos, que en parte no son comparables unos con otros. Esto conlleva una gran variedad de propuestas para sistematizar estos rendimientos deportivos, o bien la actividad motriz que los caracteriza. Para la metodología del entrenamiento indicaremos a continuación las distinciones más relevantes.

El rendimiento deportivo puede describirse según el *tipo de cálculo*. En el deporte de competición RÖBLITZ (1970, 67) distingue cuatro grupos: (1) rendimientos que se miden según el espacio, el tiempo y el peso, y son por ello objetivables de forma absoluta; (2) rendimientos que son referidos a una tabla de puntuación establecida con anterioridad; (3) rendimientos cuyo criterio es la superación de un contrario, y (4) rendimientos de impacto o blanco, sobre todo en el ámbito de los juegos deportivos.

En segundo lugar, los rendimientos deportivos se pueden diferenciar según el *tipo de habilidades motrices* que permiten alcanzarlos. En tercer lugar, con la ayuda de parámetros condicionales como el rendimiento muscular se pueden distinguir estos rendimientos frente a valores de capacidad aerobia, velocidad de reacción o capacidad de aceleración, entre otros.

Los análisis del ***éxito deportivo*** son necesarios para determinar la posición de un deportista individual o de un grupo en comparación con sus rivales; contienen básica-

mente desplazamientos en el orden jerárquico y / o la magnitud de las diferencias de rendimiento entre los individuos.

Los análisis del ***rendimiento deportivo*** se efectúan sobre todo con la finalidad de, en primer término, mostrar *evoluciones del rendimiento* y, en segundo, obtener perfiles de exigencia para distintos niveles de rendimiento (valores ideales del entrenamiento). Además, estos análisis engloban la división del rendimiento complejo en *determinaciones parciales* y la descripción de las condiciones previas del rendimiento.

1.1.3 Condiciones del rendimiento

Para deducir unas estrategias que permitan obtener éxitos deportivos, esto es, altos rendimientos deportivos, y para tomar decisiones durante el entrenamiento es necesario conocer las condiciones que son requisito previo y a la vez causa de su realización. Éstas han de ser consideradas desde distintos planos de sistematización. En un primer nivel, parece oportuno distinguir entre variables de condiciones *personales* y *no personales*, que se pueden seguir diferenciando individualmente en los niveles inferiores. La figura 2 enumera sinópticamente las condiciones del rendimiento que es preciso considerar, sin mostrar el entramado de relaciones existente entre ellas.

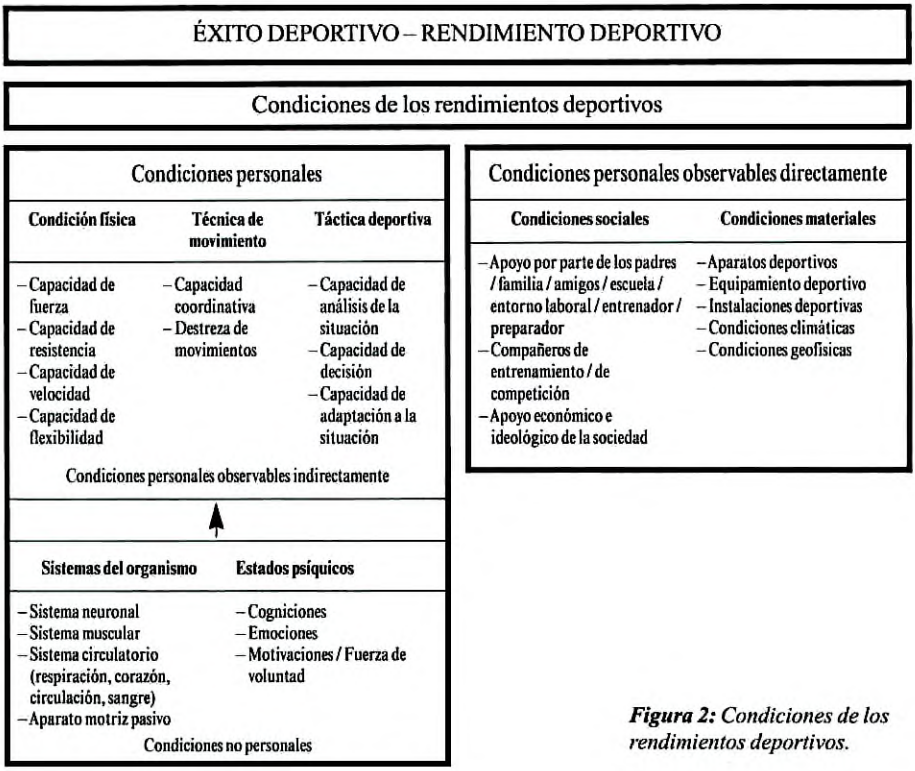


Figura 2: *Condiciones de los rendimientos deportivos.*

Las ***condiciones personales*** son supuestos personales previos del rendimiento deportivo, marcados por una predisposición y unas influencias del entorno. Su situación es en parte modificable mediante entrenamiento. Sin embargo, cada una de las variables de que constan se encuentra también predeterminada y fijada por la dotación genética o las influencias del ambiente a las que se ha estado sometido. La elaboración de reglas de entrenamiento presupone el conocimiento de la *entrenabilidad* de cada una de las condiciones. Es muy habitual, tanto en la praxis como en la metodología del entrenamiento, clasificar las condiciones personales en el plano del comportamiento directamente observable en capacidades relativas a la condición física, la técnica de movimiento y la táctica deportiva. También se suele diferenciar dentro de cada una de estas categorías con vistas a enfatizar determinados puntos durante la práctica del entrenamiento. Un rasgo esencial de las condiciones de rendimiento personales directamente observables es que su dependencia mutua es relativamente grande. Es decir, las consideraciones de tipo analítico-causal sobre la relación que existe entre la capacidad de rendimiento compleja y los rasgos de comportamiento directamente observables sólo son posibles con ciertas restricciones.

Para los *análisis causales*, *pronósticos de rendimiento* o *de talento*, y para las decisiones individuales de la dirección y regulación del entrenamiento, es conveniente tener en cuenta las condiciones de rendimiento personales indirectamente observables, que son relativamente independientes entre sí, en particular las cuatro que aparecen en la figura 2 dentro de ***sistemas del organismo***, pues su forma y estado funcional determinan la capacidad de rendimiento corporal (y especialmente la deportiva) del individuo. Además, presentan una interacción con los ***estados psíquicos***, que son los que originan la disposición para el rendimiento. Asimismo, se puede ver en la figura 2 que, en el caso de las condiciones personales directamente observables, una por una, se trata siempre de componentes psico-físicos *complejos*, mientras que las indirectamente observables desempeñan siempre funciones *específicas*. El *nivel global* de las componentes personales que determinan un *rendimiento deportivo* se denomina en la metodología del entrenamiento ***estado de rendimiento deportivo***.

Ahora bien, el rendimiento alcanzado o alcanzable por un deportista individual o por un grupo de ellos no sólo depende de su eventual estado de rendimiento, sino que también, como se muestra en la fig. 2, se ve determinado por condiciones que pertenecen al entorno de los deportistas. Entre éstas que aquí anotamos como ***condiciones no personales*** (CARL, 1983, 28; MECHLING, 1989, 240 y ss.), se pueden distinguir condiciones *materiales* y *sociales*. Las condiciones materiales ejercen un influjo directo sobre el rendimiento deportivo alcanzable y no son susceptibles de ser influidas por el entrenamiento, pero sí son en parte modificables o aprovechables conscientemente. Conscientemente modificables son, por ejemplo, los aparatos utilizados, como por ejemplo los esquís en un descenso, el equipamiento deportivo, como el traje del saltador, etc.

Las ***condiciones sociales*** ejercen, en parte, una *influencia directa* sobre el rendimiento, como por ejemplo las indicaciones tácticas del entrenador en el tiempo muerto

de un partido de voleibol, o el apoyo que el equipo ciclista presta a su jefe de filas durante la carrera. Por el contrario, en otros casos la *influencia* sobre el rendimiento deportivo alcanzable es sólo *indirecta*. Ejemplos de esto son la colaboración de los padres en apoyo del compromiso de sus hijos con el deporte, la disponibilidad constante de entrenadores cualificados o el necesario apoyo económico a los deportistas de alta competición, que les permite aprovechar el tiempo de que disponen para el entrenamiento en vez de dedicarlo a la actividad laboral. En estos casos, al hablar de las condiciones sociales, no se trata de condiciones de rendimiento en sentido estricto, sino más bien de *condiciones externas* del entrenamiento *que favorecen el rendimiento*.

1.1.4 El sistema de rendimiento

Como ya se ha formulado en el anterior apartado, el nivel global de los *componentes personales* que determinan un rendimiento deportivo se denomina *estado de rendimiento deportivo*. Escogemos esta magnitud disponible como *concepto principal* para describir las magnitudes que sirven como objetivo a la hora de desarrollar el rendimiento.

DEFINICIÓN:
El **estado del rendimiento deportivo** resulta del nivel actual (que se tenga en cada momento) de los componentes personales del rendimiento (factores influyentes), cuyo grado de incidencia se muestra en el resultado de una tarea.

El objetivo del entrenamiento es, en cada momento, un determinado *estado del rendimiento deportivo*. Detrás de dicho estado se encuentran una serie de condiciones y procesos, que están en relación cambiante unos con otros y conforman un *sistema* –un *sistema de rendimiento*–. Para esta noción, en la metodología del entrenamiento se utilizó casi siempre hasta ahora el concepto "estructura del rendimiento". Pero como el concepto de sistema caracteriza precisamente aquellas relaciones cuya descripción intentamos aquí, utilizaremos el concepto "sistema de rendimiento". Un sistema designa, según DORSCH (1970, 406), "un conglomerado de varios procesos individuales, que interactúan unos con otros de acuerdo con leyes determinadas, esto es, son dinámicamente dependientes unos de otros, en el sentido de que se consigue un efecto común".

DEFINICIÓN:
El **sistema de rendimiento** caracteriza la organización y verificación del estado del rendimiento deportivo; dicho estado surge de los factores influyentes que determinan el rendimiento (componentes) y de sus mutuas relaciones cambiantes.

1.1.4.1 Modelo para la explicación del sistema de rendimiento

Para representar los factores influyentes que determinan el estado del rendimiento y las *relaciones cambiantes* que se establecen entre dichos factores, se pueden utilizar distintos procedimientos. Una posibilidad aparece en la fig. 2. Para la representación del sistema de rendimiento hemos utilizado un modelo que distingue los factores influyentes en el plano del contenido técnico del entrenamiento de aquéllos situados en el ámbito de la personalidad global (figs. 3 y 4). En el *centro* de este modelo se encuentra la ***personalidad del deportista***, que modifica los efectos del entrenamiento con sus rasgos característicos como motivaciones, experiencias, herencia genética y fase evolutiva alcanzada en cada momento. La personalidad subjetiviza los factores influyentes del estado de rendimiento y los pone en relación con el conjunto de la actividad (fig. 3). Estos factores influyentes sólo se pueden observar en último término a través de su acción global y su realización individual a través de la personalidad del deportista.

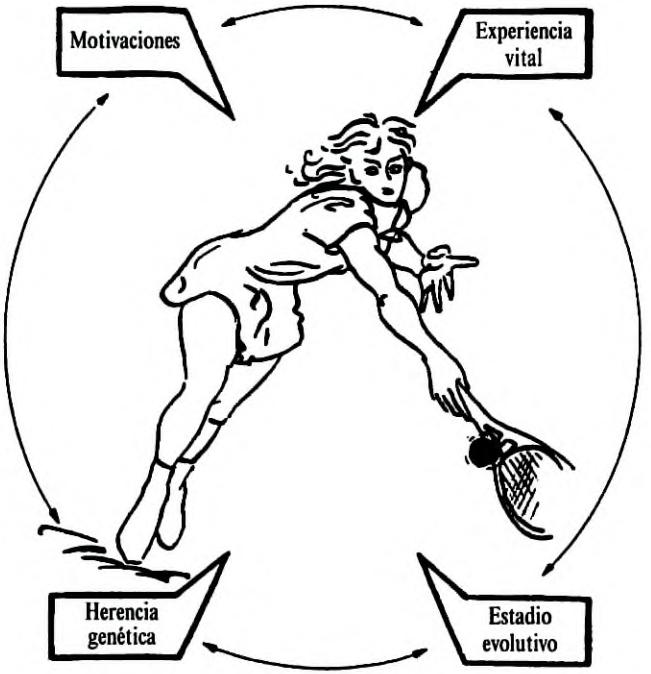


Figura 3: *La personalidad del deportista con los rasgos relevantes para el rendimiento.*

En el plano *técnico* y *de contenido del entrenamiento* existen tres grupos de factores influyentes que determinan el proceso del entrenamiento y la definición de sus objetivos:

1. El desarrollo de la ***condición física***, o sea, de las *capacidades relativas a la forma física* del individuo. Su grado de incidencia depende de los *procesos de adaptación* en la musculatura y en el sistema circulatorio, y de las posibilidades energéticas que de éstos resultan.
2. La adquisición de la ***coordinación***, o sea, de las *capacidades coordinativas* y el aprendizaje de las ***técnicas deportivas***. Su nivel es el resultado de los *procesos de adaptación y aprendizaje*, que se reflejan en rendimientos y disponibilidad de la memoria y en predisposiciones del sistema nervioso central (SNC).
3. La adquisición de ***capacidades tácticas*** y ***capacidades cognitivas***. Éstas son el resultado de *rendimientos inteligentes*, producidos por la capacidad de pensamiento de las estructuras cerebrales más elevadas.

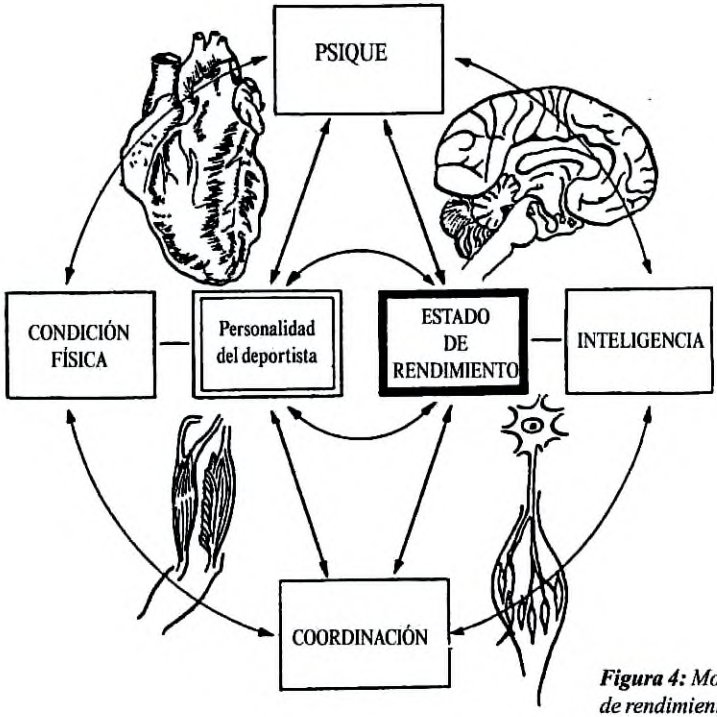


Figura 4: *Modelo del sistema de rendimiento del estado de rendimiento deportivo, con sus factores influyentes.*

Las capacidades condicionales, coordinativas, el nivel de conocimiento de las técnicas deportivas y también la capacidad táctica y los rendimientos cognitivos dependen en último término de las ***cualidades psíquicas***, como la motivación y la disposición para el rendimiento, actitudes, formas de pensamiento y voluntad. Así, los *procesos psíquicos* condicionan todos los demás factores influyentes del estado de rendimiento.

1.1.4.2 Sobre el carácter holístico del estado de rendimiento deportivo

El estado de rendimiento deportivo no puede ser mejor o peor que la acción conjunta de los factores influyentes del sistema del rendimiento o de su particular grado de incidencia. Como se muestra esquemáticamente en las figuras 3 y 4, las capacidades de la condición física y el nivel de destreza en las técnicas deportivas cooperan aquí del mismo modo que las capacidades cognitivas y tácticas, los componentes psíquicos, y no en menor grado la herencia genética y las experiencias generales de la vida. El "deportista de gran calidad biológica y genética" tendría, ante las actuales exigencias del deporte de rendimiento, tan pocas oportunidades de éxito como el "atleta problema", inestable psíquicamente, o el "campeón del mundo del entrenamiento", que no es capaz de convertir sus rendimientos alcanzados en el entrenamiento en resultados de competición.

Todos estos factores influyentes y condicionantes se aglutinan formando un todo que la personalidad elabora y desarrolla. Tener una *personalidad* presupone un determinado grado de independencia, conciencia de sí mismo, capacidad de automotivación, capacidades creativas, voluntad de mantenerse activo y una actitud dialogante en sintonía con el entorno social. Un individuo es una personalidad cuando aparece ante su entorno social comportándose de forma independiente, creadora y activa. Dado que la *personalidad del deportista*, con sus rasgos característicos (fig. 3), es el soporte de los demás factores influyentes, que se adquieren en su mayor parte mediante el entrenamiento, este último se ha de entender siempre como un proceso educativo que apela a dichos rasgos de la personalidad, les plantea un desafío y los conduce activamente a un punto de resolución. A los entrenadores, profesores de Educación Física y preparadores físicos que "cuiden" de jóvenes en sus entrenamientos nunca se les llamará la atención suficientemente sobre este punto (MARTIN, 1977, 24 y ss.).

1.2 El sistema de entrenamiento

El entrenamiento deportivo ya se ha definido en el capítulo introductorio como un proceso complejo de la actividad de los deportistas y entrenadores, destinado a producir una evolución planificada de determinados estados del rendimiento deportivo, con vistas a la obtención de diversos objetivos. Este proceso no sólo se ha de entender desde un punto de vista estricto, como ejecución del entrenamiento. El entrenamiento se ha de concebir ante todo como un sistema global con la exigencia de una sistematización y

planificación, como un ***sistema de entrenamiento*** que, orientado a un objetivo común, consta de un conjunto de procesos individuales y de medidas que, de acuerdo con las leyes de la evolución del rendimiento deportivo, interactúan entre sí en relación cambiante y que dependen dinámicamente unos de otros. Este apartado tratará de la siguiente cuestión: ¿qué ***decisiones*** exige un sistema de entrenamiento orientado a la evolución de determinados estados del rendimiento deportivo? Como el capítulo 5 se dedica extensamente al sistema de entrenamiento, este apartado ofrecerá una introducción a modo de vista panorámica del tema.

1.2.1 Dirección y regulación del entrenamiento

Un rasgo esencial de un sistema de entrenamiento deportivo lo constituyen una *dirección* y *regulación* constantes. Por estos conceptos entendemos la adopción selectiva de todas las medidas necesarias para conseguir el estado del rendimiento deportivo deseado, o sea, los éxitos o rendimientos deportivos definidos (CARL, 1983; THIESS / SCHNABEL, 1987 entre otros). Esto quiere decir que el entrenamiento se planifica y se lleva a cabo de acuerdo con sus objetivos directores, los efectos que resultan de él se observan y se diagnostican, lo ya realizado se documenta y se valora, y los resultados, tanto de las observaciones sobre el rendimiento como de las valoraciones del entrenamiento, se utilizan de nuevo retroactivamente, de modo que puedan corregir el plan y con ello la realización del entrenamiento de acuerdo con los objetivos establecidos. Para este circuito de normas (circuito regulador), en la metodología del entrenamiento deportivo se ha acuñado el concepto de ***dirección del entrenamiento*** (fig. 5).

1.2.1.1 Objetivos directores superiores

El sistema del entrenamiento deportivo en su globalidad está encaminado a garantizar una realización efectiva del entrenamiento de acuerdo con sus objetivos directores. Un distintivo importante de todo proceso de entrenamiento deportivo es la orientación hacia ***objetivos directores superiores***, que constituyen, en tanto que *decisiones básicas* a largo plazo, el marco de premisas para todas las decisiones técnicas y de contenido del entrenamiento que de ellos se derivan. En general, el entrenamiento deportivo puede estar dirigido hacia (1) la obtención de un determinado estado de rendimiento deportivo, (2) componentes aislados (factores influyentes) de este estado o (3) la exhibición del rendimiento deportivo, esto es, la consecución de éxitos deportivos. El grado del nivel individual al que se aspira es una de las decisiones básicas más importantes del entrenamiento deportivo, de la cual derivan las distintas decisiones técnicas para la organización y en particular para la realización del entrenamiento. Si bien la orientación irrenunciable hacia premisas objetivables de rango superior tiene vigencia para el entrenamiento deportivo en su conjunto, el éxito o el fracaso en tareas de actuación específicas está determinado ante todo por las decisiones técnicas para la realización del

entrenamiento, es decir, por decisiones metodológicas y de contenidos en la práctica del entrenamiento.

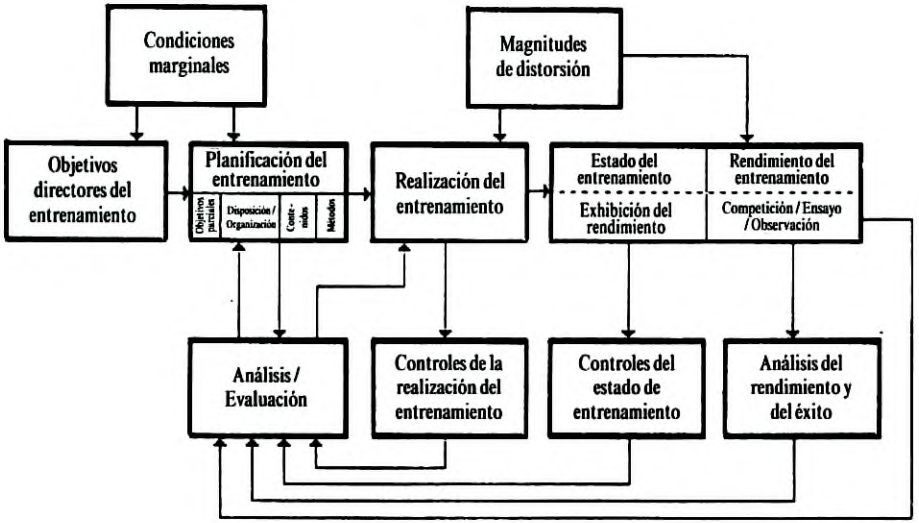


Figura 5: *Circuito regulador del sistema de entrenamiento (CARL, 1989, 219).*

1.2.1.2 Carga de entrenamiento

La medida más importante en la dirección y control del entrenamiento es el establecimiento de la carga de entrenamiento para cada individuo de acuerdo con las normas reconocidas de la metodología del entrenamiento y con las reacciones individuales ante esfuerzos determinados. (En el apartado 3.1.4 tratamos con detalle la problemática relación entre exigencias de carga y desgaste.) De momento vamos a designar como ***carga de entrenamiento*** el conjunto de formas de entrenamiento realizadas por un deportista. Para una caracterización más precisa del concepto de carga, parece oportuno distinguir, a modo de introducción, entre magnitudes de descripción cualitativas y cuantitativas (CARL, 1983, 36 y ss.; WERCHOSCANSKI, 1988, 93 entre otros). Las magnitudes de descripción cualitativas de la carga son los diferentes contenidos del entrenamiento, realización y grado de dificultad de las capacidades deportivo-motrices, técnicas, el orden en el cual se realizan las diferentes formas de ejercicio dentro de la disposición global de una unidad de entrenamiento. Magnitudes de descripción cuanti-

tativas de la carga son los siguientes componentes: *frecuencia del entrenamiento* (= número de sesiones de entrenamiento) en la semana; *duración del entrenamiento*, esto es, la duración de cada una de las sesiones, o la duración global del entrenamiento dentro de un ciclo, y *dosificación de la exigencia de esfuerzo en la sesión de entrenamiento*, que se puede explicar más detalladamente como ámbito, intensidad, duración y densidad de la carga. Con la ayuda de estos parámetros, es posible cuantificar la actividad de entrenamiento con una gran precisión.

Es oportuno precisar que en la metodología del entrenamiento existen diferentes puntos de vista para definir la carga. En contra de nuestra propuesta de describirla como una magnitud independiente de la persona, otros autores proponen, por ejemplo, definirla como un "proceso de confrontación del deportista con las exigencias físicas y psíquicas que se le plantean..." (THIESS / SCHNABEL, 1987), abarcando así en una sola noción las dos vertientes de "conjunto de esfuerzos realizados en el entrenamiento" y "dependiendo de éstas, reacción individual del deportista". En lugar de esto proponemos, tomando prestado el concepto utilizado en psicología del trabajo, designar y definir la primera vertiente como carga y la segunda como desgaste de entrenamiento. ***Desgastes de entrenamiento*** son las distintas reacciones psicofísicas de un individuo ante esfuerzos realizados en el entrenamiento. Los desgastes como consecuencia de esfuerzos del entrenamiento significan siempre alteraciones del estado de equilibrio homeostático (NITSCH, 1976, 16). Dependiendo de la calidad y la cantidad de esta alteración, se puede llegar (1) al restablecimiento del estado de equilibrio originario, y con ello a un mantenimiento constante del estado de rendimiento; (2) a alteraciones duraderas de la regulación, y con ello a estados de sobreentrenamiento (apartado 5.4.3), y a un descenso de nivel del estado de rendimiento, o bien (3) a la estabilización de un estado de equilibrio en un nivel más alto, es decir, a procesos de adaptación. Estas adaptaciones pueden afectar a los estados psíquicos o a los sistemas del organismo. Puede tratarse, por tanto, de una modificación de procesos perceptivo-decisionales, de adaptaciones en los principales sistemas de recepción y elaboración de información o de modificaciones funcionales o formales de los sistemas energéticos y musculares.

A la hora de diagnosticar y analizar las causas de estos procesos de adaptación subsisten, por el momento, considerables dificultades, pues los efectos del entrenamiento pueden hacerse visibles en *distintos momentos*, y las cargas de entrenamiento realizadas en momentos distintos y con objetivos también diferentes pueden influirse mutuamente en sus efectos. Desde el punto de vista del método, parece oportuno distinguir tres tipos de efectos de entrenamiento: (1) *efectos inmediatos* (p. ej., los aprendizajes básicos de una técnica deportiva), (2) *efectos retardados* (p. ej., entrenamiento de fuerza) y (3) *efectos acumulados* (p. ej., mejora de la fuerza-resistencia en remo, como consecuencia de un entrenamiento específico, aerobio, de resistencia, y de otro entrenamiento específico de fuerza máxima).

A la vista de los efectos del entrenamiento se puede, ciertamente, distinguir analíticamente entre reacciones físicas y psíquicas en cuanto a la forma de desgaste o fatiga del entrenamiento. No obstante, hay que considerar también que uno no se siente des-

gastado sólo física o psíquicamente, sino que se ve afectado y reacciona siempre desde la globalidad de la persona.

En el marco de la dirección y del control del entrenamiento, el desgaste presenta una doble función. Por una parte, constituye un parámetro para comprender la reacción inmediata ante las cargas realizadas; sirve, pues, para la valoración de la eficacia individual del entrenamiento y es por ello una magnitud de control y corrección a la hora de fijar el esfuerzo del entrenamiento individual. Por otra, es también una magnitud directora del entrenamiento. Al determinar el grado de desgaste subjetivo previsto para cada unidad de entrenamiento, de acuerdo con los postulados de la metodología del entrenamiento, se ha de asegurar la obtención de reacciones de adaptación óptimas, dado el mutuo influjo de las unidades individuales en los ciclos de entrenamiento (particularmente en los microciclos), de modo que los estímulos planteados no sean ni muy escasos (y con ello ineficaces) ni muy elevados (y produzcan, por tanto, sobreentrenamiento). En este sentido, el desgaste tiene la función de una línea directriz y, por tanto, de un objetivo parcial del entrenamiento.

1.2.1.3 Planificación del entrenamiento

Una primera categoría en el esquema de la dirección y control del entrenamiento es la planificación. De ella nos ocuparemos detalladamente en el apartado 5.3.

Con el concepto de ***planificación del entrenamiento*** designamos, muy en general, la anticipación mental del programa del entrenamiento. La planificación se refiere, por tanto, especialmente a la *realización del entrenamiento*. Sus decisiones, orientadas hacia los objetivos del entrenamiento, afectan principalmente a la configuración metódologica y de contenidos, tomando en consideración tanto los principios generales y las experiencias de la metodología como las particularidades individuales del estado y la evolución del rendimiento. Engloba también las condiciones sociales y materiales en las que entrenan los deportistas, así como sus objetivos extradeportivos, en particular en el mundo académico y en el trabajo. Dependiendo de la concepción y la perspectiva individuales que sirvan de base al entrenamiento, se ha hecho habitual, por lo menos en el deporte de competición, distinguir entre tres tipos de planes de entrenamiento: a largo plazo (de varios años), a medio plazo (concebidos para la temporada anual de entrenamiento y los grandes ciclos de varios meses) y a corto plazo (para una semana).

Los planes a largo plazo apuntan al establecimiento de la estrategia global del entrenamiento, los de medio plazo se realizan para asegurar una adaptación prolongada al entrenamiento y los de corto plazo han de garantizar el mejor transcurso organizativo de la actividad diaria, en especial el ajuste de la carga de entrenamiento. La planificación del entrenamiento es la tarea originaria de los entrenadores. Con vistas a conseguir los objetivos educativos del entrenamiento, esto es, la madurez del deportista, los entrenadores comentarán cada vez más su planificación con sus discípulos a medida que avance el proceso del entrenamiento, y en casos extremos delegarán en ellos la tarea de la planificación.

1.2.2 Categorías decisionales en la planificación y realización del entrenamiento

La categoría más importante del circuito regulador del entrenamiento es la ejecución del entrenamiento. Designaremos como ***ejecución del entrenamiento*** las medidas puestas en práctica por los deportistas, a menudo con el apoyo del entrenador y el preparador físico, para alcanzar los objetivos del entrenamiento previamente establecidos. Las decisiones de la realización, en un cierto paralelismo con modelos de la enseñanza, se refieren al *establecimiento de los objetivos parciales*, a la *organización*, los *contenidos* y los *métodos* del entrenamiento, y apuntan a un esfuerzo que dé lugar a unos resultados óptimos de todo el proceso. La tabla 1 resume las categorías decisionales más importantes a las que se hará alusión en lo sucesivo.

Tabla 1: *Categorías y variables decisionales de la planificación y realización del entrenamiento.*

<table>
<tr><th>Objetivos parciales</th><th>Estructuración</th><th>Organización</th><th>Contenidos</th><th>Métodos</th></tr>
<tr><td>Éxitos / Rendimientos deportivos

Estados del rendimiento deportivo

Componentes individuales del estado del rendimiento

Desgastes del entrenamiento</td><td>Estructuración en varios años

Ciclos del año de entrenamiento

Microciclos

Unidades de entrenamiento

Competiciones deportivas</td><td>Realización del entrenamiento
– Instalaciones
– Grupos
– Entrenador / Preparador
– Material

Herramientas auxiliares de la ejecución y control
– Planes
– Diagnóstico del rendimiento
– Documentación del entrenamiento
– Observación de la competición
– Evaluación del entrenamiento y la competición

Búsqueda y selección de talentos</td><td>Formas de ejercicio
Competiciones de control y entrenamiento

Temas cognitivos para la transmisión de conocimientos

Medidas que acompañan al entrenamiento (fisioterapia, nutrición y otras)</td><td>Esquemas de entrenamiento
Realización del entrenamiento en sentido estricto

Transcurso organizativo del entrenamiento

Formas de actuación del entrenador

Evaluación del entrenamiento</td></tr>
<tr><td colspan="4">ORGANIZACIÓN DEL ENTRENAMIENTO</td></tr>
</table>

1.2.2.1 Objetivos parciales

Designaremos como ***objetivos parciales*** los valores ideales de la ejecución del entrenamiento referidos a periodos de tiempo breves y medios. Estos objetivos establecen la orientación y la periodización de los efectos del entrenamiento planificados y buscados. En relación con la *orientación*, los objetivos parciales se pueden referir a la modificación del estado complejo del rendimiento deportivo, o bien a componentes aislados de dicho estado del rendimiento. Pueden indicar el rumbo de procesos de entrenamiento, orientados principalmente a un aprendizaje motriz relativamente aislado, a adaptaciones funcionales o morfológicas del organismo o a la unión de estos procesos de aprendizaje y adaptación, por ejemplo con vistas a influir selectivamente sobre el rendimiento competitivo complejo. En metodología del entrenamiento se ha hecho habitual, basándose en la *orientación* primaria que sigue la evolución del rendimiento, delimitar los ***tipos de entrenamiento*** unos frente a otros, de modo que en la práctica se ha llegado a imponer la siguiente clasificación:

1. ***Entrenamiento técnico***
2. ***Entrenamiento de la condición física***
3. ***Entrenamiento táctico***
4. ***Entrenamiento complejo*** o ***próximo a la competición***

El *lapso de tiempo* en el que deben aparecer los síntomas de adaptación tiene, en su condición de objetivo parcial, una importancia decisiva a la hora de dosificar la carga de entrenamiento. Basándonos en datos deducidos de los objetivos parciales podemos ver claramente la estructura de los ciclos de entrenamiento a corto y a medio plazo, y la de cada una de las unidades.

1.2.2.2 Estructuración del entrenamiento

Tras las decisiones sobre los objetivos, se hacen necesarias, en primer lugar, las referentes a la estructuración del entrenamiento (tabla 1), esto es, a la división del proceso en ciclos de diferente duración y con unos objetivos, ya sean únicos y específicos o bien repetidos cíclicamente. Al menos desde HARRE (1971) se considera la configuración cíclica como principio básico de la actividad de entrenamiento. Paralelamente, las decisiones sobre la estructuración se refieren a la división del *proceso del entrenamiento a largo plazo*, desde su inicio hasta la consecución del objetivo principal del entrenamiento, en etapas sucesivas de varios años; asimismo, se refieren a la distribución de la *temporada anual en macrociclos*. Estos macrociclos se dividen en periodos de entrenamiento de varios meses, llamados mesociclos, llegándose, con la división de estos periodos de varios meses en *secciones semanales*, los llamados microciclos, a cada una de las unidades de entrenamiento (apartado 5.2).

1.2.2.3 Organización del entrenamiento

Otro componente parcial de la eficacia de una actividad de entrenamiento es una organización transparente. Las medidas organizativas tienen lugar en tres ámbitos. En primer lugar, la ***ejecución del entrenamiento***: en este apartado figuran el acceso a instalaciones que ofrezcan las condiciones óptimas para conseguir los objetivos deseados; la configuración del *grupo de entrenamiento*, teniendo en cuenta su tamaño y capacidad de rendimiento y la disponibilidad de un número suficiente de *entrenadores* y *preparadores*, así como de los aparatos necesarios para la realización del entrenamiento, el *material del entrenamiento*.

En segundo lugar, los ***medios auxiliares*** para la dirección y regulación del entrenamiento. Aquí figuran la disponibilidad y la aplicación organizada de planes suficientemente precisos, el instrumental para el diagnóstico del rendimiento, aparatos para el control del entrenamiento y la observación de la competición, y esquemas para evaluar el entrenamiento y la competición.

En tercer lugar, la ***búsqueda y selección de talentos***: para garantizar la mejora continua del rendimiento en deporte de alta competición se ha de llevar a cabo una serie de medidas regulares de búsqueda y selección de talentos. Para ello hace falta, entre otras cosas, establecer un calendario regular de citas para procesos de búsqueda y selección, y establecer acuerdos con socios colaboradores, como p. ej. escuelas, asociaciones deportivas o prensa (capítulo 6).

1.2.2.4 Contenidos del entrenamiento

Las decisiones provisionales sobre los objetivos parciales, la estructuración y la organización del entrenamiento constituyen el marco de condiciones para las siguientes decisiones de contenido y método, que son las que determinan básicamente los efectos del entrenamiento. Las decisiones sobre el contenido afectan al "¿qué?", las de método al "¿cómo?" del entrenamiento. Como en metodología no existe una unanimidad terminológica para designar estas nociones de la decisión, parece oportuno comentar aquí las principales divergencias entre las versiones y establecer en consecuencia fijaciones conceptuales unívocas; han de delimitarse ante todo los conceptos de contenido, instrumentos, forma y método de entrenamiento (CARL / KAYSER, 1976; para una exposición general véase también KURZ, 1988). Así, CARL / KAYSER (1983, 430) definen como contenido del entrenamiento "las actividades (en particular los ejercicios deportivos) durante el entrenamiento". Una noción casi idéntica a ésta la atribuyen THIESS / SCHNABEL (1987, 164/165) a los instrumentos del entrenamiento; por el contrario, CARL (1983, 422) considera como instrumentos "todos los aparatos utilizados en la realización del entrenamiento...". En lo sucesivo entenderemos los contenidos como actividades durante el entrenamiento y los instrumentos como medios auxiliares, particularmente los aparatos.

DEFINICIÓN:
El **contenido del entrenamiento** es el tipo de actividad que se produce durante el entrenamiento; mediante su realización se intentará conseguir determinados objetivos.

Los contenidos esenciales del entrenamiento son formas de ejercicios y tareas cognitivas específicas, como esquemas tácticos, con cuya realización los deportistas modifican su estado de rendimiento, pero también figuran aquí las competiciones secundarias y de control. Además, podría mencionarse entre los contenidos las medidas fisioterapéuticas e higiénicas que se llevan a cabo para desarrollar el estado de rendimiento, así como la inevitable nutrición específica o su sustitución mediante fármacos (véase CARL, 1983, 33 y ss.); sin embargo, se las designará de aquí en adelante como medidas de apoyo del entrenamiento.

Instrumentos de entrenamiento será el nombre que demos a todos los aparatos utilizados durante la realización del entrenamiento que sirven al desarrollo planificado de la capacidad de rendimiento (véase CARL, 1983, 421). Instrumentos de entrenamiento son, por ejemplo, todos los aparatos deportivos, auxiliares y de medición que sirven para apoyar los procesos de aprendizaje o para mejorar la motivación, en particular los aparatos de simulación y de información instantánea y los medios audiovisuales.

Siguiendo asimismo a CARL / KAYSER (1976), llamaremos ***forma de entrenamiento*** a la actividad de los deportistas especificada mediante tareas precisas en cuanto al contenido y al método de entrenamiento. *La realización activa suele tener lugar, por tanto, con las más variadas formas de entrenamiento.*

1.2.2.5 Métodos de entrenamiento

Aunque describimos uno por uno los métodos de entrenamiento para cada *tipo de entrenamiento*, esto es, entrenamiento destinado a la técnica, la fuerza, la velocidad, la resistencia, la flexibilidad, la táctica y el mantenimiento de la forma deportiva, vamos a exponer más detalladamente unos cuantos *principios* de validez general para las decisiones de tipo metodológico.

Desde un punto de vista didáctico, se suele aceptar que las decisiones sobre los objetivos tienen prioridad sobre las que conciernen a los contenidos y a los métodos, con lo cual no se cuestiona el entramado de implicaciones mutuas existente entre objetivos, contenidos y métodos. Pero las decisiones sobre el método, dado que determinan el ***"cómo"*** del entrenamiento, tienen una importancia básica en su realización, esto es, en la praxis que se ha de llevar a cabo. Pertenece, pues, al procedimiento metodológico la forma en que los entrenadores "enseñan" cosas a sus deportistas, es decir, elaboran contenidos para su transmisión, personalizan la dosificación de las cargas, controlan secuencias motrices, corrigen e implantan procedimientos de retroalimentación, utilizan instrumentos (medios de comunicación) para apoyar y reproducir rendimientos de

entrenamiento y evalúan los rendimientos obtenidos tanto en el aprendizaje de la técnica como en el entrenamiento de la fuerza y de la velocidad.

También la forma en que los deportistas viven subjetivamente su entrenamiento y la medida en que lo consideran útil y efectivo dependen a menudo de cómo se procedió desde el punto de vista metodológico. Igualmente, los entrenadores y profesores de Educación Física deberían saber que la valoración de su "competencia como especialistas" por parte de sus discípulos depende en gran medida de cómo diseñen el entrenamiento, es decir, de cómo sean capaces de actuar desde el punto de vista metodológico.

El procedimiento metodológico conlleva asimismo como resultado que las experiencias de entrenamiento acumuladas y los efectos conseguidos sean unos y no otros. Así, dicho procedimiento tiene, en el marco de la realización, una relevancia "íntima" tanto para entrenadores como para deportistas. Razón suficiente para ocuparnos más en profundidad de los principios que sirven de base a las decisiones metodológicas.

DEFINICIÓN:
Los **métodos de entrenamiento** son procedimientos planificados de transmisión y configuración de contenidos, dentro de unas formas de entrenamiento dirigidas a un objetivo.

La ***realización del entrenamiento*** "en sentido estricto" tiene lugar a través de *formas de entrenamiento*. Como se desprende de la definición anterior, resultan de la unión e interacción de aquello *"que"* se lleva a cabo en el plano del contenido y la forma *"como"* estos contenidos son asimilados. De esta fusión entre contenidos y métodos obtenemos, por ejemplo en el entrenamiento de la fuerza, ejercicios de entrenamiento como el *press de banca*, con una exigencia de carga compuesta de volumen, intensidad y densidad del esfuerzo, pero también con una forma de realización establecida, por ejemplo, unos movimientos iniciales explosivos y un retorno lento al punto inicial. O bien en el trabajo técnico, por ejemplo, donde combinamos, para obtener formas de entrenamiento, una determinada destreza como –pongamos por caso– un balanceo propio de las técnicas de eslálom (contenidos) con determinadas intensidades de movimiento, repeticiones, grados articulares, modificación de la dirección y diferentes inclinaciones de la pendiente (métodos).

La configuración metodológica de los contenidos de una forma de entrenamiento –sobre todo a través de la dosificación de las exigencias de carga–, junto con las condiciones de realización, constituyen el núcleo de la decisión metodológica en sentido estricto. No representan, sin embargo, el único plano de decisión. Decisiones metodológicas, en sentido amplio, se pueden tomar en cinco niveles (tabla 2).

El punto de partida para configurar una unidad de entrenamiento es la decisión sobre el **esquema** idóneo. Éste resulta del *objetivo parcial* que se pretenda alcanzar y del *tipo de entrenamiento* que de éste se deduzca. Mencionemos dos ejemplos: para el partido del próximo sábado hay que diseñar modelos de situación como córners y tiros li-

Tabla 2: Decisiones de tipo metodológico y sus rasgos de realización.

Planos de la decisión metodológica	Rasgos de realización
Esquema del entrenamiento	Tipos de entrenamiento deducidos a partir de los objetivos directores
Realización del entrenamiento en sentido estricto	Serie de formas de entrenamiento con exigencias de carga y condiciones de realización
Transcurso organizativo del entrenamiento	Formas sociales, construcción de los aparatos, elección y preparación del terreno, ayudas / apoyos, medios de comunicación
Formas de actuación del entrenador	Informaciones, correcciones, medidas de retroalimentación, observaciones, lugares de observación, evaluaciones
Evaluaciones del entrenamiento	Medir / controlar / observar - evaluar - interpretar (dirección del entrenamiento en la propia unidad de entrenamiento)

bres sobre el esquema táctico de defensa del equipo contrario (objetivo parcial del entrenamiento). Para ello, en primer lugar, se muestran estas situaciones sobre la pizarra y se discuten en una sesión táctica, teórica y práctica (tipos de entrenamiento); después, se ejercitan en la práctica bajo las condiciones de defensa propuestas. Otra posibilidad, en un segundo ejemplo: en un equipo de biatlón hace falta mejorar la velocidad y la puntería en el tiro en bipedestación (objetivo parcial) bajo la presión de una carga elevada (frecuencia cardíaca elevada). Para ello se corre (a pie) series breves de 1.200 m y se dispara cinco veces de pie en un tiempo establecido. Este tipo de entrenamiento se denomina entrenamiento complejo. La decisión sobre el esquema precede a las decisiones sobre la realización (en sentido estricto).

El transcurso ***organizativo del entrenamiento*** es el siguiente ámbito de decisión. Aquí se determinan la forma y manera con las que transcurrirá el entrenamiento; así, en nuestro ejemplo del biatlón, el entrenador decidió que la carrera y los tiros se realizaran por parejas. Se organiza el uso que se da a los aparatos, como podría ocurrir trabajando la potencia de salto dentro de un polideportivo; medidas de seguridad, como en el caso del tiro en biatlón; el reparto de calles en la piscina según el rendimiento y cualidades técnicas de los miembros de un equipo de natación; las ayudas y apoyos en el entrenamiento técnico con los aparatos de gimnasia; el uso de los medicamentos, y muchos otros aspectos. El transcurso organizativo óptimo es decisivo para que una unidad de entrenamiento "funcione".

La siguiente decisión metodológica (tabla 2) se toma sobre las **formas de actuación del entrenador** que se consideren pertinentes. Por "formas de actuación" entendemos la correcta participación, en el plano metodológico, de los entrenadores, sus informaciones, correcciones, pero también su localización física, por ejemplo cuando se trabaja la resistencia, practicando esquí de fondo sobre el terreno, en el trampolín de bajada del salto de esquí, etc. Formas de actuación del entrenador son aquellas actividades que conducen a la realización del entrenamiento de una manera idónea. Es necesario planificarlas si no se quiere que la praxis se diluya en manos del azar y la improvisación.

Como quinto plano de decisión metodológica (tabla 2) hemos de describir la ***evaluación del entrenamiento***. Este concepto comprende todas las medidas que se toman con vistas al control y a la observación de resultados, a su evaluación e interpretación. La eficacia de una unidad de entrenamiento y la carga óptima, principalmente en el ámbito de la intensidad, dependen en gran medida de las evaluaciones que se hayan "incorporado" en el transcurso del entrenamiento. En los ejemplos mencionados del fútbol y el biatlón podemos imaginar unas cuantas posibilidades de evaluación: el entrenador comenta tras cada situación modelo practicada los fallos de posición u otras posibles variantes (retroalimentación), o bien tras el entrenamiento expone en la pizarra un resumen de éste en su totalidad, adelantándose al inminente partido. En el entrenamiento de biatlón se corre con pulsómetros y los resultados se evalúan tras la carrera. De pie en posición de tiro se muestra inmediatamente al deportista el impacto obtenido en la diana. Evaluación continua significa también dirección constante dentro de una unidad de entrenamiento. El instrumental que se utilice para ello puede ser tan variado como la propia actividad metodológica.

Por otra parte, sería posible designar como elemento metodológico las distintas formas de interacción entre los participantes, en el sentido del entrenamiento como actividad "social" entre deportistas y entrenadores. Pero, dado que las intenciones de estos "socios colaboradores" no se suelen limitar al entrenamiento en sentido estricto y están, en consecuencia, sometidas a múltiples condicionamientos, una decisión en este terreno no sería analizable desde una perspectiva exclusivamente metodológica más que en contadas ocasiones, y, por tanto, como decisión exclusivamente metodológica sería muy fácil de malinterpretar.

1.2.3 Principios generales del entrenamiento deportivo

Como ***principios del entrenamiento*** vamos a definir una serie de instrucciones jerárquicamente superiores para la actividad del entrenamiento deportivo. Se trata, pues, más bien de una base general de orientación y menos de una línea concreta de actividad. Estos principios dirigen la acción de entrenadores y deportistas a la hora de elaborar los esquemas de la actividad. Así, se refieren menos a operaciones concretas que a rasgos básicos de tipos de actividad (SCHNABEL / MÜLLER, 1988, 97).

De acuerdo con el esquema de dirección y regulación que aquí nos sirve de base, los principios del entrenamiento pueden referirse a las distintas categorías de la actividad, esto es, la planificación, la realización, los controles y la evaluación del entrenamiento, y englobar también la exhibición de rendimientos. Pueden regir la actividad en su conjunto, campos de actividad concretos, como por ejemplo el entrenamiento juvenil, o distintos tipos de entrenamiento, como por ejemplo el de la técnica; pueden también ser válidos para los distintos grupos de personas que toman parte en el entrenamiento.

Los principios, en tanto que indicaciones para la actividad, pueden ser *imposición de normas*, que se hacen eco de convenciones y compromisos sociales, como por ejemplo el "principio de mantenimiento y conservación de la salud". También pueden derivarse de *hipótesis de la actividad* a partir de leyes científicas o de experiencias prácticas del entrenamiento. Como normas que son, los principios que se aplican se mantienen en la medida en que son deseados por la colectividad. Los que se deducen a partir de leyes o de experiencias no pueden ser "verdaderos" ni "falsos", sino sólo "más o menos eficaces". La conveniencia de su aplicación resulta de su grado de eficacia en la praxis del entrenamiento.

El concepto de *principio* debería distinguirse del de *regla de entrenamiento*. Ambos aluden a instrucciones para la actividad, si bien SCHNABEL / MÜLLER (1988/2, 99), entre otros, indican que en metodología se utilizan a veces sin la unicidad necesaria. Al igual que estos autores, daremos por sentado, en lo sucesivo, que los principios tienen un grado de generalidad mayor que las reglas; las reglas sirven para interpretar y concretar los principios. En un esquema de actividad amplio tienen básicamente la función de un hilo conductor para decisiones más concretas, que atañen a la realización del entrenamiento. En los siguientes capítulos, que tratan del entrenamiento técnico, táctico y de la condición física, seguiremos intentando formular reglas de entrenamiento *acreditadas* como indicadores de actuación, sobre la base de conocimientos científicos y experiencias prácticas.

Existen ya unas cuantas recopilaciones de principios del entrenamiento, publicadas como líneas directrices para deducir y fundamentar esquemas de entrenamiento. Se podrían mencionar, por ejemplo, los trabajos de DESCHKA (1961), HARRE (1971), BAUERSFELD / SCHRÖTER (1979) y MATWEJEV (1981); en época más reciente destacan los de SCHNABEL / MÜLLER (1988) y MÜLLER (1988a y 1988b), que exponen detalladamente los problemas de la definición de los principios del entrenamiento. Hasta ahora no se ha conseguido elaborar un esquema de los principios generales del entrenamiento aceptado por la mayoría de los especialistas. Esto parece deberse tanto a diferentes concepciones sobre la importancia del entrenamiento deportivo en la vida social como a un estado de los conocimientos aún incompleto acerca del propio sistema del entrenamiento.

En lo sucesivo se ha intentado enumerar esquemáticamente los principios generales importantes. Nos hemos mantenido muy fieles a los autores arriba citados; no obstante, hemos completado los principios que ellos mencionan con unas cuantas instrucciones

prácticas, tanto específicas como generales, y no solamente dirigidas al ámbito del entrenamiento deportivo.

Dentro de los principios generales parece oportuno establecer una diferenciación en tres clases:

— *Principios pedagógicos* generales, que, aparte del entrenamiento, tienen validez en diferentes procesos de la actividad pedagógica.
— Principios de la *estructuración* y de la *organización del entrenamiento*.
— Principios de la *configuración metodológica* y *de los contenidos* del entrenamiento.

1.2.3.1 Principios pedagógicos del entrenamiento

❶ *Principio del condicionamiento social de las decisiones sobre la actividad.* En este tipo de decisiones habrá que tener en cuenta el marco de condiciones vigentes para el conjunto de la sociedad.

❷ *Principio de la primacía de la evolución personal sobre la evolución del rendimiento deportivo.* Las decisiones acerca de la actividad deportiva deben estar en armonía con los objetivos del desarrollo equilibrado de la personalidad.

❸ *Principio de la racionalidad de la actividad de entrenamiento.* La actividad y sus condicionamientos contextuales deben mantenerse siempre en el plano de la conciencia para que se conviertan en procesos conscientes.

❹ *Principio del mantenimiento y reforzamiento de la salud.* Las decisiones se han de tomar de modo que no conlleven peligros para la salud de los deportistas; han de servir, en la medida de lo posible, para reforzar la salud.

❺ *Principio de la orientación de las tareas de entrenamiento hacia las necesidades e intereses de los deportistas.* La actividad se ha de orientar a las necesidades e intereses de los deportistas (para las necesidades de los niños véase, entre otros, KURZ [1988).

❻ *Principio de la adecuación de la actividad a la edad evolutiva.* Las decisiones sobre la actividad han de orientarse según el estado de desarrollo individual de quien se entrena. En los adolescentes se han de aprovechar unas condiciones especialmente favorables en cada una de sus etapas de desarrollo.

❼ *Principio del aumento de la propia responsabilidad de los deportistas.* Las concepciones y decisiones sobre la actividad han de aplicarse de modo que fomenten cada vez más la propia responsabilidad de los deportistas. Es necesario proceder, por tanto, sobre la base de un amplio diálogo entre deportistas y entrenadores.

❽ *Principio de la presentación clara y la factibilidad de las decisiones sobre la actividad.* A los participantes hay que presentarles estas decisiones de forma clara y transparente, y ellos han de ser capaces de cumplirlas no sólo en lo que atañe a su realización, sino también teniendo en cuenta su significación.

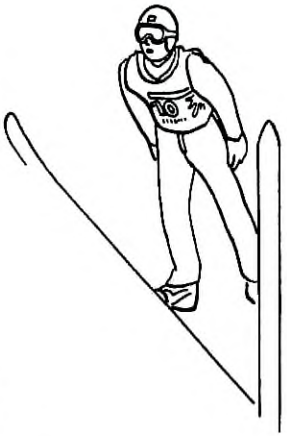
1.2.3.2 Principios para la organización y planificación del entrenamiento

1. *Principio de la mutua sintonía de las decisiones sobre el entrenamiento.* Por lo general, las decisiones necesitan una armonización entre las distintas tareas, que en parte divergen unas de otras; estas discrepancias resultan, sobre todo, de exigencias de rendimiento específicas, de particularidades del desarrollo y de necesidades individuales.
2. *Principio de la eficacia.* La actividad deportiva ha de conseguir siempre el mayor grado de eficacia posible con vistas a los objetivos de rendimiento planteados.
3. *Principio de la planificación.* Los procesos a largo plazo, como por ejemplo los que se diseñan para los deportistas de elite, se deben subdividir en etapas de varios años relativamente independientes unas de otras; para cada una de éstas hay que plantear objetivos específicos y puntos relevantes en los planos metódologicos y de contenidos.
4. *Principio de la especificidad.* Los procesos de entrenamiento han de dirigirse siempre a objetivos con algún atractivo, que se puedan alcanzar en periodos de tiempo abarcables.
5. *Principio de la armonización entre la evolución del rendimiento general y el específico.* En todas las etapas evolutivas se ha de mantener una relación armónica entre los medios de entrenamiento generales y los propios de cada modalidad deportiva, de acuerdo con los objetivos de cada momento. De esta forma se asegura la continuidad evolutiva, o sea, el mantenimiento de la capacidad de rendimiento tanto general como propia de la modalidad (BAUERSFELD / SCHRÖTER, 1979, 38).
6. *Principio del incremento progresivo de la carga de entrenamiento.* Para aprovechar plenamente el potencial de rendimiento genético de un atleta, con vistas a las exigencias propias de su modalidad deportiva, y para alcanzar un estado de rendimiento óptimo, se hace necesaria una especialización creciente en los contenidos y en los métodos de entrenamiento, sobre la base de una formación deportiva básica y general (MÜLLER, 1988, 105 y s.).
7. *Principio de la individualización.* Para conseguir los mayores rendimientos individuales posibles, la actividad física, orientada según normas y regularidades generales, ha de referirse cada vez más a los supuestos y a las formas de comportamiento individuales a medida que avanza el proceso de entrenamiento, y ha de dirigirse cada vez más a trabajar los puntos fuertes del individuo (BAUERSFELD / SCHRÖTER, 1979, 35; y MÜLLER, 1988,106).
8. *Principio de la dirección y regulación permanentes del entrenamiento.* Para conseguir un objetivo de rendimiento deseado en el plazo de tiempo previsto, las decisiones tomadas se tienen que adecuar continuamente a las tareas comprometidas a largo plazo, sobre la base de unas comparaciones constantes (diagnóstico del rendimiento) entre el estado de rendimiento planificado con antelación y el conseguido realmente.

1.2.3.3 Principios para la estructuración metódologica y de contenidos del entrenamiento

1. *Principio globalizador entre los contenidos condicionales, técnico-coordinativo-motores y táctico-deportivos.* Para impulsar constantemente la evolución del estado de rendimiento deportivo, se ha de tener en cuenta que los parámetros del rendimiento que atañen a la condición física y a la coordinación, la técnica de movimientos y la táctica se condicionan mutuamente y han de evolucionar por ello siempre en mutua sintonía.
2. *Principio de la complejidad de los efectos del entrenamiento.* A la hora de tomar las decisiones hay que tener en cuenta que determinadas formas de entrenamiento nunca actúan aisladamente sobre condiciones de rendimiento particulares, sino siempre sobre el estado complejo de rendimiento.
3. *Principio de la especificidad de la adecuación entre el entrenamiento y la competición.* Con el paso de los años de entrenamiento y la mejora del estado de rendimiento, las formas de entrenamiento orientadas a la adaptación se han de escoger cada vez más de acuerdo con las condiciones de la competición.
4. *Principio de la creación de fundamentos orientativos óptimos para realizar planificadamente la actividad.* Para mejorar los efectos del entrenamiento, especialmente en sus vertientes técnica y táctica, es necesario crear unos fundamentos orientativos óptimos como base para una recepción, elaboración y almacenamiento eficaces de la información.
5. *Principio de la dinamización psico-física óptima.* Se ha de procurar, sobre todo en los ejercicios de coordinación y de técnica, alcanzar un estado óptimo de dinamización psico-física del deportista (MÜLLER, 1988b, 176).
6. *Principio de la calidad de ejecución óptima en los ejercicios.* Se ha de conservar siempre la mejor calidad de ejecución posible en los entrenamientos de técnica y de coordinación (MÜLLER, 1988, 176 y s.).
7. *Principio de la carga de entrenamiento creciente.* Para conseguir la mejora constante del estado de rendimiento deportivo, hay que procurar que la carga sea incrementada sistemáticamente (HARRE, 1982, 93 y ss.).
8. *Principio de la continuidad.* Para mantener a alto nivel o mejorar el estado de rendimiento deportivo se han de evitar las pausas prolongadas en el entrenamiento (HARRE, 1982, 97 y ss.).
9. *Principio de la condición cíclica de la actividad de entrenamiento.* Al organizar el entrenamiento deportivo se ha de atender al hecho de que dentro de cada ciclo, y dentro de una serie de ciclos de entrenamiento, se pueden plantear objetivos diferentes y realizar formas de entrenamiento modificadas. Se ha de procurar especialmente que varíen los estados de fatiga con los procesos de recuperación del entrenamiento.

2 Técnica deportiva y entrenamiento de la técnica



2.1 Entrenamiento de la técnica - Descripción y conceptos

2.1.1 Sobre la importancia del entrenamiento de la técnica

El motivo de que comencemos esta "Metodología del entrenamiento" con el capítulo "Entrenamiento de la técnica" es que de esta manera se hace constar la *importancia jerárquica* que esta vertiente posee dentro de la globalidad del proceso.

El ***acceso*** a una modalidad deportiva tiene lugar, en la mayoría de los casos, a través del aprendizaje de las destrezas básicas dentro de las técnicas específicas de la modalidad en cuestión. Esto ocurre en todas las modalidades competitivas, en las de lucha entre dos, juegos y carreras, incluso en modalidades de resistencia con un destacado componente técnico, como por ejemplo natación, carrera sobre hielo, esquí de fondo, remo y otras. En estas modalidades, sobre todo en su ámbito infantil, se adquieren además las primeras experiencias de competición dentro del nivel de destreza adquirido, antes de entrenar otros componentes decisivos para el rendimiento, como las capacidades condicionales.

La importancia del entrenamiento técnico ha de contemplarse además en el aspecto de su ***efecto integrador***, pues la medida en que las capacidades coordinativas y condicionales se puedan transformar en rendimientos de competición depende en gran medida del nivel de destreza técnica en el deporte. Por ello considera WERCHOSCANSKI (1988, 74) el entrenamiento de la técnica como el proceso más importante de adaptación a largo plazo del organismo, porque su esencia y su tarea consisten en aprovechar de forma óptima el potencial motriz y de condición física que se desarrolla constantemente para la solución de tareas de tipo técnico.

Otro aspecto de esta supremacía jerárquica es la creciente ***especialización*** en todos los ámbitos de la vida como requisito para la mejora del rendimiento. Dicha especialización es también visible en el deporte. Esto se refiere en primer lugar a la elección de una modalidad concreta. A partir de ahí se hace necesario, en unas cuantas modalidades, asentarse en una determinada disciplina o incluso, en deportes de pelota, en una posición de juego. Y a veces, mediante una reducción del entrenamiento técnico al ejercicio de unos cuantos puntos fuertes esenciales, se lleva la especialización a su cima (LEHNERTZ, 1990b, 119 y s.).

La tesis según la cual es necesario un alto grado de especialización para maximizar los éxitos alcanzados se apoya también en nuevas orientaciones de la metodología del entrenamiento. En efecto, actualmente esta idea va encontrando aceptación en nuevos trabajos científicos sobre el entrenamiento. BOIKO (1988) fundamentaba la exigencia de especialización en las limitadas posibilidades de adaptación del organismo humano y se oponía abiertamente a la tendencia a la formación multidisciplinar observada en los últimos años, porque las posibilidades de adaptación del organismo aumentan si disminuye el número de factores a los que se tenga que adaptar. La causa reside en la relativa escasez de las reservas de adaptación del organismo. De aquí se deduce que una concentración del entrenamiento sobre tareas especializadas ha de conducir a un aumento del rendimiento máximo. Este problema lo abordaremos de forma específica en los apartados 3.1.5.2 y 5.1.1.

2.1.2 Sobre el problema teórico del entrenamiento de la técnica dentro de la metodología del entrenamiento

Los argumentos defendidos en el apartado anterior nos dan una idea de la gran importancia que dentro del entrenamiento en su conjunto se atribuye al entrenamiento de la técnica en cualquier modalidad y en cualquier etapa educativa, desde el entrenamiento de los jóvenes hasta el de alto rendimiento. La ciencia se ve ante la exigencia de suministrar a la praxis del entrenamiento modelos teóricos en consonancia con esa importancia antes mencionada. Frente a esta exigencia, sin embargo, y desde un punto de vista autocrítico, se debe matizar que la elaboración teórica de la ciencia del entrenamiento ha venido tomando aquí su modelo de las teorías del *aprendizaje* y *desarrollo motores* y no se ha preocupado de bosquejar una ***teoría del entrenamiento de la técnica*** que vaya más allá de éstas. Asimismo, en la metodología se operaba hasta ahora con un concepto de técnica deportiva entendida como la acción conjunta de rasgos cinéticos y dinámicos observables empíricamente, y requería de la praxis que ésta, a partir de rasgos descriptivos y biomecánicos, se fabricara un modelo de técnica específico para cada modalidad, que debía servir como soporte básico arquetípico para las informaciones sobre dicha técnica deportiva.

Evidentemente, los deportistas, profesores de Educación Física y entrenadores tienen que informarse sobre las teorías del aprendizaje de motor, pues el entrenamiento de la técnica consta siempre de semejante aprendizaje. También deben poseer un alto grado de información sobre las características de sus técnicas particulares y apoyar este conocimiento con otros de tipo científico en el ámbito de la biomecánica, pues sólo a través de los datos de ésta se pueden obtener informaciones exactas y objetivas sobre la técnica. Las teorías del aprendizaje motriz y de la biomecánica sólo sirven, dentro del espectro de criterios utilizados en el entrenamiento de la técnica, como modelo de explicación parcial. El alto grado de destreza técnica en la mayoría de las modalidades deportivas y la gran relevancia del entrenamiento de la técnica dentro del sistema global del entrenamiento reclaman una nueva orientación de la teoría del entrenamiento de

la técnica. Por nuestra parte, hemos propuesto en diferentes publicaciones, seminarios y simposios un modelo concebido para someterlo a discusión, y pretendemos ampliar aquí este punto de partida, sobre todo desde la perspectiva metodológica.

2.1.3 Técnica y entrenamiento de la técnica - Nociones

Técnica es la creación productiva y la transformación de actividades físicas para solucionar tareas planteadas, empleando materiales y fuerzas y teniendo en cuenta las leyes de la naturaleza (ENCICLOPEDIA BROCKHAUS, Tomo XII, 1973, 517). Esta acepción genérica del concepto de técnica contiene dos dimensiones de la actividad: (1) la *transformación* de actividades para hacer frente a tareas, como el componente "artesanal-técnica", y (2) la *creatividad productiva* de esas actividades en el sentido de una evolución continua, como el componente "creativo-científico" (LEHNERTZ, 1990b, 116).

Traducido a la problemática del entrenamiento de la técnica, esto quiere decir que, cuando los deportistas aprovechan el saber tecnológico para la solución de sus tareas deportivas, estamos ante la actividad "artesanal-técnica". En esta categoría de actividad se encuentran todos los deportistas que intentan copiar el comportamiento técnico-deportivo de sus modelos o ídolos. Sin embargo, los entrenadores y deportistas deben esforzarse en ampliar su capacidad deportivo-técnica de actuación mediante la *experimentación* con la destreza y el saber que tengan al alcance de la mano, y llevándola más allá del marco conocido. En estos casos actúan de manera "creativo-científica".

La experimentación es una parte importante y en crecimiento del entrenamiento de la técnica. Esta exigencia continúa vigente porque la praxis sigue intentando dominar cada vez mejor las tareas técnicas, y obtener de ello ventajas a corto plazo. Estos experimentos consisten en modificaciones de las propias técnicas deportivas (salto estilo Fosbury o técnica de patinaje en esquí de fondo), o, como ocurre en gimnasia de aparatos, patinaje artístico o gimnasia rítmica, en creaciones de nuevas habilidades individuales y mejoras constantes del repertorio coreográfico. Otro campo de experimentación técnica es el desarrollo de aparatos de entrenamiento, con los cuales, por ejemplo, se puede imitar o simular las técnicas (así, el vuelo en el salto de esquí, el comienzo de una carrera de trineos o de *bobsleigh*, etc.). También se desarrollan aparatos que permiten un entrenamiento de fuerza especial, próximo a la técnica. Y otro nuevo campo de experimentación técnica es el desarrollo del equipamiento de competición o de procesos de pruebas para la correcta selección de aparatos de competición, etc. En los últimos años se han hecho famosos cientos de estos ejemplos de innovación en el terreno técnico del deporte, y todos los tenemos frescos en la memoria. Este aspecto de una concepción amplia del entrenamiento de la técnica sólo se ha podido perfilar aquí brevemente. Sin embargo, es responsable de muchos cambios y sucesivas evoluciones en el ámbito técnico del deporte y del entrenamiento.

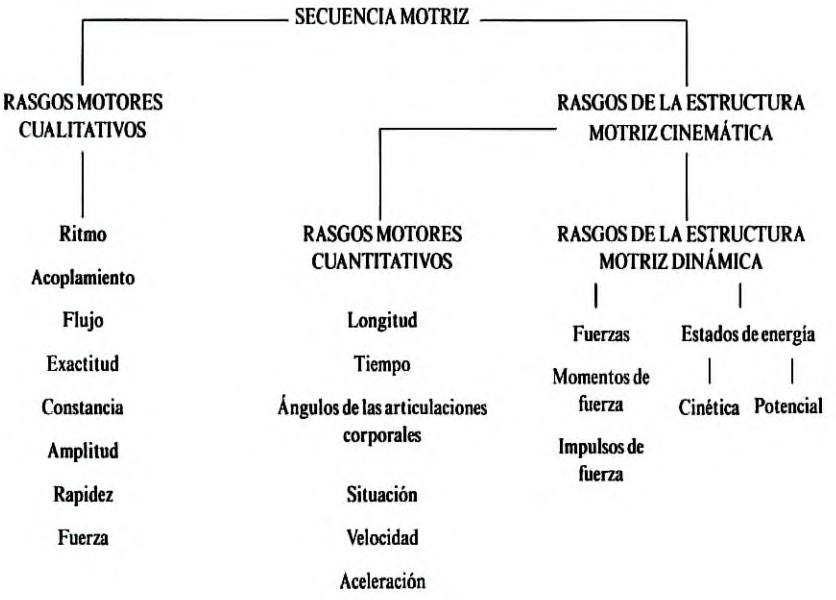
Ambas categorías de actividad –la *artesanal –técnica* y la *creativo –científica–* se pueden delimitar una frente a otra según la orientación que se tome, si bien en último término están estrechamente implicadas unas con otras. Desde un punto de vista teóri-

co puede ser provechoso restringir el ámbito técnico al aspecto artesanal-técnico. En la práctica, las dos esferas se corresponden mutuamente.

DEFINICIÓN:
La **técnica deportiva** es una secuencia de movimientos experimentada, funcional y eficaz, que sirve para resolver una tarea definida en situaciones deportivas.

Los rasgos inmanentes de la técnica deportiva, como su experimentación, funcionalidad y eficacia, no sólo apuntan a la tarea principal que figura en la definición, la ***resolución de tareas***, sino también a su función como *ideal, modelo propuesto* (THIESS / SCHNABEL, 1987, 163), *imagen arquetípica* o *movimiento idealizado*. Estas funciones desempeñan un papel orientativo, sobre todo a la hora de enfocar las capacidades de rendimiento técnicas. Por ello, los modelos de las técnicas se construyen también en función de la calidad de las informaciones sobre los rasgos distintivos de sus secuencias motrices. Y estos rasgos pueden ser cualitativos y cuantitativos (tabla 3).

Tabla 3: *Características cualitativas y cuantitativas de procesos motores de técnicas deportivas (BALLREICH, 1983, 74).*



Los rasgos cualitativos se pueden exponer de forma directa y sinóptica. Los cinemáticos y dinámicos (cuantitativos) no son observables directamente. Son objeto de mediciones biomecánicas. Las técnicas deportivas cumplen su *función de modelo orientativo* basándose sobre todo en informaciones cuantitativas.

El concepto de ***entrenamiento de la técnica*** abarca todas aquellas medidas y procesos que sirven para aprender sistemáticamente las técnicas, con sus capacidades deportivo-motrices, su uso y aplicación, y para acumular experiencias óptimas en situaciones propias de la modalidad deportiva. Además, en el entrenamiento técnico subyace la aspiración de aprovechar al máximo los conocimientos científicos que puedan ser útiles a la modalidad en cuestión.

Semejante concepción del entrenamiento de la técnica no solamente engloba el aprendizaje y el "perfeccionamiento" de las técnicas dominadas, sino también la adaptación a nuevas mejoras técnicas (en relación con los aparatos), así como el esfuerzo por transformar el conocimiento que se posea de las ciencias naturales en una herramienta técnico-deportiva. En este contexto hemos de introducir dos nociones que nos dan a entender la importancia de la armonía entre el individuo y los medios de entrenamiento de orientación técnica: técnica ideal y técnica objetivo. La *técnica ideal* es una representación mental acerca del procedimiento idóneo para resolver una tarea motriz deportiva, orientada de acuerdo con el estado del conocimiento científico en su momento. La *técnica objetivo* es una representación acerca del procedimiento idóneo de resolución de una tarea motriz deportiva, orientada de acuerdo con la técnica ideal y armonizada con las posibilidades de una persona o grupo.

De las definiciones se deduce con claridad una estrecha vinculación entre técnica ideal y técnica objetivo. Pero también se puede ver que en el proceso de enseñanza / aprendizaje se ha de dar una armonización de la técnica ideal con el grupo al que va dirigida. Así, se puede afirmar que cuanto más alto es el nivel técnico-motor del grupo tanto más estrecha se hace la vinculación entre técnica ideal y técnica objetivo.

2.2 Organización y sistematización del entrenamiento de la técnica

En el apartado 2.1.2 se hizo ver la ostensible carencia de una teoría científica del entrenamiento de la técnica. En este apartado intentamos, con una sistematización de dicho entrenamiento, ofrecer una base orientativa práctica para esa posible teoría.

2.2.1 Sobre la problemática de la generalización de proposiciones acerca del entrenamiento de la técnica

De la pretensión anteriormente formulada surge ya en principio la pregunta clave: ¿puede la ciencia del entrenamiento hacer proposiciones de tipo general sobre el entrenamiento de la técnica, entre la cantidad, apenas abarcable, de técnicas deportivas de

las más variadas modalidades y las miles de variaciones y aplicaciones posibles según la situación?

Hasta ahora se han llevado a cabo varios intentos de ordenar el sinnúmero de técnicas deportivas en un esquema sinóptico y de clasificarlas en grupos en base a distintas características. Podemos mencionar aquí la clasificación de las exigencias técnicas en cuatro grupos realizada por STAROSTA (1988, 40 y ss.), la sistematización de ROTH, que describe cinco tipos de destrezas (WILLIMCZIK / ROTH, 1983, 148 y ss.) y la división de las técnicas según MECHLING (1988, 39 y ss.). Éste distingue cuatro *tipos de destrezas*, y las reúne tomando como criterios el carácter *cíclico* o *acíclico* de sus movimientos y su condición de *cerradas*, esto es, que presenten una constancia de las condiciones externas durante su ejecución, o *abiertas*, esto es, que aquí las condiciones de la situación sean cambiantes y en parte imprevisibles:

El *tipo de destreza 1* es una destreza cerrada con estructura de ejecución estable en procesos motores cíclicos (carrera de vallas) o acíclicos (halterofilia).

El *tipo de destreza 2* representa el ensamblaje de partes sueltas para constituir un rendimiento global (gimnasia de aparatos, gimnasia deportiva) en condiciones estables del entorno.

El *tipo de destreza 3* es una destreza abierta en estructuras básicas muy estables, que transcurre sin embargo en condiciones no estandarizadas (descenso alpino, saltos de esquí, esquí de fondo).

El *tipo de destreza 4* se caracteriza por tipos de destrezas abiertos como en los juegos deportivos o modalidades de competición, que no obstante se basan en destrezas o combinaciones de destrezas dominadas aisladamente.

Sobre la base de este modelo clasificatorio se puede generalizar el siguiente ***principio*** para el entrenamiento de la técnica:

Todas las técnicas específicas de la modalidad (tipos de destreza), ya sean cíclicas o acíclicas, abiertas o cerradas, se fundamentan en modelos técnicos básicos y estables, esto es, en destrezas deportivo-motrices automatizadas y duraderas, que mantienen su función como modelos básicos de movimientos incluso en el marco de combinaciones de movimientos, utilización variable y condiciones externas cambiantes e inestables. Dado que este *principio* puede reclamar una validez general, los *objetivos* para el entrenamiento técnico que de él se deducen son también vinculantes para todas las modalidades deportivas.

2.2.2 Los objetivos del entrenamiento de la técnica

La actividad técnico-deportiva abarca la puesta en práctica de las destrezas deportivo-motrices con las que se hace posible resolver de forma idónea las tareas propias de una modalidad. Se habla de *técnica buena y adecuada* cuando con ella se consigue el nivel biomecánico óptimo en cada momento, un alto grado de virtuosismo, estabilidad, la utilización variable y el resultado deportivo perseguido. A partir de esta concepción de la técnica obtenemos los siguientes objetivos para su entrenamiento:

1. El ***aprendizaje de las destrezas deportivo-motrices*** *que sirven de base para las técnicas específicas de la modalidad.*
2. La ***adquisición de un grado de dominio de la técnica deportiva que se pueda calificar como óptimo desde la perspectiva biomecánica***. Este grado de dominio garantiza la idoneidad, eficacia y economía de la aplicación de la técnica a la modalidad en cuestión.
3. La ***estabilidad del dominio técnico***. Así se denomina la inalterabilidad o relativa constancia del comportamiento ante las modificaciones que pudieran aparecer de las condiciones internas o externas.
4. El ***dominio de la técnica hasta llegar al virtuosismo***. Tiene una relevancia especial, sobre todo para las modalidades de composición. Cuando observamos, por ejemplo, la perfección de los vuelos de Dieter Thoma o de Jens Weissflog, la impresión de estar bailando que transmiten los buenos jugadores o los gimnastas en figuras libres, no podemos explicar esta destreza técnica con la noción del grado óptimo biomecánico, sino más bien con el concepto del virtuosismo. Éste quiere decir dominio completo y magistral de la técnica. Pensamos que el entrenamiento técnico, como etapa superior del moldeado, debe tratar de alcanzar ese virtuosismo.
5. La ***capacidad de aplicación variable de las técnicas según la situación***, en las condiciones que la modalidad exija en cada instante.

Si aceptamos esos cinco objetivos para el entrenamiento técnico, será necesario proceder sistemáticamente de acuerdo con ellos, tanto en los aspectos organizativos como en los de contenido. A continuación describimos un ejemplo de sistematización ya puesto en práctica y exponemos un modelo de validez general que ya ha sido discutido en varios seminarios de entrenamiento, encontrando en ellos aceptación general.

2.2.2.1 Un ejemplo práctico: gimnasia

Un ejemplo con el que abordar esta tarea de sistematización nos lo proporciona la obra *Anleitungen für Übungsleiter zum Gerätturnen* (*Orientaciones para el entrenamiento de la gimnasia de aparatos)*, publicado en la antigua RDA (SCHMIDT et al., 1987). La figura 6 intenta estructurar de forma sinóptica cada uno de los ámbitos parciales del entrenamiento de la técnica, tal como se puede ver en la mencionada obra.

El sistema del entrenamiento de la técnica se divide aquí en tres ámbitos parciales: (1) el *aprendizaje de elementos de gimnasia*. Aquí se aprende las destrezas básicas en una serie de pasos didácticos. (2) El *entrenamiento de aprendizaje*, con el que los elementos se estabilizan, se llega a dominarlos con virtuosismo, a ejecutarlos en combinaciones y a transformarlos en ejercicios completos. El entrenamiento de aprendizaje es el entrenamiento de la técnica en sentido estricto. (3) Por último, el *entrenamiento de la técnica suplementario*. Consta de programas suplementarios añadidos. Si resumimos

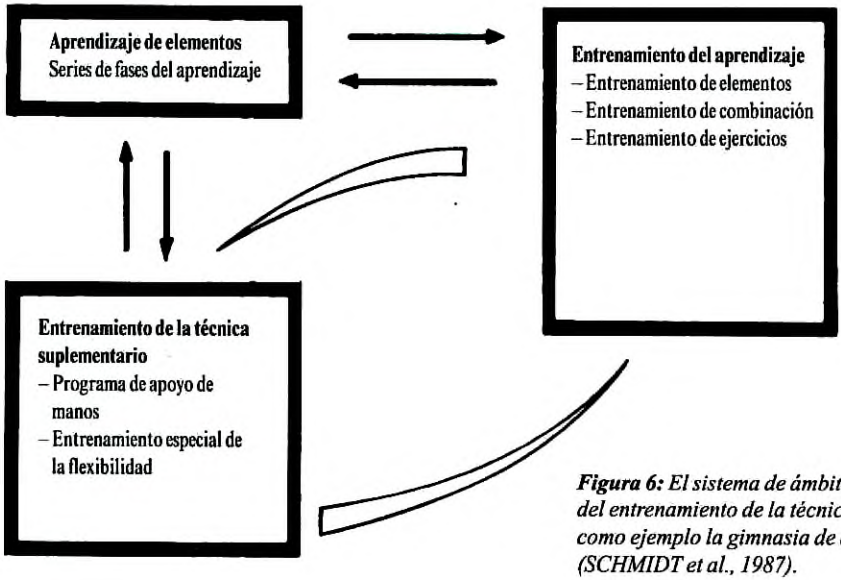


Figura 6: *El sistema de ámbitos parciales del entrenamiento de la técnica, tomando como ejemplo la gimnasia de aparatos (SCHMIDT et al., 1987).*

aquí las observaciones sobre el entrenamiento de la técnica en diferentes modalidades, obtenemos los siguientes resultados:

— En casi todas las modalidades deportivas existen programas que describen en *series de fases didácticas* el acceso sistemático a las capacidades deportivo-motrices sobre las que se basan sus técnicas específicas.
— Asimismo, existen en la mayoría de las modalidades *descripciones y modelos ideales de técnicas* y, en parte, *resultados de investigaciones biomecánicas* para cada una de las técnicas.
— No existe una *sistematización* del entrenamiento de la técnica propiamente dicha, ni en la metodología general del entrenamiento ni en la específica de cada una de las modalidades. El modelo de sistematización que aquí se presenta, procedente de la gimnasia de aparatos, es una honrosa excepción.
— Las indicaciones sobre *el diseño de la carga* y *regulación del entrenamiento de la técnica* están expresadas en la mayoría de los casos de forma muy genérica y apenas pueden considerarse criterios de actuación para la práctica del entrenamiento.

2.2.2.2 Un esquema de sistematización que engloba las distintas modalidades

LEHNERTZ (1990b, 153 y ss.) desarrolló un esquema aplicable a todas las modalidades, distinguiendo entre *entrenamiento de adquisición de la técnica* y *entrenamiento de aplicación de la técnica*. Con ellos mantienen una estrecha vinculación, en el terre-

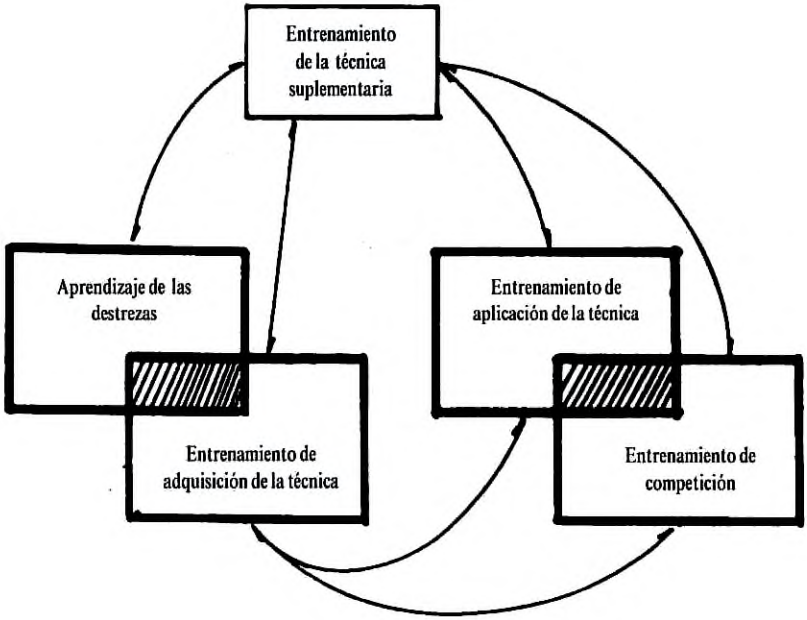


Figura 7: *El entrenamiento se divide, por razones de sistematización, en los siguientes tipos: "entrenamiento de adquisición de la técnica", "entrenamiento de aplicación de la técnica" y "entrenamiento de la técnica suplementario". Estos tipos se apoyan en el necesario aprendizaje de las destrezas y en el entrenamiento de competición. Todos estos ámbitos funcionan conjuntamente en un solo proceso.*

no de la praxis, las medidas de entrenamiento para mejorar las capacidades de coordinación. Por ello, MARTIN ha ampliado este modelo dual mediante el llamado *entrenamiento de la técnica suplementario*, lo cual no es coherente desde el punto de vista teórico, pero es útil para la aplicación práctica del modelo. La etapa de iniciación –como muestra también la figura 7– es en cualquier caso el aprendizaje de las *destrezas deportivo-motrices* básicas.

2.2.2.3 El aprendizaje de las destrezas como primera fase del entrenamiento de la técnica

Al entrenamiento en sentido estricto le precede el aprendizaje de las destrezas deportivo-motrices en las que se basan las técnicas específicas de la modalidad. Ya en la fase de "iniciación" en la especificidad de una modalidad deportiva, o en la primera fase del entrenamiento de la técnica, establecen HOTZ (1982, 15) y HOTZ / WEINECK (1988, 14) una dualidad dentro de este proceso: *adquisición* y *aplicación*. Así, proponen el siguiente transcurso sistemático para la adquisición de las destrezas: (1) Primera

confrontación con el modelo de movimientos. (2) Desarrollo de la imagen motriz, del esquema de movimientos. (3) Primeros intentos de transformación, acompañados de retroalimentación y correcciones, que contribuyen a diferenciar la imagen motriz y a perfilar el bosquejo de movimientos. (4) La coordinación dentro la destreza en cuestión se hace cada vez más específica, partiendo de una coordinación básica o basta hasta llegar a una más refinada.

La *aplicación* tiene lugar entonces (1) mediante múltiples repeticiones tanto mentales como reales y (2) mediante la fijación en situaciones variables del entorno para que la destreza esté disponible en múltiples circunstancias.

El proceso global de aprendizaje de destrezas, tal y como se perfila en la sistematización de estos autores, se encuentra al comienzo de un largo proceso de entrenamiento, de años de duración. En este primer momento se estructura la iniciación en una modalidad deportiva, sobre todo en el ámbito del entrenamiento infantil. El hecho de que lo consideremos un auténtico esbozo se explica porque es un anticipo "en pequeña escala" de la sistematización del entrenamiento de la técnica, al que precede.

2.2.2.4 El entrenamiento de la adquisición de la técnica

El entrenamiento de la adquisición de la técnica regula la posesión automatizada de las destrezas deportivo-motrices; éstas han de distinguirse por un alto grado de estabilidad, esto es, por la inalterabilidad de su realización, incluso en condiciones cambiantes de los ambientes interior y exterior.

Como se describe en el apartado 2.4, la base del aprendizaje motor y del entrenamiento de la adquisición de la técnica, que se fundamenta en aquél, es la capacidad de memoria de las estructuras neuronales. En el extremo de la escala de los procesos neuronales se encuentran la percepción, el almacenamiento, el recuerdo y la recuperación de las informaciones contenidas en los patrones de excitación (HENATSCH / LANGER, 1983, 51). La mayoría de los investigadores considera que el almacenamiento a largo plazo de las informaciones adquiridas a través del aprendizaje se produce en las conexiones interneuronales, y así las asociaciones de células nerviosas conectadas mediante sinapsis forman una *unidad de conexión*, un ***engrama***. El engrama es una consolidación de rastros de un determinado contenido de la memoria y tal vez el soporte del almacenamiento de la información en la memoria a largo plazo (LAUDIN, 1977, 56; SINZ, 1981, 208). Las programaciones específicas de movimientos para dominar tareas deportivas sólo se pueden realizar sobre la base de engramas apropiados.

La programación de *secuencias motrices automatizadas*, como requiere la resolución de tareas relacionadas con el deporte, presupone constantes repeticiones de las acciones. Éstas contribuyen a descargar cada vez más, de forma sistemática, el plano de la conciencia, de modo que éste se concentra en unos pocos nudos de la secuencia del programa, y su intervención se hace necesaria sólo frente a acontecimientos imprevistos. Con el proceso de la programación inconsciente, los detalles de la realización de los movimientos se trasladan en gran parte desde los centros cerebrales superiores a los

inferiores para ser transmitidos desde allí, y también se atribuye, en este contexto, una cierta independencia a una serie de *mecanismos espinales aislados* (HENATSCH / LANGER, 1983, 52 y ss.). Se parte de la idea de que los engramas de formación débil son muy susceptibles ante la inhibición, mientras que los influjos fuertes, por el contrario, son muy resistentes y se refuerzan incluso si aparecen inhibiciones (LAUDIN, 1977, 131). De esta teoría se deduce la siguiente conclusión: el entrenamiento de adquisición de la técnica tiene como misión el moldeado de engramas fuertemente desarrollados y resistentes a distorsiones; estos engramas consistirán en una programación previa, llevada hasta la automatización, de las destrezas que en cada momento determinan las técnicas en cuestión. Para llevar a cabo este propósito se deben garantizar dos ***principios de entrenamiento de orden metodológico***:

Primero: El proceso de moldeado de las destrezas exige repeticiones de ejercicios con unas secuencias motrices de la mayor similitud posible. Este requisito significa que el *entrenamiento de la adquisición de la técnica* ha de realizarse siempre en *condiciones óptimas*, *libres de distorsiones*, incluso lo más ***estandarizadas*** posible. Como tal vez sea imposible ejecutar una copia exacta de una acción motriz realizada anteriormente, se procurará que las discrepancias sean mínimas. Pero esta reducción al mínimo sólo se consigue en condiciones relativamente estandarizadas.

Segundo: El proceso de modelado de las destrezas requiere un *número enorme de repeticiones*, por ello el ***sobreaprendizaje continuo*** es el segundo principio metodológico del entrenamiento de la adquisición de la técnica. El concepto de sobreaprendizaje no significa más que el proceso de un ejercicio exageradamente prolongado y constantemente repetido. Observaciones hechas sobre la práctica del entrenamiento muestran que el sobreaprendizaje representa de hecho un proceso básico en el entrenamiento técnico, sin que en la mayoría de los casos quienes lo practican o lo prescriben lleguen a ser conscientes del proceso de que se trata y de cómo ha de manejarse en tanto que principio metodológico. Con el sobreaprendizaje en el entrenamiento de la técnica en niveles de alto rendimiento no se trata tan sólo de fijar mejor los programas, sino de mucho más: en primer lugar, de integrar permanentemente las *condiciones energéticas y físicas*, siempre cambiantes, en la programación previa de las destrezas, y en segundo lugar, de experimentar y disponer de miles de *posibilidades mínimas de variación del programa*, pues, como ya hemos explicado, no es posible ejecutar las destrezas como copias exactas, ni en condiciones de entrenamiento ni de competición.

2.2.2.5 El entrenamiento de la aplicación de la técnica

En el entrenamiento de la aplicación de la técnica se ejercitan las destrezas en su abanico de variables más extenso posible y en las condiciones propias de la competición en la modalidad.

La pregunta metodológica que aquí se nos plantea se formula del siguiente modo: ¿Cómo se ha de entrenar la aplicación de la técnica en las condiciones de variabilidad propias de la modalidad? A nuestro entender, sólo se puede responder satisfactoria-

mente si uno dispone de conocimientos sobre la manera en que los deportistas consiguen aplicar la técnica en medio de las exigencias variables de su modalidad.

En general, nosotros daremos por supuesto, siguiendo a ROTH (1983, 150), que los jugadores de fútbol, baloncesto, tenis, etc. han de ser capaces de variar las destrezas adquiridas en múltiples e *imprevisibles formas*. No obstante, sobre la base del estado actual de la teoría y los conocimientos, se hace muy difícil afirmar que las destrezas en las distintas modalidades se deban variar en formas imprevisibles. Quedémonos, sin embargo, con la siguiente afirmación: el problema de la *disponibilidad variable* de las destrezas deportivo-motrices en condiciones de inestabilidad interna o externa no ha sido resuelto en absoluto en el plano teórico, como muestran además las dos posturas divergentes que existen frente al problema dentro de las teorías del aprendizaje motor. Una de ellas asume que una destreza deportivo-motriz debería ser adquirida hasta un punto de relativa constancia antes de poder disponer de ella en circunstancias variables. La otra defiende, por el contrario, que es el tipo de destreza perseguida lo que se debería variar desde el principio. Esta postura se apoya en nuevas teorías didácticas dadas a conocer como bosquejos ampliados de programas o teorías-esquema (SCHMIDT, 1975; 1976).

Sobre la problemática de la llamada "disponibilidad variable" de destrezas, vamos a exponer otro enfoque y tomar la siguiente hipótesis como punto de partida:

La disponibilidad efectiva de destrezas deportivo-motrices en las situaciones variables de resolución técnica de tareas se basa en dos capacidades: (1) en una ***capacidad de anticipación condicionada por la experiencia*** *y (2) en la* ***aptitud*** *estable* ***para hacer valer las destrezas automatizadas*** *frente a distorsiones externas e internas.*

En aquellas modalidades en las que sólo se dispone de unas fracciones de segundo, unas milésimas, para decidir la forma en que la situación dada en cada momento se ha de resolver técnicamente, como por ejemplo las de juego, lucha entre dos, descensos o saltos de esquí, eslálom de canoa y otras, nos veríamos frente a reacciones complicadas o de elección, en el sentido de las *teorías de reacción* habituales. Sin embargo, la praxis parece estar en contradicción con esto.

En el apartado 3.3.3.1 nos ocupamos muy detalladamente de la velocidad de reacción, y hemos comprobado, en el ejemplo del portero de balonmano, que la mejora de los *rendimientos de su velocidad de reacción* apenas se consigue con mejoras del flujo de información, sino sólo mediante un largo aprendizaje motriz y ejercicios de programas de movimiento. Esto viene en apoyo de la hipótesis, que acabamos de exponer, de que los rendimientos de adaptación técnica en el sentido de la "disponibilidad variable de destrezas deportivo-motrices" tienen como requisito previo unos *rendimientos de anticipación*. La anticipación se puede llevar tan lejos que la ejecución de "rendimientos de reacción" esté ya programada estructuralmente a través de *experiencias*. Se pueden distinguir dos formas (véase a este respecto RÜSSEL, 1976, 84 y ss.; MEINEL / SCHNABEL, 1987, 75 y ss.): en primer lugar, la *"anticipación de situación"* en la cual se prepara la acción sobre la base de percepciones analíticas de la situación y de experiencias, sin que la reacción –retrasada por el tiempo de reacción– tenga necesariamen-

te que producirse. En tales casos, los datos de la percepción y la experiencia están disponibles a partir de situaciones anteriores apropiadas, que permiten prever las condiciones espaciales y temporales. En segundo lugar, la *"anticipación de acción"* en la cual se reacciona con las acciones que han demostrado su éxito y su adecuación a la situación, en base a experiencias previas.

Se podrían encontrar múltiples ejemplos prácticos para fundamentar esta tesis de que la llamada disponibilidad variable de destrezas deportivo-motrices, sobre todo en el deporte de alto rendimiento, que es donde se aplican con éxito estas destrezas, tiene su origen en la capacidad de *anticipar* la situación y la solución técnica para su dominio, y también de *hacer valer* esta última frente a posibles resistencias. Mencionemos aquí el comentario de uno de los saltadores de esquí de la elite mundial, que hizo tras el campeonato del mundo de saltos celebrado en Holmenkollen en 1989. Cuando se le preguntó en la conferencia de prensa cómo había sido capaz de no "abrirse" ante las ráfagas de viento lateral que soplaban, respondió a los periodistas: "Uno no tiene otra alternativa que hacer valer su técnica, aun cuando haya habido que corregir el salto". Afirmaciones similares sobre este mismo fenómeno, el hacer valer la propia técnica, imponerla incluso, cuando parece imposible en una situación, las hemos escuchado en boca de destacados judokas, esquiadores de eslálom, jugadores de hockey, balonmano y voleibol entre otros. Aquí se pone de manifiesto que precisamente en las situaciones difíciles el deportista no se sirve de la aplicación variable, sino de la estabilidad de las técnicas.

La disponibilidad variable de las destrezas está condicionada fundamentalmente por la calidad y estabilidad de los programas que se hayan moldeado. Sólo en un segundo plano lo está por la propia situación variable, porque al final, en las situaciones imprevistas o sorprendentes, las destrezas que funcionan relativamente libres de distorsión son sólo aquellas que se basan en una buena calidad y automatización. Observaciones efectuadas en varias modalidades han demostrado que en las llamadas situaciones variables, particularmente bajo la presión del tiempo, incluso frente la posibilidad de reaccionar con diferentes destrezas ante la situación, los deportistas optan casi siempre por aquellas que dominan "como sonámbulos". Tales observaciones vienen a apoyar la tesis de que la calidad de la disponibilidad variable depende también de la estabilidad de los programas. El entrenamiento de aplicación de la técnica debe, por tanto, perseguir dos objetivos: (1) *anticipar soluciones técnicas óptimas* en situaciones variables y (2) ser capaz de *imponer* la técnica aún en condiciones difíciles. Ambas capacidades se basan en la recopilación continua y sistemática de experiencias correspondientes a la situación.

2.2.2.6 El entrenamiento de la técnica suplementario

Con el sistema suplementario del entrenamiento de la técnica se intenta abarcar conceptualmente una parte del entrenamiento de la técnica que se da en múltiples variantes en la praxis, pero que hasta ahora apenas se ha sistematizado. *El entrenamiento*

de la técnica suplementario comprende todas las medidas que moldean y completan el virtuosismo, la estabilidad y la coordinación de las técnicas específicas de la modalidad. Con algunos ejemplos prácticos vamos a dejar constancia de los tipos de entrenamiento suplementario que han demostrado su eficacia en la práctica:

1. ***Programas de perfeccionamiento***: Se utilizan en los casos en los que se requiere el dominio estable de una destreza decisiva para la técnica, en distintas condiciones, posibilidades de expresión, formas de aplicación, etc. Un ejemplo típico de programa de perfeccionamiento es el ya aludido de apoyo de manos en la gimnasia de aparatos (fig. 8).

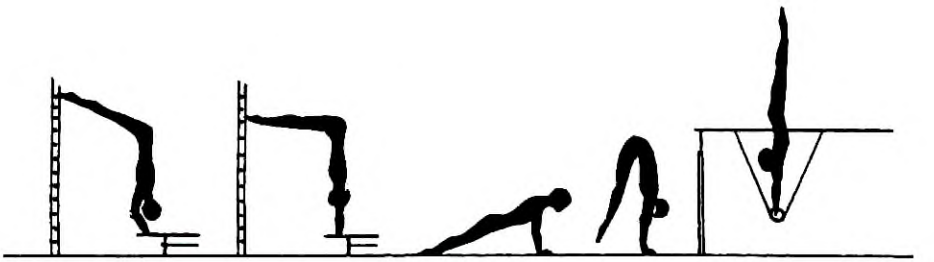


Figura 8: *Extractos del programa de apoyo de manos (según SCHMIDT et al., 1987, 26 y ss.).*

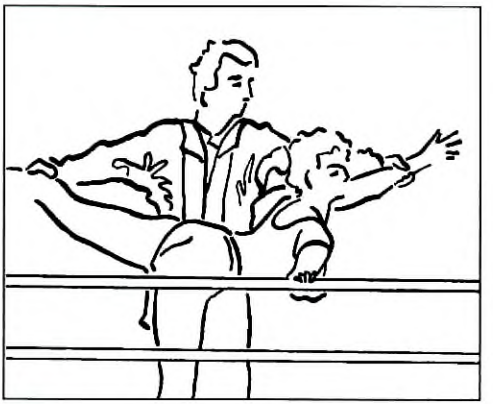


Figura 9: *Enseñanza de ballet para el patinaje artístico.*

2. ***Aprendizaje de danza y ballet***, que se ha impuesto como elemento imprescindible en las modalidades cuya ejecución técnica se basa en coreografías de movimientos expresivos (fig. 9).

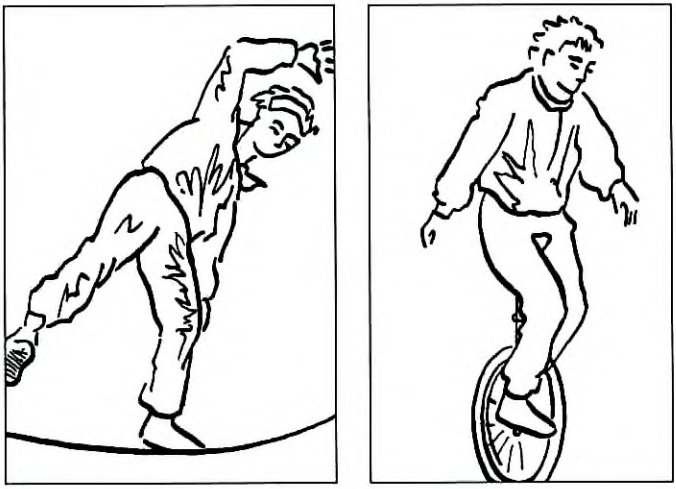


Figura 10: Ejemplo: entrenamiento del equilibrio según Armin Bittner.

3. Se ha de mencionar aquí también el ***trabajo de los puntos importantes de una capacidad coordinativa fundamental para la técnica***. Esta capacidad se ha de trabajar como suplemento al entrenamiento de la técnica sobre todo en los casos en los que una determinada capacidad coordinativa estabiliza la ejecución de una destreza en condiciones variables (fig. 10).
4. Hemos de aludir además al ***entrenamiento especial de la flexibilidad***. Pensamos aquí en modalidades como la gimnasia rítmica deportiva, el patinaje artístico, la gimnasia de aparatos, pero también la natación, las carreras de vallas y otras. Estas modalidades han desarrollado en parte programas de flexibilidad que precisan de un determinado movimiento eficaz de una articulación o de una amplitud inusitada de un movimiento (fig. 11).



Figura 11: Ejercicios del programa de movilidad de gimnastas (según SCHMIDT et al., 1987, 26 y ss.).

5 En el ***entrenamiento de la imitación*** transformamos un modelo en una forma de movimiento. Se aplica fundamentalmente en los casos en los que la adquisición de la técnica en sí haría necesario un sobreaprendizaje, pero el entrenamiento de la técnica complejo ha de realizarse con un gran despliegue organizativo o con un elevado riesgo, de modo que no permite las necesarias repeticiones que conducen a dicho sobreaprendizaje. Como ejemplo pueden servir el clavado en salto con pértiga, los ejercicios de colocación del arma que efectúan tiradores y biatletas, los ejercicios de despegue en el salto de esquí, etc.

No existe una modalidad poco exigente técnicamente que pueda renunciar a un entrenamiento suplementario. En este ámbito existe ya un bagaje de pruebas, métodos y experimentos, y se ha llegado a construir una serie de aparatos con los que es posible imitar técnicas como las del vuelo en el salto de esquí, la salida en una carrera de trineos o de bobsleigh, etc. A pesar de ello, se echa en falta en la mayoría de las modalidades una sistematización de este imprescindible entrenamiento técnico suplementario.

Sobre el complejo asunto de la ***sistematización del entrenamiento de la técnica*** podemos quedarnos con lo siguiente a modo de resumen:

El aprendizaje de una técnica en circunstancias biomecánicas óptimas y su optimización con vistas a obtener estabilidad, virtuosismo y aplicación variable requieren, en nuestra opinión, una sistematización del entrenamiento de la técnica diferenciando entre *aprendizaje de los movimientos, entrenamiento de la adquisición y la aplicación de la técnica* y *entrenamiento de la técnica suplementario.*

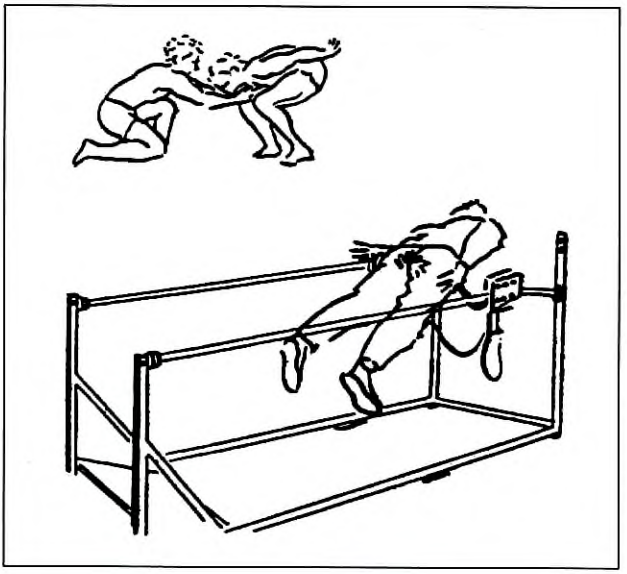


Figura 12: *Entrenamiento de la imitación en el salto de esquí (trampolín y fase de vuelo).*

La *adquisición de la técnica*, entendida como optimización mediante repetición insistente en circunstancias biomecánicas óptimas, ha de realizarse sólo si el entrenamiento puede llevarse a cabo en condiciones casi idénticas. Esto ha de producir un alto grado de estabilidad en las técnicas.

El *entrenamiento de la aplicación de la técnica*, por el contrario, ha de desarrollar la capacidad de hacer valer las técnicas estables en las condiciones variables de cada modalidad. Ha de conducir a un acopio de experiencias múltiples.

La orientación hacia diferentes objetivos, el primero la optimización de destrezas y el segundo el aprendizaje de su disponibilidad variable, es la diferencia básica entre ambos tipos de entrenamiento, con sus diferentes métodos.

En modalidades con un alto componente técnico no basta sólo con el entrenamiento de la técnica para la adquisición, la estabilización y el virtuosismo de ésta. Ha de ser completado con determinados programas de perfeccionamiento, entrenamiento de la imitación y entrenamiento específico coordinativo, entre otros. Este *entrenamiento de la técnica suplementario* se confía aún frecuentemente al hallazgo casual, a la ocurrencia individual, y se deja sin una sistematización programada en la mayoría de las modalidades deportivas.

2.3 El entrenamiento de las capacidades coordinativas

2.3.1 Concepto e importancia

El entrenamiento de las capacidades coordinativas no tiene una valoración unánime en el ámbito de la práctica del entrenamiento, pues la exigencia de estas capacidades es variable. Cuando los *sprinters* hablan de carreras de coordinación, se refieren a carreras que proporcionan una coordinación intermuscular e intramuscular, esto es, regulan la acción de los músculos agonistas y antagonistas, así como el reclutamiento de las fibras musculares a nivel de la médula espinal (apartado 3.3.3.3). En el entrenamiento infantil el trabajo de las capacidades coordinativas tiene otra relevancia: aquí es necesario desarrollar múltiples movimientos con independencia de la modalidad de que se trate, capacidad para aprender rápidamente los movimientos y para adecuarlos a las situaciones, agilidad de movimientos, habilidad, velocidad de reacción. Así se podrían citar varios ejemplos de la noción práctica de las capacidades coordinativas. Para la fijación del concepto nos sirven de orientación los trabajos de HIRTZ (1985, 17):

DEFINICIÓN:
Las **capacidades coordinativas** son cualidades de la realización de procesos específicos y situacionales de la ejecución motriz, basadas en experiencias motrices.

Son, por ello, requisitos del rendimiento para dominar tareas particularmente coordinativas y se desarrollan sobre la base de mecanismos funcionales del sistema nervioso central. Por esta razón su eficacia e incidencia se muestran particularmente al aprender las destrezas deportivo-motrices, al disponer de ellas en situaciones variables y al transformar las posibilidades energéticas y de condición física en rendimientos de destreza.

Su aportación específica al rendimiento deportivo es difícil de "medir" y comprobar. No obstante, hemos de suponer que un comportamiento motor eficaz y adaptado a la situación se apoya, muy probablemente, en las experiencias y capacidades de rendimiento coordinativas generales. En la praxis del entrenamiento, el entrenamiento de las capacidades coordinativas se presenta con los siguientes *referencias* y *contenidos*:

— En el *entrenamiento infantil*, como oferta motriz múltiple y complementaria junto a la modalidad específica.
— Como *entrenamiento técnico suplementario*; aquí se practica sobre todo la capacidad coordinativa que controla la estabilización y la disponibilidad variable, como se ha podido ver en el ejemplo del ejercicio de equilibrio para el esquí alpino (apartado 2.2.2.6).
— Como la *práctica de otra modalidad* junto a la disciplina propia; por ejemplo, cuando los saltadores de esquí juegan sistemáticamente al voleibol, saltan desde el trampolín, etc.

También hay que destacar que en el entrenamiento se practica el trabajo de capacidades coordinativas con contenidos no específicos de una modalidad, orientados al equilibrio, la reacción, el ritmo, etc.

2.3.2 Sobre el modelo de coordinación motriz

En todos los *esquemas modelo de coordinación motriz* aparece la idea básica de que los programas de coordinación almacenados en la memoria participan en la realización de secuencias motrices. Además, ha encontrado general aceptación el punto de vista según el cual las coordinaciones dirigidas hacia un objetivo se basan en informaciones sensoriales retroactivas. Una regulación independiente de la retroalimentación se sigue aún aceptando en el caso de movimientos extremadamente rápidos (balísticos). Según ROTH (1987, 192 y s.), la coordinación motriz se suele representar actualmente mediante modelos de circuito regulador, orientados según la retroalimentación y los errores y denominados teorías de bucle cerrado o de control.

Los procesos parciales más importantes de estas teorías de la coordinación motriz son:

— La preparación de información a cargo de los sentidos, y su recepción; estos procesos aportan orientación y motivación.
— La programación de la secuencia motriz y la previsión de los resultados (antici-

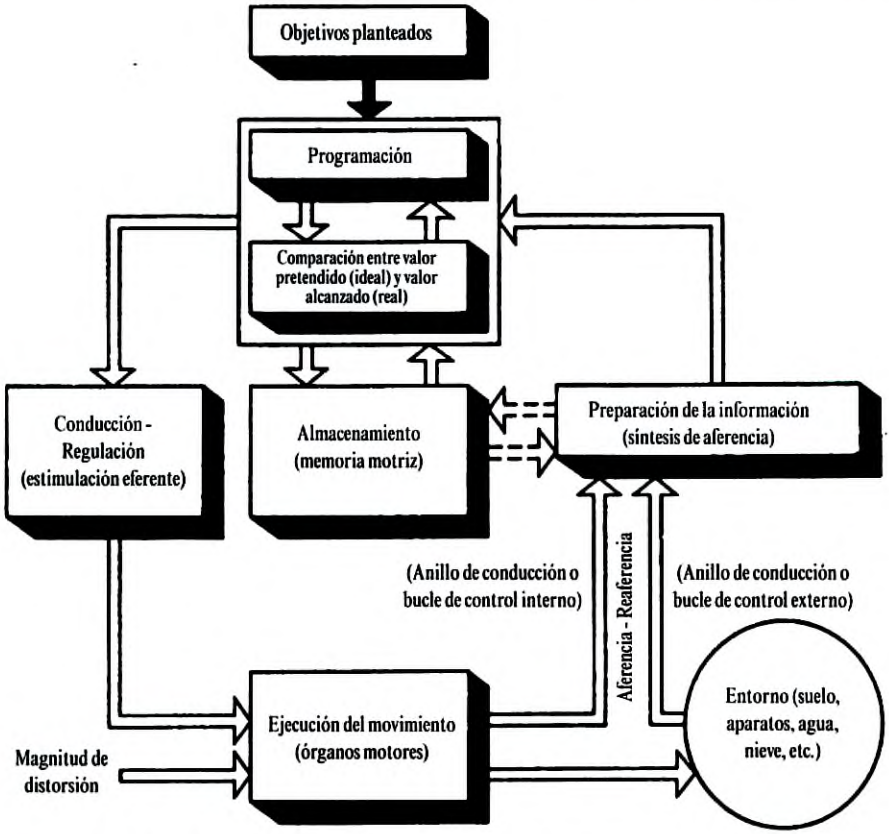


Figura 13: *Modelo de la coordinación motriz (MEINEL / SCHNABEL, 1987, 66).*

pación), basándose en los objetivos de la acción, en la información sensorial sobre la situación de partida y en la evaluación de la memoria motriz.
— La transmisión de los estímulos conductores a los musculos (inervación).
— La realización de los movimientos a cargo del aparato locomotor, con la acción conjunta de fuerzas musculares y externas.
— La información retroactiva *(feedback)* constante sobre la secuencia motriz.
— La comparación de la información retroactiva con el objetivo y el programa previstos (comparación entre lo pretendido y lo conseguido).
— La transmisión de impulsos normativos (órdenes de corrección a los músculos) (ROTH 1987, 192 y s.).

En el apartado 2.4 se describe la forma en que estas relaciones se analizan desde el punto de vista neurofisiológico.

2.3.3 Las capacidades coordinativas

Las capacidades coordinativas han surgido, durante la investigación de la motricidad, como distinciones dentro de un *complejo estructural* que desde hace tiempo se designa en metodología del entrenamiento con el concepto de *agilidad*. Sin embargo, desde mediados de los años 60 se intenta estructurar este ámbito con la ayuda de procedimientos científicos. Así, en la praxis deportiva han cobrado importancia las distinciones de HIRTZ (1977/1985), MEINEL / SCHNABEL (1987) y HARRE. Según HIRTZ (1985, 17 y ss.), las capacidades coordinativas tienen su plasmación en *programas motores*, de *velocidad*, de *forma de aprendizaje* de las destrezas motrices o técnicas deportivas, así como en la *aplicación adecuada a la situación*. Este autor distingue cinco capacidades coordinativas: (1) La ***capacidad de diferenciación cinestésica*** por la que los movimientos se distinguen y gradúan con detalle, sobre la base, principalmente, de informaciones cinestésicas provenientes de músculos y tendones. (2) La ***capacidad de orientación en el espacio*** que se fundamenta en observaciones y elaboración de informaciones, sobre todo ópticas, con vistas a la coordinación de movimientos de orientación en el espacio. (3) La ***capacidad de equilibrio*** que consiste en el mantenimiento y la restauración del equilibrio en situaciones cambiantes y la resolución de tareas motrices en condiciones de equilibrio inseguras. (4) La ***capacidad de reacción compleja*** que abarca preparativos y realización oportunos de acciones motrices breves, respondiendo a diferentes señales. (5) La ***capacidad rítmica*** que designa la comprensión, almacenamiento y representación de estructuras dinámico-temporales, ya sean suministradas con anterioridad o contenidas en el movimiento mismo.

HARRE (1986, 187 y ss.) considera la distinción y la importancia relativa de las capacidades coordinativas más en relación con el entrenamiento deportivo y, sobre todo, con la optimización de la enseñanza de destrezas deportivo-motrices. Dado que varias modalidades adoptan la distinción establecida por HARRE en el marco de su entrenamiento especial de coordinación, expondremos aquí también este modelo. Divide la coordinación en siete capacidades coordinativas: (1) La ***capacidad de acoplamiento*** es la capacidad para coordinar movimientos de partes del cuerpo, movimientos aislados y operaciones para formar un solo movimiento global dirigido a un objetivo. (2) La ***capacidad de orientación*** determina los cambios de situación del cuerpo en el espacio y el tiempo, y es por ello la capacidad de anticipación y de conducción del movimiento que contribuye a la orientación espacio-temporal. (3) La ***capacidad de parametrización*** posibilita una armonización refinada de fases aisladas de un movimiento y distingue con precisión parámetros de fuerza, espacio y tiempo dentro de la realización del movimiento. (4) La ***capacidad de equilibrio*** permite conservar y recuperar formas de los equilibrios estático y dinámico durante y después de la realización de los movimientos. (5) La ***capacidad de reacción*** es la capacidad para reaccionar ante ciertas señales en el momento más oportuno y con una velocidad adecuada a la tarea en cuestión (apartado 3.3.3.1). (6) La ***capacidad de transformación*** sienta las bases para, en caso de cambios en la situación, adecuar el programa de actuación a las nuevas circunstancias. (7) La

capacidad de ritmización permite adecuar movimientos de dentro y de fuera a ritmos preestablecidos. Esta propuesta se puede considerar complementaria del modelo de HIRTZ.

A pesar de los múltiples esfuerzos de la comunidad científica y las propuestas de modelos, no existe aún una diferenciación ni siquiera aproximada de capacidades aisladas, como ocurre en el caso de la condición física. La afirmación de MATTAUSCH (1973), formulada ya hace años, de que la exploración científica de los componentes del rendimiento coordinativo se halla aún en sus comienzos, sigue teniendo validez hoy a pesar de trabajos como los de HIRTZ y sus colaboradores. Resumiendo, y con palabras de FREY (1977), se puede decir que *las capacidades coordinativas abarcan la posibilidad de aprender movimientos con relativa rapidez y de dominar con seguridad y eficacia tareas motrices en situaciones tanto previsibles como imprevisibles.*

2.3.4 La obtención de un nivel de capacidades coordinativas general y de aplicación múltiple

Para obtener un nivel de capacidades coordinativas general y de aplicación múltiple suele acudirse al ***modelo de clasificación de contenidos*** de HIRTZ (1985). Desde la perspectiva metodológica, las capacidades coordinativas sólo pueden ser perfeccionadas mediante *formas de ejercicio coordinativamente exigentes*. Formas de ejercicio coordinativamente exigentes son, en primer lugar, nuevas e inusuales, y en segundo lugar, complicadas, difíciles y penosas; finalmente, las secuencias motrices que se complican mediante variaciones y/o combinaciones. Así, los juegos deportivos sobre todo disponen de muchas posibilidades para mejorar las capacidades coordinativas (HIRTZ, 1985, 73). *Para todas las modalidades individuales, por tanto, una práctica técnicamente exigente de juegos deportivos significa también el moldeado extenso de un nivel "complejo" de las capacidades coordinativas*, pues los métodos más importantes para el entrenamiento de las capacidades coordinativas son las *variaciones del ejercicio* y las *variaciones en la ejecución del movimiento* y *en las condiciones del ejercicio* (apartado 2.2.2.5). Estas exigencias metodológicas son, por principio, inmanentes en los juegos deportivos. Sin embargo, también se puede desarrollar selectivamente un nivel general y de aplicación múltiple. Esto tiene importancia fundamentalmente en el ***entrenamiento infantil***, donde se enseña, junto a los *movimientos específicos de las modalidades*, la deseada multilateralidad y adaptabilidad. Aquí hace falta trabajar sistemáticamente las cinco capacidades coordinativas que HIRTZ distingue en su clasificación:

La ***capacidad de diferenciación*** mediante *tareas de diferenciación*, para cuya resolución eficaz se trata de distinguir y elaborar informaciones acerca de los rasgos espaciales y temporales de los propios movimientos, y acerca del grado de tensión y relajación de la musculatura. Las tareas de diferenciación tienen, por tanto, una estrecha vinculación con las de orientación. Por otra parte, deben ser ejecutadas con gran exactitud de movimientos. Ejemplos:

— Lanzamientos a un blanco con distintos aparatos y formas de tiro.
— Saltos con intenciones determinadas, de diferentes formas, en distintas zonas, con alturas y amplitudes cambiantes, sin tomar impulso y tomándolo a diferentes ritmos.
— Ejercicios de tensión y relajación.
— Carreras con cambios de ritmo precisos, etc.

La ***capacidad de orientación*** se enseña mediante *tareas de orientación*, con las cuales se ha de concebir la situación y posición del cuerpo en el espacio, junto con las condiciones espaciales de los conductores del juego, los contrarios y los aparatos. Junto a los juegos deportivos, la capacidad de orientación se enseña sobre todo mediante "juegos infantiles". Como ejemplos pueden servir el frontón, el piocampo, la piña, el mallo, y equivalentes. Las tareas de orientación están íntimamente ligadas a las de diferenciación.

La ***capacidad de equilibrio*** se enseña mediante *tareas de equilibrio*, con las cuales se trabaja la conservación o la recuperación de éste. Ejemplos de ellas son:

— Movimientos de giro, saltos con giro.
— Ejercicios sobre el banco sueco o la barra de equilibrio.
— Movimientos de giro desde un minitrampolín cayendo sobre suelo blando

La ***capacidad de reacción*** se enseña mediante *tareas de reacción*, con las cuales se aprende a reaccionar ante señales ópticas, acústicas y ante objetos en movimiento. Con estas tareas es importante variar constantemente la emisión de señales en relación con el momento de su aparición.

La ***capacidad de ritmo*** se enseña mediante *tareas de ritmo*, con las cuales se ha de trabajar la secuenciación dinámico-temporal de ritmos de movimiento preestablecidos. Sirvan como ejemplo:

— Ritmos de carrera y de salto.
— Diversos ritmos al driblar, botar, lanzar y atrapar.
— Combinaciones de gimnasia y baile, etc.

2.3.5 El trabajo de las capacidades coordinativas como un entrenamiento de la técnica suplementario

Un componente esencial del entrenamiento técnico suplementario (apartado 2.2.2.6) es, entre otros, *el moldeado de rendimientos de coordinación especiales, propios de la modalidad.*

Cuando los contenidos del entrenamiento están determinados por el aprendizaje y el desarrollo de las destrezas deportivo-motrices, SCHRAMM (1987, 267 y ss.) no destaca como componente específico del entrenamiento el trabajo de las capacidades coordinativas; ello se debe al desarrollo paralelo de las destrezas deportivo-motrices y las capacidades coordinativas. Este autor concibe las relaciones entre técnica deportiva

y capacidades coordinativas de la siguiente manera. En la fase en la que el entrenamiento técnico consiste aún en el aprendizaje y desarrollo continuos de destrezas deportivo-motrices generales y específicas, las destrezas y las capacidades coordinativas evolucionan básicamente en paralelo, de modo que estas últimas no habrían de recibir una atención especial en el entrenamiento. Sólo a partir del dominio de las técnicas y sus aplicaciones variables y situacionales se efectúa un pulido particular de aquellos detalles de la coordinación que puedan influir en el rendimiento. Estos detalles son considerados "entrenamiento técnico suplementario" y, por tanto, contenido independiente del entrenamiento. Un ejemplo de esta concepción es el trabajo específico del equilibrio en el esquí alpino, que hemos descrito en el apartado 2.2.2.6.

Para el entrenamiento de natación esto quiere decir lo siguiente, según SCHRAMM (1987, 268). Por trabajo de las capacidades coordinativas se entiende "la optimización insistente de coordinaciones motrices relevantes para el rendimiento", basada en patrones complejos ya dominados de las técnicas de natación.

También nosotros pensamos que el trabajo de las capacidades coordinativas es un componente integrador del sistema global del entrenamiento técnico, uno más junto a los otros componentes, el *entrenamiento de la adquisición de la técnica*, el *entrenamiento de la aplicación de la técnica* y el *entrenamiento de la técnica suplementario*. Aun así, es tarea del ***entrenamiento de la técnica suplementario*** pulir insistentemente las capacidades coordinativas relevantes para el rendimiento, con vistas a asegurar la *estabilidad*, el *virtuosismo* y la *aplicación variable* de las técnicas *según la situación*. Vamos a mostrar, en dos ejemplos específicos de dos modalidades, la forma de trabajar las capacidades coordinativas en el marco del entrenamiento de la técnica suplementario.

❶ Ejemplo 1: ***Natación***

Seguimos en este ejemplo a SCHRAMM (1987, 279 y s.): en primer lugar, hay que hacer constar que no existe un método en particular para el trabajo de las capacidades coordinativas. Rigen aquí los mismos principios metodológicos que en el aprendizaje motriz y el entrenamiento de la técnica.

Los contenidos para el trabajo de las capacidades *coordinativas generales* son, entre otros:

— Natación con obstáculos.
— Tramos de buceo con cambio de dirección.
— Manejar pelotas de waterpolo.
— Jugar al waterpolo.

Los contenidos para el trabajo de las capacidades *coordinativas especiales* y las *particularidades coordinativas* son, entre otros:

— Natación en series con cambios frecuentes de dirección intercalados.
— Combinaciones de movimientos de brazos y piernas de diversas técnicas natatorias.
— Cambio del número de movimientos de piernas por cada ciclo de los brazos.

— Rodar, girar en torno al eje longitudinal, giros libres en el agua.
— Natación con una frecuencia de movimientos preestablecida.
— Modificación de la frecuencia de movimientos sin alterar la velocidad.
— Modificación de la velocidad sin alterar la frecuencia de movimientos, etc.

❷ Ejemplo 2: ***Gimnasia de aparatos***

Este ejemplo de SCHMITT (1987, 37 y ss.) se obtiene aplicando consecuentemente las diferenciaciones que establece HARRE entre las capacidades coordinativas. En él se hace hincapié, sobre todo, en la capacidad de acoplamiento, equilibrio estático y diferenciación.

La *capacidad de acoplamiento* es un componente habitual al entrenar elementos de enlace. Sin embargo, en el entrenamiento de los principiantes hay que resolver tareas de ejercicios gimnásticos para potenciar esta capacidad en particular, como, por ejemplo:

— Movimientos idénticos y simultáneos de los brazos o de brazos y piernas juntos.
— Combinaciones de movimientos idénticos y simultáneos de los brazos con movimientos diferentes de las piernas.
— Saltar de una forma de movimiento a la otra a través de una sucesión de movimientos desiguales de tronco, brazos y piernas.

El trabajo específico de la *capacidad de diferenciación* debe dar como resultado que los gimnastas sean capaces de adoptar, con gran exactitud y tensión muscular idónea, los ángulos y posiciones corporales requeridos. Esto ha de conseguirse mediante el control óptico de los propios deportistas y la percepción consciente de sensaciones de tensión muscular en determinadas posiciones y ángulos.

Al trabajar la *capacidad de equilibrio estático* es necesario compensar las desviaciones del punto de equilibrio estático en la posición de plancha o sobre las manos (véase el programa de apoyo de manos, apartado 2.2.2.6); así, por ejemplo, esta última posición se practica con distintas posturas de la cabeza, en aparatos colocados de distintas formas, en varios aparatos de diferente estabilidad, con múltiples giros, etc.

Como resumen, se puede formular la siguiente regla:

En el entrenamiento de elite se ejecuta el trabajo de las capacidades coordinativas fundamentalmente como entrenamiento de la técnica suplementario. Éste contribuye a la estabilización y a la disponibilidad en grado de virtuosismo de las destrezas específicas de la modalidad.

2.4 Modelos de explicación científica para la motricidad

La *motricidad* comprende la totalidad de las estructuras y funciones de dirección que producen los *movimientos*. Se basa en funciones y estructuras de determinados ám-

bitos parciales del ***sistema nervioso central*** (SNC). Para la comprensión de los procesos motores, y siguiendo a SCHMIDT (1977, 180 y ss.), damos primero una visión de conjunto sobre los centros motores del SNC desde una perspectiva neurofisiológica. Creemos que para la comprensión de los efectos y de los métodos del entrenamiento técnico se necesita una serie de conocimientos sobre la acción conjunta de los centros motores.

2.4.1 Centros motores supraespinales

Por encima de la médula espinal (en posición supraespinal) se encuentran los siguientes centros motores: el córtex motor en la corteza cerebral, los ganglios basales y el cerebelo y el bulbo raquídeo. Las flechas de la fig. 14 reproducen de forma esquemática el flujo de información entre estos centros. El córtex motor ocupa una posición clave en el proceso de dirección del movimiento. Conecta con los centros motores de la médula espinal, a través del bulbo raquídeo y de una vía directa (tracto corticoespinal). El córtex motor es la última estación supraespinal para trasformar en programas motores las acciones motrices inducidas en el córtex asociativo. Con él comienza la cadena de estructuras de dirección que se encargan de la ejecución del movimiento.

El bulbo raquídeo contiene sólo algunas áreas nucleares menores con función motriz. Los ***ganglios basales*** se encuentran en las inmediaciones del *tálamo*, que es la formación nuclear sensible más importante del encéfalo, y está vinculado con varios núcleos en el sistema motor. Los ganglios basales son un importante elemento de unión entre el córtex motor y la corteza cerebral en su conjunto. Su misión consiste en colaborar en las transformaciones de los planes de acción, que parten del córtex asociativo, en los correspondientes programas motores. Los ganglios basales parecen ser responsables de los preparativos y la realización de movimientos más lentos. El ***cerebelo*** es un centro del mismo rango que estos ganglios. Las eferencias del núcleo del cerebelo influyen, por un lado, sobre el córtex motor a través del tálamo y, por otro, directamente sobre los centros motores del bulbo. El cerebelo es además responsable de la programación de los movimientos rápidos y su corrección. La *motricidad espinal* se describe en el apartado 3.3.3.3.

2.4.2 La acción conjunta de cerebro y cerebelo

Desde una perspectiva neurofisiológica, en los ejercicios de movimiento el encéfalo configura *modelos de señal* que son enviados a los *musculos* a través de las *vías de trasmisión* del sistema nervioso. Los músculos producen fuerza, que determina los movimientos de los miembros y de la totalidad del cuerpo a través del *aparato locomotor pasivo*. Al mismo tiempo, el cerebro recibe informaciones retroactivas (retroalimentación) acerca del resultado de estos modelos de señal que él ha enviado. En una primera aproximación, se puede clasificar las áreas del encéfalo en tres campos funcionales: el

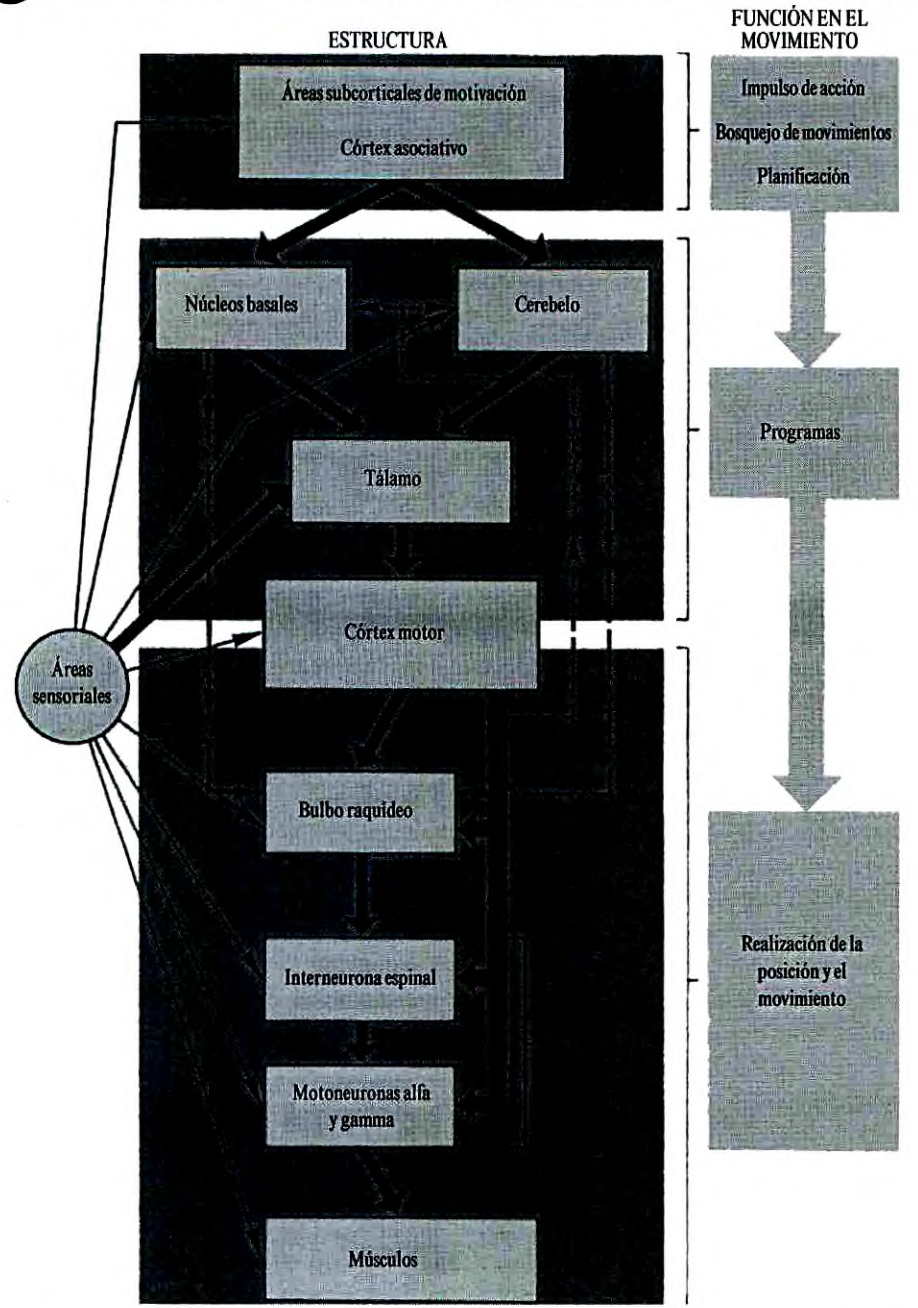


Figura 14: *Diagrama de bloques de los centros motores supraespinales y espinales con un resumen de los flujos sensoriales (SCHMIDT, 1977, 181).*

órgano del pensamiento (cerebro), el de los *impulsos* y la *sensibilidad*, y el del *movimiento* (LEHNERTZ, 1986b, 28; 1990b, 123).

A partir de estas denominaciones podemos darnos cuenta del tipo de tareas que se considera más importante en cada una de las zonas del encéfalo. En el próximo apartado describimos las funciones del *cerebelo*, una parte esencial del *órgano del movimiento*, sobre todo como almacenador de destrezas. Allí se explica por qué los rendimientos deportivos sólo son posibles si se dispone de un cierto volumen de destrezas deportivo-motrices en el cerebelo. Pero esto es sólo *un* requisito mínimo para el rendimiento, pues, visto en su conjunto, cada movimiento intencionado es un rendimiento coordinativo global del SNC, en el cual el cerebro se tiene que servir necesariamente de las unidades subordinadas del SNC. Así pues, rigen los siguientes principios básicos: (1) Cada movimiento intencionado es un *rendimiento coordinativo global del SNC* bajo la dirección del cerebro. (2) Las representaciones motrices del cerebro sólo se pueden transformar en movimientos reales mediante la *colaboración de las unidades subordinadas del SNC*.

2.4.2.1 El cerebro como centro de dirección

Cuando ejecutamos un movimiento deportivo no nos es posible pensar en todas las unidades motrices que participan en él. Dada la escasa capacidad del órgano del pensamiento (cerebro) para los procesos de la conciencia, sólo se puede dirigir la atención a un número muy limitado de detalles simultáneos de una acción deportiva. Por ejemplo, los jugadores de tenis son conscientes de que quieren enviar un golpe de revés a la línea de fondo. Pero el cerebro –que regula los procesos conscientes– no tiene presente lo que ocurre en el cuerpo para la obtención del resultado. Y, sin embargo, en jugadores muy ejercitados, y gracias a las destrezas acumuladas en el cerebelo, el movimiento transcurre sin errores, todos los músculos trabajan coordinados (LEHNERTZ, 1990b, 124).

El órgano del movimiento –sobre todo el *cerebelo* en los movimientos rápidos– es el responsable del trabajo muscular de precisión a la hora de conducir el movimiento. Ampliando el contenido de la figura 15 se puede describir el proceso de la conducción del movimiento de la forma siguiente: La decisión de efectuar un movimiento surge en las áreas asociativas del cerebro (1). Éste contiene la información sobre las partes del cuerpo que habrán de ejecutar el movimiento. Esta decisión se transmite a las llamadas áreas motrices (córtex motor) (2), que poseen neuronas específicas de cada grupo muscular. Estas neuronas comunican ahora a los músculos que mueven las piernas, los pies, los brazos, las manos, etc. la orden de producir fuerza (3). No obstante, si esta orden fuera el único factor determinante, el movimiento transcurriría muy tosca e insuficientemente coordinado, y esta imprecisión se acentuaría aún más a causa de los impulsos de acción procedentes del diencéfalo –una parte del órgano de los impulsos y la sensibilidad (tálamo)– (5). Al mismo tiempo, la orden en bruto entra en el cerebelo a través de conexiones transversales (6). Allí están almacenados programas para todos

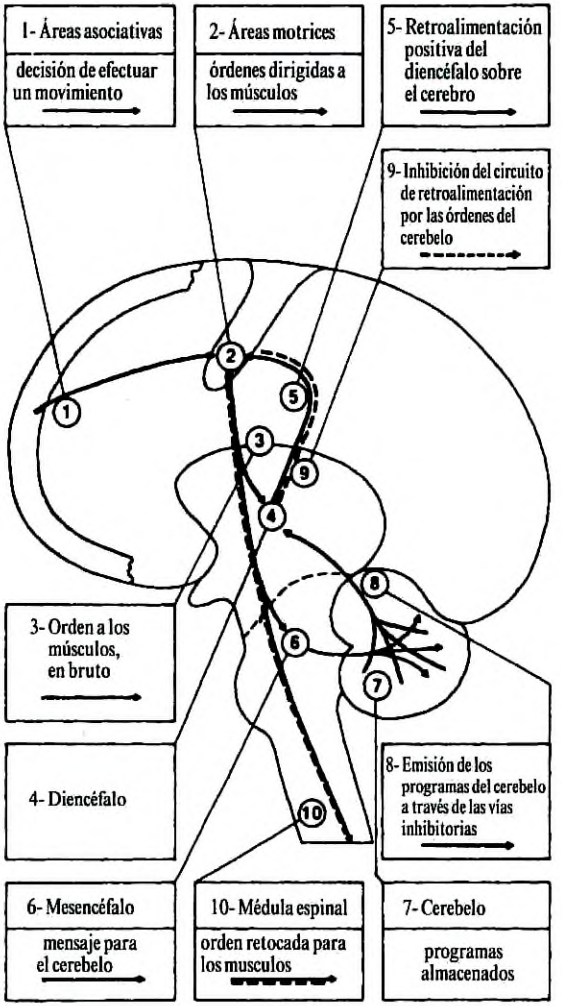


Figura 15: *Interacción de cerebro y cerebelo en la coordinación de movimientos (MIRAM / SCHARF, 1981 según ECCLES, 1979).*

los movimientos ejercitados, así como las informaciones para la coordinación precisa del trabajo muscular (7). Sobre la base de estos programas de destreza motriz, el cerebelo amortigua con señales inhibidoras los impulsos que recorren el circuito de retroalimentación (8), y lo hace de tal modo que las neuronas de las áreas motrices sólo emiten órdenes que se corresponden exactamente con el movimiento previsto (9). La orden, modelada así por el cerebelo, discurre hacia los músculos de los órganos involucrados, a través de la médula espinal (10), y es la causa de que los músculos produzcan fuerza en mutua armonía, esto es, coordinados.

Este proceso se puede resumir de la forma siguiente: La resolución de tareas deportivo-motrices tiene lugar bajo el control del cerebro, sobre la base de los programas de destrezas almacenados en el cerebelo. La precisión de estos programas, muy variable, depende de lo amplia e intensamente que se haya entrenado un movimiento. Los deportistas de elite tienen, para las formas de movimiento principales de su modalidad, unos programas en el cerebelo que trabajan con suma exactitud y fiabilidad, y que han sido adquiridos durante largos años de entrenamiento técnico. Son la herramienta más importante para el éxito de todo deportista. Sin embargo, en la elite del rendimiento ni siquiera la técnica más brillante es suficiente, y los escogidos han de ser capaces, además, de aplicar de forma óptima sus capacidades técnicas (LEHNERTZ, 1990b, 127).

Ocurre a menudo que los deportistas que ganan una competición, sobre todo en las modalidades de lucha y juego, han sabido extraer de las situaciones más inesperadas una ventaja. Para el dominio de situaciones de competición inesperadas, sorprendentes e incluso desconocidas, es asimismo indispensable la colaboración entre cerebro y cerebelo. En cualquier caso, se da tanto más importancia a la capacidad de rendimiento del cerebro cuanto más sorprendente es la situación y menos han sido entrenados los movimientos necesarios para dominarla. El cerebro, en estos casos, no sólo tiene que extraer del cerebelo los correspondientes programas, sino también, en un primer momento, reconocer la situación y elegir, entre las posibles alternativas de acción, la que más éxito prometa. Es evidente, también, que las premisas sobre el objetivo pueden variar durante la "fase de pensamiento" que prepara la acción. Por ello ocurre frecuentemente que los procesos de decisión no han concluido aún cuando una acción de movimiento ha sido ya puesta en marcha. En un partido de tenis, por ejemplo, los jugadores pueden decidir aún el sitio donde van a enviar la pelota mientras corren hacia ella. En estos casos se hace visible la proporción en que interviene el cerebro para coordinar los distintos movimientos deportivos.

2.4.2.2 El cerebelo como almacenador de destrezas

La capacidad para coordinar movimientos voluntarios y adecuados a la situación es el resultado de ***procesos de aprendizaje*** que producen modificaciones estructurales en el SNC. El resultado de las modificaciones neuronales producidas por el aprendizaje y el ejercicio lo denominan los psicólogos, genéricamente, *memoria*, y, referido específicamente a las experiencias motrices, *memoria motriz* (LEHNERTZ, 1986a, 5). En el ámbito de la neurofisiología se suele describir las huellas de la memoria con la ayuda de un *esquema de engrama*, al que ya nos hemos referido en el apartado 2.2.2.4, cuando introducíamos el concepto de entrenamiento de la adquisición de la técnica, y que habrá de ser descrito aquí con más detalle.

En un esbozo muy simplificado, y desde el punto de vista *psicológico*, una tarea de movimiento está resuelta cuando, después de percibir una situación que incita al movimiento y los procesos de motivación ligados a ella, tiene lugar una actividad motriz. El éxito de una acción, sobre todo tratándose de movimientos rápidos, depende de la me-

dida en que las partes de una secuencia motriz transcurran sin participación de la conciencia –*automáticamente*, en cierto modo–. Por ello, los *automatismos motores* (destrezas) que contribuyen a la resolución de tareas deportivas han de estar disponibles, y sus programas arraigados en el "subconsciente".

Hemos de admitir como algo sumamente probable que los programas que controlan los movimientos rápidos están almacenados en el cerebelo. El ***cerebelo*** es un órgano inserto en muchos *sistemas de retroalimentación*, y por ello puede controlar los programas sensomotores. En los intentos de aprendizaje de nuevas técnicas motrices, los impulsos discurren partiendo de los centros motores del cerebro, jerárquicamente superiores al cerebelo, hacia las motoneuronas de la médula espinal, para resolver la tarea planteada. La ejecución del movimiento se envía al cerebelo en un proceso retroactivo, a través de los canales de los órganos sensoriales, y en caso de que se produzcan fallos de programación, el cerebelo interviene para mejorar el rendimiento. Este mecanismo llega muy tarde cuando se trata de movimientos rápidos y no es suficiente para explicar la función del cerebelo en movimientos rápidos y exactos (LEHNERTZ, 1990b, 127).

En la *coordinación* de movimientos rápidos y orientados a un objetivo, el cerebelo participa ya en la *programación*, para lo cual está capacitado por las experiencias acumuladas durante los procesos de aprendizaje y entrenamiento. Cuando se trata de movimientos dominados, las neuronas del cerebelo se descargan ya antes de comenzar éstos y participan en el modelado del *programa final*. Así, cuando ha surgido en el cerebro la decisión de ejecutar el movimiento, se produce un intercambio de información extraordinariamente rápido y fiable entre cerebro y cerebelo. El cerebro no puede poner en marcha ninguna acción sin que el cerebelo esté inmediatamente al corriente. No hay ninguna duda de que el cerebro es el centro emisor de órdenes, pero todas las instrucciones que dispara hacia las motoneuronas de la médula espinal se introducen inmediatamente en la maquinaria informática de la corteza del cerebelo. Se suele aceptar que la *información entrante* es elaborada en la corteza del cerebelo, utilizando sus *almacenadores de memoria*, y, tras una nueva elaboración en el núcleo del cerebelo, es devuelta a las mismas zonas motrices del cerebro (ECCLES, 1979, 168).

La mayor parte de los especialistas en neurofisiología acepta en la actualidad que las actividades neuronales intensas dejan rastros en el SNC, que se reflejan sobre todo en los llamados *engramas dinámicos*. Con este concepto se designa una organización neuronal en el encéfalo basada en un modelo específico de transmisiones de impulsos, que sigue funcionando en un plazo de horas y que sólo existe por obra de este proceso estructurado y duradero. Se acepta generalmente que las sinapsis participantes en la formación de modelos de impulso durante el tiempo de actividad del engrama son particularmente sensibles a estimulaciones sucesivas. Para el aprendizaje de destrezas motrices técnico-deportivas, es importante que se estabilice un modelo de movimientos considerado como correcto, en consecuencia digno de ser almacenado, y por ello el siguiente ensayo ha de tener lugar antes de que el engrama dinámico se desconecte. Es entonces cuando el modelo de impulso nervioso se optimiza mediante las modificaciones duraderas de las sinapsis participantes y se convierte en un engrama permanente, o

bien, expresado en términos psicológicos, en un patrimonio motor de la memoria. El patrimonio deportivo-motor de la memoria, a su vez, coincide exactamente con el repertorio técnico-deportivo (LEHNERTZ, 1986a; 1990b, 132).

Más adelante habremos de volver sobre este conjunto de circunstancias en relación con una serie de problemas metodológicos.

2.5 Métodos en el entrenamiento de la técnica

2.5.1 Un esquema metodológico general sobre la adquisición de la técnica

Cuando al principio de este capítulo indicamos que para elaborar los contenidos del entrenamiento de la técnica la ciencia del entrenamiento se apoyaba principalmente en teorías del aprendizaje motor, la afirmación era particularmente válida para los métodos de entrenamiento técnico. En la mayoría de los autores (MARTIN, 1977; LETZELTER, 1978; WEINECK, 1980; HARRE, 1986; GROSSER / NEUMAIER, 1982, entre otros) estos métodos se apoyan en teorías del *aprendizaje motor* y la *coordinación motriz*. Así, se enlaza el transcurso del aprendizaje motor según MEINEL (1960) y MEINEL / SCHNABEL (1987), esto es, la sucesión *coordinación básica – coordinación refinada – estabilización*, con las medidas de tipo metodológico que este transcurso requiere, esto es, la enseñanza y el ejercicio. La tabla 4, de la página 80, nos facilita una visión global.

Este esquema se puede resumir de la siguiente forma: Al comienzo de la enseñanza de la técnica, para desarrollar las formas previas, los fundamentos y finalmente la forma básica íntegra, se utiliza el método del "ejercicio de adquisición mediante la repetición". El rasgo esencial es el intercambio constante de información entre los deportistas sobre la base de una retroalimentación externa. Así, las actividades de enseñantes y aprendices alternan constantemente el ejercicio (aprendices) con la indicación del movimiento (enseñantes), el ejercicio con ayuda, el ejercicio con imposición de nuevas tareas, etc. El comportamiento de los aprendices es a veces receptivo (procesamiento de informaciones) y a veces productivo (ejercicio). La tarea más importante de los enseñantes es la dirección constante de la actividad de los deportistas. Registran inmediatamente las realizaciones motrices de los deportistas, las evalúan y suministran de forma retroactiva nuevas indicaciones de movimiento o nuevas tareas, ayudan, realizan asistencias sobre el terreno, muestran una y otra vez la forma de hacer el ejercicio o lo hacen repetir, etc. (STIEHLER 1974, 199). La fijación de objetivos en la etapa de aprendizaje correspondiente no ha de consistir sólo en el aprendizaje de la forma básica, sino también en la adquisición de una *experiencia motriz polifacética*. Para obtener ésta, se ha de plantear la multilateralidad ya en la fase del "trabajo de adquisición del ejercicio". Al progresar la coordinación refinada, este trabajo comienza a ser insuficiente. De aquí en adelante será necesario aplicar métodos de producción unilateral de información, que se pueden resumir con el concepto ge-

Tabla 4: *Comparación de fases de aprendizaje, medidas de tipo metodológico y fijación de objetivos (MARTIN, 1977, 223).*

Fase / etapa de aprendizaje	Medidas de tipo metodológico	Establecimiento de objetivos en cada fase / etapa del aprendizaje
Conformidad acerca del ejercicio-meta Coordinación básica del ejercicio-meta	Trabajo de adquisición del ejercicio	Formas previas del ejercicio-meta, recopilación de experiencias motrices elementales, formas básicas del ejercicio-meta en su integridad
Coordinación refinada del ejercicio-meta	1. Formas de presentación *informaciones visuales* demostración (enseñar cómo se hace) presentación para su juicio exhibición *informaciones verbales* descripción del movimiento explicación del movimiento regulación del movimiento 2. Tareas de observación 3. Reflexión	Formas refinadas del ejercicio-meta, entrenamiento consciente
Estabilización y consolidación del ejercicio-meta	1. Extracción de detalles 2. Vinculación de partes aisladas con ejercicios especiales de condición física 3. Experimentación 4. Utilización de situaciones extremas y de estrés 5. Participación del pensamiento y otros procesos del SNC	Perfeccionamiento de la técnica deportiva, estabilización de los procesos básicos, educación de la conciencia y de los esquemas mentales de actuación

neral de "formas de presentación". La producción de información, cuando con ella se empieza a estucturar la coordinación refinada del movimiento, parte fundamentalmente del enseñante. Al principio se utiliza la descripción de los movimientos y la demostración práctica como informaciones audiovisuales mutuamente vinculadas. Con la demostración práctica, los aprendices obtienen en primer lugar una imagen visual del transcurso espacial, y, con las sucesivas repeticiones, también la ubicación temporal de la ejecución del movimiento. Es importante (1) que la demostración se corresponda con el comportamiento motor esperado y todavía no con un tipo ideal; (2) que ésta se repita varias veces; (3) que su duración se retrase deliberadamente pa-

ra disminuir la elevada densidad informativa que presenta, y (4) que las fases más importantes del movimiento queden bien perfiladas mediante exageraciones (FETZ, 1973, 83; STIEHLER, 1974, 192 s.).

La demostración está vinculada con la descripción del movimiento, configurando así una información audiovisual. Las indicaciones de movimiento son textos básicos concisos, que con unos pocos conceptos inequívocos describen el comportamiento motor que se espera del aprendiz. No contienen ninguna "información de transfondo". Un error que a menudo se observa en la praxis del entrenamiento es el exceso de explicaciones que se da ya en el estadio inicial del entrenamiento de una destreza; al aprendiz se le ofrece un caudal de datos que es incapaz de captar.

Sólo cuando se tiene acceso a la estructura y a la forma elaboradas de un movimiento puede comenzar el proceso que hemos denominado "aprendizaje consciente". Al contrario que en la fase que acabamos de describir, las informaciones verbales se hacen más extensas, más explicativas, incluyen el transfondo y extraen la información cada vez más del tipo ideal de técnica deportiva. Las medidas metodológicas consisten aquí en mostrar series de ilustraciones, pasar películas y cintas de vídeo, explicar y prescribir movimientos. La "explicación de movimientos" transmite una serie de regularidades, y se adentra en el tejido de causas y consecuencias; habla de vías de aceleración y justifica su función. Intenta fomentar la comprensión de las conexiones que aparecen regularmente. La "prescripción de movimientos" no se efectúa, como ocurría con la descripción, de acuerdo con el comportamiento motor esperado, sino según los rasgos de la técnica deportiva.

En el proceso del "aprendizaje consciente" no deberían faltar dos medidas metodológicas, las tareas de observación y las de reflexión. Con la "tarea de observación" dirigimos la atención del aprendiz a rasgos muy determinados del comportamiento motor propio o de otros, y se enlazan después estos rasgos mutuamente con un proceso de reflexión. Ésta consiste, como es sabido, en hacer volver la atención hacia "dentro", en volverse hacia la vivencia interna, pensar y recapacitar sobre la acción que acaba de transcurrir. Cuando el entrenador pregunta: "¿Qué has sentido en el momento del salto?", estamos ante una invitación a la reflexión. Ésta es extremadamente eficaz para el aprendizaje y, sobre todo, formativa para la conciencia (MARTIN, 1977, 223 y ss.).

En nuestra opinión, la *metodología del entrenamiento técnico*, en sentido estricto, no entra en la adquisición de la técnica. Según la versión más tradicional, este momento estaría situado en un punto de transición (tabla 4) entre la *coordinación refinada* y la *estabilización* de las destrezas deportivo-motrices.

2.5.2 Métodos de entrenamiento de la técnica

2.5.2.1 Consideraciones previas

La diferencia fundamental entre los métodos del *aprendizaje motor* y los del *entrenamiento de la técnica* consiste en que, en el caso de los primeros, las formas de ejercicio y

de transmisión de información se encuentran en un primer plano, mientras que en el de los segundos se basan, además, en el establecimiento de una *carga* óptima. Así, la dosificación de la carga tiene una importante función de dirección y regulación en todos los métodos de entrenamiento.

Se puede afirmar, siguiendo a VERCHOSCANSKI (1988, 87 y ss.), que la relación entre el estado de rendimiento de un deportista y la carga idónea para el desarrollo del rendimiento es, por principio, un problema medular de la ciencia del entrenamiento. De hecho, el actual nivel de conocimientos en esta materia es el eslabón más débil del sistema de dirección del entrenamiento, "que exige una investigación científica inaplazable".

Por carga de entrenamiento entendemos, como ya se ha indicado, una *magnitud descriptiva* del *trabajo de entrenamiento* que hay que realizar, que, aplicada de forma idéntica sobre varios individuos, puede originar diferentes grados de *fatiga*, tanto física como psíquica. Es a través de estos desgastes como se debe obtener unos efectos del entrenamiento. También en el entrenamiento de la condición física se planifica un desgaste a través de las magnitudes de la carga (*volumen*, *intensidad*, *duración* y *densidad*), con el efecto de una fatiga física, fundamentalmente muscular, cuyos procesos de regeneración han de generar estados de supercompensación en el organismo y las subsiguientes adaptaciones (apartado 3.1.4). De este resumen de la configuración de la carga podemos extraer la siguiente hipótesis: *Los principios metodológicos del entrenamiento de la condición física, que describen las cargas en el sentido de un trabajo que se ha de realizar con determinado volumen, intensidad, duración y densidad, tienen validez para el entrenamiento de técnica sólo de forma restringida o modificada.*

A partir de aquí podemos plantearnos la pregunta sobre qué principios metódologicos conservan su validez para dosificar la carga en el entrenamiento técnico. En el estado actual de la ciencia del entrenamiento es evidente que apenas podemos encontrar una respuesta. Por ello, para aclarar en lo posible esta problemática, nos limitaremos a exponer una serie de teorías y nociones científicas, que tal vez sirvan como puntos de partida para un futuro modelo explicativo de la estructura de la carga en el entrenamiento de la técnica.

2.5.2.2 Teorías y nociones científicas sobre la problemática de la carga

En primer lugar, nos parece significativa la siguiente hipótesis referente a la carga muscular del entrenamiento de la técnica: *"Las pérdidas de rendimiento ocasionadas por una elevada utilización de fuerza en plazos breves de tiempo se recuperan paralelamente al proceso de la resíntesis de la fosfocreatina, esto es, en pocos segundos".*

Hasta la fecha, hemos podido apoyar esta hipótesis con nuestras investigaciones y podríamos acudir también a la teoría existente en torno a este punto. La base de la producción de fuerza por los músculos son reacciones bioquímicas, y en ellas se origina la fuerza mecánicamente eficaz. Así, un músculo puede permitirse una producción máxi-

ma de fuerza en la medida en que disponga de fosfocreatina en cantidad suficiente para la nueva síntesis de ATP. Mediante la fosfocreatina, el ADP producido por el consumo de ATP se transforma de nuevo en ATP por el "atajo" de la llamada reacción de LOHMANN, y al mismo tiempo los protones liberados en la escisión del ATP son absorbidos. A causa del rápido suministro de fosfocreatina después de esfuerzos máximos y breves de fuerza (en un salto, un *sprint* o al ejercitar destrezas técnicas), la reserva de este compuesto está de nuevo, en menos de tres segundos, disponible en toda su extensión por la reacción de Lohmann (resíntesis de ATP) (KÜCHLER, 1983, 143; LEHNERTZ, 1985a, 32 y s.; LEHNERTZ / MARTIN, 1985, 39 y ss.). De esta forma, la capacidad de recuperación casi instantánea de la reserva de fosfocreatina tiene como efecto, a pesar de la concentración bastante alta de productos de desecho en la sangre (p. ej. lactato), una recuperación muscular inmediata.

El *proceso de recuperación* muscular transcurre, pues, con mucha rapidez. Por ello en el entrenamiento de la técnica, con sus exigencias de corta duración y alta coordinación, apenas pueden surgir fatigas de origen muscular, pues los tiempos de ejecución de cada una de las repeticiones técnicas permanecen en el ámbito del suministro energético anaerobio-aláctico, con lo cual no se llega a una hiperacidificación muscular que provoque fatiga.

La fatiga en el entrenamiento de la técnica parece más bien tener su origen en el sistema nervioso central. Por ello aquí vamos a intentar ilustrar teóricamente este segundo aspecto: la función del cerebelo es, según ECCLES (1979, 184 y s.), *inhibidora*. De las células del núcleo, responsables de los procesos motores, salen corrientes de estimulación muy fuertes, pero más o menos difusas, que son modeladas por el efecto inhibidor de las células de Purkinje del cerebelo hasta formar un patrón de impulsos que se corresponde con la intención del movimiento (apartado 2.4.2.2); en este proceso, la inhibición reduce las cargas eléctricas del trasfondo. No obstante, hacen falta dos requisitos para este trabajo de modelado que efectúa el cerebelo: en primer lugar, la existencia de los *engramas* correspondientes, y en segundo lugar, la existencia de *sustancias emisoras* en cantidad suficiente (LEHNERTZ, 1986a, 7 ss.).

Partimos ahora del supuesto de que al fatigarse la capacidad coordinativa de rendimiento se produce una disminución de la función inhibidora del cerebelo, y éste, por tanto, no puede ya cumplir de forma eficaz su tarea de control de los movimientos (ECCLES, 1985, 356). Desde un punto de vista bioquímico, la limitación funcional del cerebelo radica en una alteración de la resíntesis de transmisores debido a un exceso de concentración de amoniaco en el SNC (LEHNERTZ, 1986a, 8 y s.).

En la praxis del entrenamiento, estas fatigas de la coordinación tienen como correlato empírico el hecho de que el atleta debe comenzar nuevamente a pensar, esto es, que la fatiga del cerebelo se ve compensada por una mayor actividad del cerebro. De esta forma, incluso los procesos motores ya automatizados se hacen de nuevo conscientes y más defectuosos. Esta toma de conciencia subjetiva, la sensación de que con destrezas motrices ya automatizadas se empieza de nuevo a pensar, puede interpretarse como un signo de disminución de la función inhibidora del cerebelo.

2.5.2.3 Nivel de carga y métodos del entrenamiento de la técnica

Para que las destrezas automatizadas puedan estar disponibles sin ninguna restricción, ¿debe tener lugar el entrenamiento de la técnica en una situación libre de fatiga de los centros nerviosos? La respuesta a esta pregunta no es sencilla y habrá de resolverse más adelante de forma empírica. A pesar de ello, y basándose en la lógica, se puede formular la siguiente tesis provisional: *el entrenamiento de la adquisición de la técnica como entrenamiento de perfeccionamiento de engramas debe efectuarse predominantemente en condiciones sin fatiga del SNC.* Dado que también es necesario aprender a imponer la *estabilidad* de una técnica cuando hay fatiga del SNC, el entrenamiento de la adquisición de la técnica habrá de conducir, a intervalos de tiempo determinados, hasta dicho estado de fatiga, de modo que la programación de una destreza exija cada vez más esfuerzo del cerebro. La función de regulación motriz del cerebro, a saber, la transformación de imágenes motrices, necesariamente conscientes, en patrones óptimos de impulsos nerviosos, es requerida sobre todo en casos de extrema tensión durante la competición. En condiciones de estrés, los programas de las destrezas motrices, que regulan el movimiento y presentan un alto grado de automatización, están sometidos a restricciones similares a las que se dan en condiciones de fatiga. Así, el entrenamiento técnico se puede ejercitar bajo condiciones de fatiga el comportamiento técnico-deportivo propio de situaciones de tensión extrema en la competición.

El punto de partida para las siguientes consideraciones metodológicas se basa nuevamente en los *objetivos* que se pretenden alcanzar, (1) el "perfecionamiento de engramas de aquellas destrezas fundamentales para la técnica, en unas situaciones biomecánicas óptimas", (2) la "capacidad para estabilizar y hacer valer las técnicas" y (3) el "virtuosismo en el dominio de la técnica" (apartado 2.2.2).

El método básico para el entrenamiento de la adquisición de la técnica es, como ya se ha expuesto, el sobreaprendizaje. El esquema metodológico del sobreaprendizaje en el entrenamiento debe estar compuesto por dos magnitudes: en primer lugar, por la intensidad de movimiento (este concepto se utiliza en este contexto deliberadamente en lugar de la intensidad de carga) con la que se ha de entrenar una destreza, y, en segundo lugar por la cifra de repeticiones. Estas dos magnitudes, "intensidad del movimiento" y "cifra de repeticiones", han de combinarse con exactitud de acuerdo con el objetivo del entrenamiento en cada instante.

En nuestra opinión existen tres niveles de gradación para la ***intensidad del movimiento*** en el entrenamiento de la técnica:

— una realización motriz de la destreza sin utilizar toda la fuerza, con una exactitud cinemática y con la posibilidad de un control externo;
— una realización motriz de la destreza utilizando toda la fuerza, con vistas a la formación de una imagen motriz interna de los procesos de fuerza determinantes;
— una realización motriz bajo una presión de tiempo, que, según las posibilidades, será incluso mayor que en las condiciones de competición. Esta presión favorecerá la

capacidad de hacer valer las destrezas automatizadas, sin posibilidad de utilizar los procesos de pensamiento.

Cada una de estas intensidades de movimiento ha de ser combinada con un *número de repeticiones*, que en cada modalidad debería hallarse de forma empírica, según la dificultad, la amplitud y el tiempo de ejecución de cada una de las destrezas (pensemos en las diferencias en cuanto a amplitud y tiempo de una bola cortada al máximo en tenis de mesa o de un triple salto en patinaje artístico).

A la hora de determinar *cifras de repeticiones* partimos de la siguiente hipótesis: *el entrenamiento técnico debería tener lugar en condiciones de recuperación del SNC, pero también, en parte, de fatiga de éste.* Desde este punto de vista, el método de entrenamiento debe manejar en la mayoría de los casos unas cifras de repeticiones que se aproximen al límite de la fatiga. No obstante, en casos aislados se debe traspasar de vez en cuando e intencionadamente el umbral de la fatiga. La tabla 5 muestra una posible combinación de *intensidad de movimientos* y *número de repeticiones*.

Tabla 5: *Relación entre intensidad de movimiento y número de repeticiones en el sobreaprendizaje propio del entrenamiento de la técnica (porción de entrenamiento ocupada: +++ = grande, + = pequeña).*

	Intensidad del movimiento	Número de repeticiones baja, por debajo del umbral de fatiga del SNC	Número de repeticiones alta, por debajo del umbral de fatiga del SNC
1	Ejecución motriz de la destreza sin utilizar toda la fuerza	+++	+
2	Ejecución motriz de la destreza utilizando toda la fuerza	+++	+
3	Ejecución motriz bajo presión de tiempo	+	+

2.5.3 Métodos del entrenamiento de la aplicación la técnica

Las medidas metodológicas pertenecientes al entrenamiento de la aplicación de la técnica se resumen en la fig. 16. A través de estos métodos se persigue *recopilar* y *afirmar* aquellas *experiencias* que operan transformaciones de las actividades motrices y adaptaciones de éstas a situaciones cambiantes. Esto pide una cierta capacidad de im-

provisación, pues el procedimiento metodológico consiste en organizar unas situaciones que modifiquen la realización o las condiciones del ejercicio y que imiten situaciones de competición.

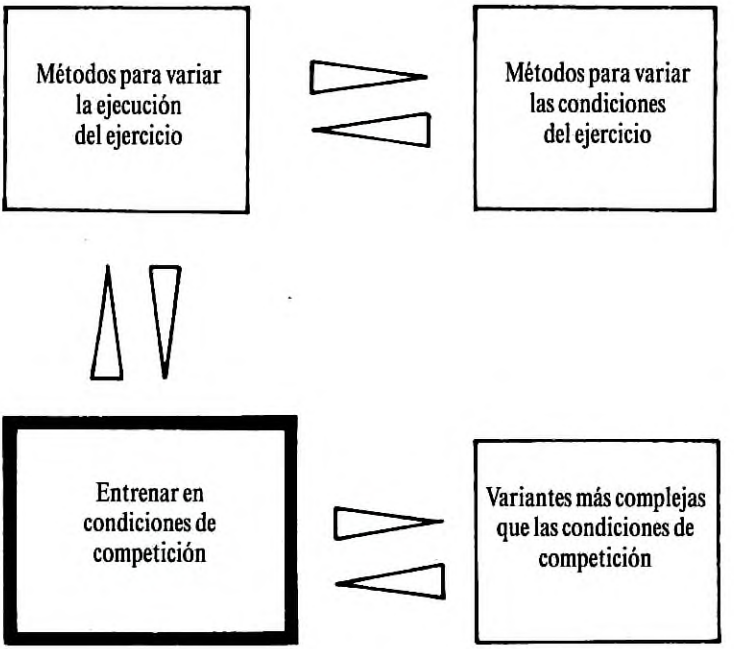


Figura 16: *Métodos del entrenamiento de la aplicación de la técnica (MARTIN, 1989, 12).*

2.5.4 Observación del movimiento y análisis de los errores en el entrenamiento de la técnica

2.5.4.1 Fundamentos

En los métodos intensivos de aprendizaje del entrenamiento de la técnica tiene lugar un eficaz proceso bidireccional (retroactivo) entre la representación visual y la realización del movimiento. En la realización motriz dirigida cognitivamente (consciente), el papel director le corresponde a la ***representación o imagen motriz*** "correcta" y a la *intención* que de aquélla se deriva. La corrección de una imagen, así como la idoneidad de la intención de ella derivada, se demuestran siempre en el resultado del movimiento (LEHNERTZ, 1990b, 159). El resultado cristaliza en un rendimiento medible u

observable. La percepción de ***resultados del movimiento*** es un componente importante del entrenamiento técnico, con distintas vertientes según que los procesos de percepción estén a cargo de deportistas o de entrenadores.

A pesar de todas las modernas posibilidades "mediáticas" de conservar parcialmente los movimientos y de aprovechar repetidamente estas "conservas" para analizarlas y destacarlas, la *observación directa* sigue teniendo una importancia muy destacada a la hora de aprender y entrenar técnicas deportivas. Esto se explica, por un lado, por el hecho de que no todos los entrenadores disponen del equipamiento necesario. Por otro, determinadas cualidades del movimiento sólo son accesibles a la observación inmediata. Éstas son fundamentalmente los *componentes rítmico-dinámicos* de los procesos motores, que se pierden en su mayor parte en las grabaciones de vídeo, pues, las *relaciones espacio-temporales* que se reproducen no son reales, tanto por la falta de la tercera dimensión como por la reproducción, casi siempre reducida, en pantallas o monitores, y así se transmite una imagen falseada de la dinámica y el ritmo de los movimientos. Además, la práctica muestra una y otra vez lo difícil que es la comunicación entre deportista y entrenador a la hora de intercambiar ***informaciones*** sobre parametros dinámicos y rítmicos de los movimientos. Este intercambio se produce en un grado relativamente satisfactorio sólo cuando el entrenador domina a un alto nivel la técnica que se está trabajando. En este caso es posible transmitir algo del ritmo de movimiento mediante la demostración o imitación de la secuencia motriz, acompañándola del correspondiente suplemento acústico. Pero la optimización de la ***dinámica motriz*** en el ámbito del alto rendimiento sirviéndose del entrenador como modelo tiene sus límites naturales (la edad del entrenador). En cambio, en los ámbitos inferior y medio del rendimiento la dinámica motriz puede verse influida positivamente por el modelo del entrenador. Se ha de tener en cuenta que los deportistas adquieren las características tanto positivas como negativas del modelo del entrenador. Esto ocurre a veces conscientemente, pero no en la mayoría de los casos (LEHNERTZ, 1990b, 161 y s.).

El hecho de que la *imitación* –o, mejor dicho, la adquisición– de la dinámica de un movimiento sea un proceso más bien inconsciente tiene las siguientes consecuencias: (1) Al deportista se le debe brindar, tan frecuentemente como sea posible, la oportunidad de observar directamente los *modelos motores* que le convenga adquirir. (2) Los entrenadores han de ser capaces de discernir qué deportistas de elite son adecuados como *modelos de técnica deportiva* para sus pupilos.

La necesidad de la observación directa de modelos en el proceso de aprendizaje y ejercicio hemos de contraponerla a la problemática de la visión. *Ver* no es solamente un proceso fisiológico por el que el entorno del "vidente" se refleja en el sistema visual de forma objetiva. Se trata más que nada de un ver "coloreado" subjetivamente por la acción del llamado valor de expectativa (entre otros), que ejerce un influjo sobre la percepción. Cada percepción engloba un valor de expectativa del individuo perceptor, que depende en parte de las coordenadas emocionales. En toda observación se debe considerar el siguiente principio básico: *Cada uno se forma su propia imagen de la realidad* (LEHNERTZ, 1990b, 163).

Un componente básico de la competencia práctica de los entrenadores es la *capacidad para reconocer* (identificar) errores técnicos, *interpretarlos* y *corregirlos* adecuadamente. En general, los errores se definen como divergencias respecto de la norma. Se denomina ***análisis de errores*** la identificación e interpretación de estas divergencias. Este análisis se efectúa sobre todo en el deporte de alto rendimiento, y cada vez con mayor apoyo de la *técnica de aparatos*, como la filmación, el vídeo, la medición biomecánica, etc. Pese a todas las ayudas técnicas modernas, la observación directa sigue teniendo una importancia fundamental.

El análisis de errores mediante la observación directa está sometido a una serie de factores influyentes, cuyo conocimiento es importante para valorar la *objetividad* del resultado de una observación. Estos factores se refieren tanto a los observadores como al objeto de observación. Mencionamos como ejemplo los siguientes (según BAUMANN, 1988):

En relación con el entrenador como *persona que observa*:

— *Calidad* de los conocimientos específicos sobre el movimiento
— Capacidad motriz *propia*
— *Posición de espera*
— *Fatiga*
— *Atención*
— *Movimiento de la mirada*
— *Capacidad* de almacenamiento a corto plazo.

En relación con los *deportistas* que son observados:

— *Claridad* (figura - trasfondo)
— *Densidad de los acontecimientos* (velocidad de ejecución y duración de un movimiento)
— *Tamaño* del objeto observado en relación con la distancia

Resumiendo, hemos de deducir a partir de bases fisiológicas que el *análisis de errores* mediante la *observación del movimiento* sólo es eficaz cuando se desarrollan ***estrategias de observación*** adecuadas. La necesidad de desarrollar estas estrategias resulta de la limitada capacidad de la *memoria a corto plazo*. Ésta desempeña aquí un papel esencial en la medida en que en ella ha de tener lugar la elaboración consciente de informaciones procedentes del entorno y de los contenidos de la memoria a largo plazo. Sin embargo, dado que las dimensiones de la memoria a corto plazo son muy escasas, el análisis selectivo de errores mediante la observación directa está sometido a unos límites estrechos. Por ello, las estrategias de observación deben dirigirse a obtener aquellas informaciones que se adecuen al *objetivo de la observación* planteado en cada momento y que además garanticen una elaboración de la información lo más amplia posible por parte del observador. Esto exige una regulación de la percepción, para lo cual hace falta descomponer el movimiento en unidades.

Como hemos expuesto anteriormente, las percepciones están guiadas por las expectativas. Enfocando la atención es posible dirigir la percepción hacia informaciones muy determinadas de una secuencia motriz. La base para la visión del movimiento son los llamados ***esquemas de anticipación***, con los que la observación se estructura de acuerdo con el objetivo. Estos esquemas preparan al individuo para percibir determinados tipos de informaciones con preferencia frente a otros; regulan, por así decirlo, la visión.

Los esquemas se pueden referir a un movimiento como un todo o bien a secciones de un movimiento. En el caso de la percepción global, la observación se dirige a *divergencias respecto a la norma* en relación con la calidad coordinativa del movimiento en su conjunto. La identificación de los errores se realizaría a partir de divergencias respecto a la norma de elementos aislados de comportamiento, por ejemplo del ritmo del movimiento. Así pues, para el análisis de errores la percepción selectiva desempeña un papel predominante frente a la percepción global. Generalizando, la percepción selectiva consiste en identificar determinadas secciones o selecciones de movimientos e interpretarlas según las divergencias respecto a las unidades de observación normalizadas. Durante una secuencia de movimientos las relaciones espaciales del cuerpo con el entorno cambian durante un determinado periodo de tiempo y también lo hacen las de las distintas partes del cuerpo entre sí. Estos cambios en el transcurso de los acontecimientos motores generan unas posiciones que se pueden describir con exactitud. Las posiciones significativas para el control de la secuencia motriz podemos denominarlas *posiciones clave* (BAUMANN, 1988, 73). En el análisis de errores se dirige la atención a las posiciones clave, obtenidas sobre la base de análisis funcionales de la secuencia.

Aunque en la praxis del entrenamiento se valoran cada vez más las posibilidades de los aparatos para medir magnitudes importantes del rendimiento, como por ejemplo las fuerzas de reacción del suelo o los valores de aceleración y velocidad, el uso de medios auxiliares de tipo visual se encuentra por el momento en un segundo plano. Hoy en día es posible, sobre todo con la ayuda del vídeo, llevar a cabo un control permanente de los movimientos. Semejante control sólo tiene sentido cuando la grabación en vídeo se optimiza hasta convertirse en procedimiento de medición. Para ello es necesario que el proceso y las condiciones de grabación se adecuen a un estándar, hasta el punto de que las tomas de diferentes días de entrenamiento sean comparables entre sí. Con el siguiente método hemos obtenido buenos resultados:

Ejemplo: ***lanzamiento de peso***

En primer lugar, se construyó con perfiles de aluminio un marco grande, de 3 x 3 metros. Los perfiles del marco tenían agujeros a una distancia de 20 cm. entre sí, a través de los cuales se pasó una cuerda (de tender la ropa, plastificada), de forma que resultó una rejilla con cuadros de 20 cm^2. Esta rejilla se coloca a una distancia determinada, que se ha de mantener siempre constante respecto del plano en el que se mueven los deportistas. La cámara de vídeo se coloca, al igual que la rejilla, en un lugar fijo. No sólo su distancia respecto a la rejilla, sino también su altura y la posición del zoom deben permanecer invariables (fig. 17) (LEHNERTZ, 1990b, 167 y s.).

Con la ayuda de semejante retícula la es posible analizar con mucha precisión las secuencias motrices de algunas modalidades que no exigen desplazamientos de lugar. Con la rejilla de referencia se puede incluso medir valores de velocidad con relativa exactitud, si se trabaja con cámaras de vídeo con dispositivos de obturación de alta velocidad. Así, se puede efectuar el cálculo con los cuadros de la rejilla o bien ajustar el valor de éstos sobre el plano del movimiento. Para realizar este ajuste, se graba sobre el plano del movimiento, en lugar del deportista, una mira taquimétrica, esto es, una tabla numerada como las usadas en topografía, con la cual se puede leer y comprobar el valor que hay que otorgar a la unidad representada por un cuadro. Con semejante procedimiento se evitan algunas posibilidades de error ocasionadas por *distorsiones ópticas* que se producen al utilizar cuadrículas colocadas sobre el monitor de vídeo (LEHNERTZ, 1990b, 169).

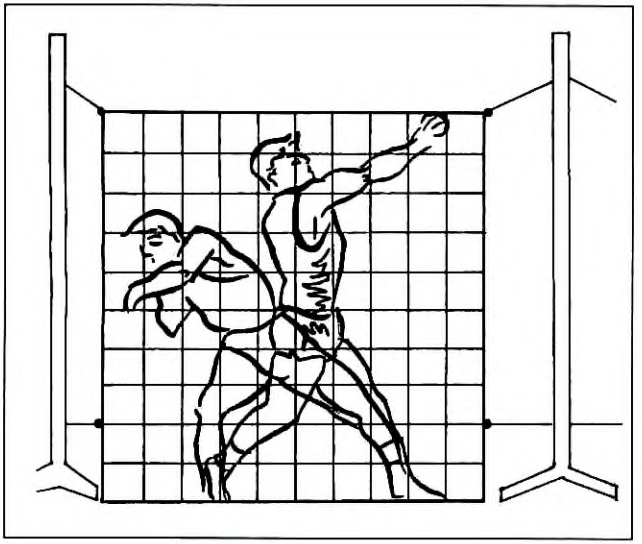


Figura 17: *Rejilla de trasfondo como ayuda para el análisis cuantitativo de las grabaciones de vídeo (LEHNERTZ, 1990b, 168).*

2.5.4.2 Entrenamiento de la percepción motriz

En relación con el *entrenamiento de adquisición de la técnica* (apartado 2.2.2.4), nos hemos ocupado hasta ahora fundamentalmente de la "visión externa". Esto se refiere, por una parte, a los entrenadores y deportistas, que ven, claro está, desde fuera, y por otra también a deportistas que con grabaciones de vídeo se fabrican una "imagen externa" de sus movimientos. Un requisito esencial para adquirir destrezas técnico-deportivas que funcionen óptimamente es educar la *percepción de los procesos internos de la motricidad*. Los deportistas deben, por así decirlo, construirse una *imagen interna* de sus movimientos. Sobre todo, se ha de trabajar la percepción de *se-*

ñales cinestésicas retroactivas. En general, la percepción de los procesos internos está sometida a mecanismos similares a los de la percepción del mundo exterior. Pasamos a detallar una serie de puntos que es preciso tener en cuenta a la hora de trabajar la percepción motriz:

Dado que después de un ensayo de un movimiento el engrama formado (apartado 2.4.2) permanece "marcado" sólo un breve instante y se "difumina" en seguida, recomendamos ejecutar *series* de movimientos. Con ello se garantiza que de un ensayo a otro, las sensaciones cinestésicas ligadas a los engramas se conserven aún frescas. Esto nos da la posibilidad de afinar las percepciones.

— Las repeticiones no deben "asfixiarse" dentro del esquema, porque entonces se produce un efecto de habituación, en el sentido de un embotamiento de la capacidad sensorial. Pese a las muchas repeticiones que deben hacerse de la secuencia motriz, se aplicará siempre el método de la variación. Mediante un ejercicio variado se produce en todo momento una divergencia respecto a la imagen motriz ideal. Esta divergencia impide la caída en el estereotipo y el embotamiento de la percepción motriz.
— Si el *umbral de estimulación* de los deportistas es relativamente alto, esto es, las señales cinestésicas retroactivas no son percibidas o lo son fragmentariamente, estas señales deben ser clarificadas. Para ello es posible reforzarlas (aparatos más pesados, aparatos con mayor resistencia a la fricción, etc.), o bien crear unas condiciones en las que la divergencia de la secuencia motriz (el error) se vuelva más clara (objetivos menores, esquí de dorso liso, superficie de apoyo más estrecha).
— En ensayos particularmente logrados es importante una *evaluación verbal*. Con ella se puede nombrar y describir una posición clave, decisiva, y percibirla mejor en futuros ensayos.
— Unas cuantas *preguntas intencionadas* antes de la realización del movimiento estimulan la observación de uno mismo.
— Para un *reforzamiento* de las percepciones motrices es útil también la ejecución del movimiento a cámara lenta.
— Para precisar las posiciones del cuerpo o los ángulos articulares se puede ordenar al deportista *quedarse quieto* en una *postura conveniente* (en lanzamiento de peso, quedarse quieto en el arranque del lanzamiento puede clarificar la posición del eje pélvico).
— Es fundamental la *creación de expectativas* que fijen la atención del deportista de modo consciente sobre determinados detalles de la secuencia motriz.
— Mediante la suspensión o reducción provisional de la entrada de *información del entorno* se puede mejorar la sensibilidad del analizador cinestésico (GROSSER / NEUMAIER, 1982).
— El recurso a *sensaciones motrices* ligadas a ejercicios ya practicados facilita la obtención de "sensaciones clave". Por ejemplo, en el descenso de esquí alpino es eficaz la indicación de adoptar en las curvas la postura del ciclista.

Queremos mencionar aquí, una vez más, la subjetividad de toda observación, que puede conducir a juicios erróneos aun cuando se ejerza sobre el propio observador. *Por ello es oportuno siempre el intento de enlazar la autoobservación con los datos objetivos* (LEHNERTZ, 1990b, 171).

2.5.5 Entrenamiento mental

Con la ayuda de una serie de citas vamos a intentar exponer lo que se entiende actualmente por entrenamiento mental y dónde se encuentran sus ventajas y sus límites.

"Por entrenamiento mental –también denominado entrenamiento ideomotor– entendemos el aprendizaje o la mejora de una secuencia motriz mediante su representación mental intensa, sin ejercitarla realmente al mismo tiempo". "Condición previa para el entrenamiento mental es una representación motriz precisa"... "El entrenamiento mental abrevia los periodos de aprendizaje para la adquisición de las técnicas deportivas"... "El entrenamiento mental permite frecuencias de repetición relativamente elevadas por unidad de tiempo y ahorra, por tanto, energía"... "Debido a la acusada fatiga que causa la concentración, el entrenamiento mental sólo es aplicable durante un tiempo limitado (2-3 minutos aprox. por unidad de entrenamiento). No abarca el movimiento mismo de los músculos y miembros, ni los controles que de éstos dependen (mediante los correspondientes procesos retroactivos) para verificar si el movimiento se ha efectuado correctamente. Si el entrenamiento mental se ha realizado durante mucho tiempo o de forma exclusiva, se pueden desarrollar y arraigar, en condiciones reales, secuencias motrices erróneas debidas a la falta de control (WEINECK, 1983, 272 y ss.).

Los efectos que, según estas citas, tiene el entrenamiento mental no son datos científicamente demostrados, sino suposiciones basadas en la combinación de experiencias descritas por entrenadores, deportistas o psicólogos. Hasta la fecha no existe un trabajo realizado sistemáticamente en el ámbito del deporte de rendimiento que demuestre que el entrenamiento mental tal y como se ha definido, es decir, en tanto que *representación de movimientos separada del ejercicio práctico*, tenga una influencia positiva con vistas a una mejora de la aptitud técnico-deportiva (LEHNERTZ, 1990b, 159).

Esta constatación no se ha de entender como una reserva de tipo general frente a los procedimientos del entrenamiento mental. Pues aun cuando las unidades de entrenamiento mental, ejecutadas aparte del ejercicio práctico, son más bien perjudiciales desde el punto de vista de la teoría de la información, pueden sin embargo influir positivamente sobre "deportistas sensibles" en el sentido de la *regulación psíquica individual*. Como más adelante nos ocuparemos de procedimientos de regulación psíquica, no nos adentramos aquí en este terreno.

Por otra parte, es indudable que la *capacidad de rendimiento mental representa un factor esencial del comportamiento técnico-deportivo en el entrenamiento y en la competición*, pues para una óptima utilización del potencial técnico-deportivo tan necesario es el ***control motriz*** como la ***seguridad cognitiva (mental)*** (LEHNERTZ, 1990b, 159).

Cuando en el contexto de las reflexiones sobre el entrenamiento de la técnica mencionamos la capacidad de rendimiento mental, nos estamos refiriendo a las funciones del cerebro –especialmente las de la corteza cerebral–. En el cerebro suceden todos los *procesos de pensamiento* (procesos mentales). Pero, no todos los pensamientos son provechosos para la optimización del comportamiento técnico-deportivo, pues, como todo deportista sabe, pensar en exceso suele producir distorsiones de la coordinación (*ibídem*) (apartado 2.4.2).

"Estar fuerte" mentalmente significa, por tanto tener el pensamiento apropiado en el momento oportuno. Para un comportamiento técnico-deportivo óptimo en el entrenamiento y en la competición sólo son apropiados aquellos pensamientos que cumplen funciones de regulación motriz. Se trata fundamentalmente de representaciones de tipo plástico e impresiones cinestésicas sobre secuencias motrices, con las cuales se regula la globalidad de un movimiento. Los deportistas asocian las representaciones e impresiones con símbolos visuales o signos verbales. A partir de ellos forman una cadena de pensamientos reguladores del movimiento (estructura mental del movimiento), en la cual los puntos claves de un movimiento (*key points* en inglés) se enlazan hasta formar una ***frase motriz***.

Lamentablemente, los atletas comprueban casi a diario que estas estructuras mentales no son *estables en cuanto a su eficacia*, pues no es extraño que una combinación de conceptos que la víspera proporcionaba buenos resultados sea un fracaso al día siguiente e influya sobre el movimiento más bien en sentido negativo. Por ello es necesario revisar constantemente, mediante el ejercicio práctico, si los conceptos clave utilizados trabajan en la dirección pretendida. Además, es particularmente importante que los deportistas aprendan a formular "frases motrices" adecuadas a la situación. Pero esta capacidad, a su vez, sólo se puede adquirir en situaciones reales, en las que el éxito del movimiento demuestra si la frase (intención) motriz era adecuada como magnitud reguladora. Por esta razón, el entrenamiento mental, desligado de la ejecución motriz práctica, no figura entre los recursos para optimizar la técnica deportiva. *Los efectos positivos de las medidas de tipo mental sólo están garantizados dentro de un proceso de mutua influencia (retroactivo) entre la representación y la realización motriz* (LEHNERTZ, 1990b, 160).

2.6 Planificación y regulación del entrenamiento de la técnica

La dosificación de la carga no es sólo un problema de una unidad de entrenamiento, sino de la globalidad del sistema –y aquí en particular de la microestructura–. El proceso de especialización del entrenamiento con una capacidad de rendimiento creciente, que hemos descrito a comienzos de este capítulo, convierte el entrenamiento de la técnica, en la mayoría de las modalidades, en el componente más importante del entrenamiento en su conjunto.

La temática que aquí abordamos es tanto más difícil de elaborar cuanto que no existe absolutamente ninguna investigación científica sobre la ubicación jerárquica del en-

trenamiento de la técnica dentro de la estructura global del entrenamiento, ni sobre los desgastes psicológicos originados por el entrenamiento de la técnica y, en consecuencia, no existen apenas modelos de explicación en la ciencia del entrenamiento. La praxis integra el entrenamiento técnico en sus microciclos o macrociclos de forma diferente según cada modalidad. Con ello, los problemas de las proporciones, clasificación y dosificación de la carga quedan resueltos de un modo más aleatorio y no tan sistematizado y orientado según valores objetivos como en el entrenamiento de la condición física.

2.6.1 El entrenamiento de la técnica en la microestructura

En primer lugar hemos de añadir aquí, en relación con las teorías del *engrama dinámico* (apartados 2.4.2.2 y 2.5.2.2), algunos aspectos importantes para la *consolidación de la hipótesis*. La suposición más sencilla sobre los fundamentos neuronales del aprendizaje, según R. F. SCHMIDT, consiste en que "una información se almacena, en primer lugar, en forma de una *excitación circular*, en un modelo ordenado según coordenadas espacio-temporales, esto es, como un *engrama dinámico*. Esta excitación circular produce a continuación modificaciones estructurales de las sinapsis participantes, y con ello su ***consolidación*** en un *engrama estructural*. El contenido mnémico puede ser recuperado nuevamente mediante la correspondiente activación de estas sinapsis" (1977, 315).

A partir de estas premisas, DEUTSCH (1973) concluye que una separación en dos fases de la función de la memoria (a corto y largo plazo) no es necesariamente lo que ocurre, sino que sería mejor sustituir esta dicotomía por la imagen de un reforzamiento continuo del engrama.

Los contenidos del aprendizaje, tras la recepción de la información y el final del periodo de enseñanza, están sometidos a procesos de elaboración aún más prolongados, en el sentido de que se forman modelos específicos de transmisión de impulsos que se mantienen después de segundos. Sin embargo, mientras un rastro no esté asentado de forma crónica en la memoria y subsistan aún los procesos electrofisiológicos circulares de la actividad neuronal, unas pocas distorsiones pueden producir trastornos considerables, incluso la disgregación total (ROGGE, 1981, 261). Según LAUDIN (1977, 57), se requiere por ello un proceso de consolidación que pueda mantener su efecto un tiempo después del aprendizaje.

Junto a la hipótesis de la consolidación hemos de tener también en cuenta la fatiga del entrenamiento para configurar de forma óptima la microestructura.

En diferentes disciplinas o modalidades el entrenamiento de la técnica figura como un componente continuo de todos o casi todos los microciclos, con lo cual de un microciclo a otro se configura una gran variedad de unidades de entrenamiento cuyo énfasis principal se pone en dicho entrenamiento de la técnica, o bien se trata de formas mixtas de sesiones en las que conviven partes de técnica con partes de condición física. Nuestros proyectos de investigación realizados sobre la problemática de la *fatiga del entre-*

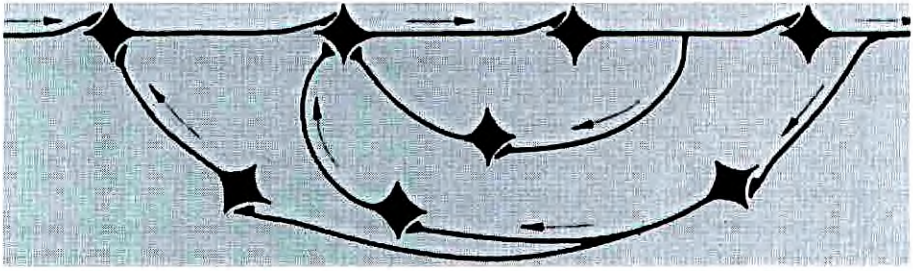


Figura 18: *Conexión neuronal que (hipotéticamente) puede producir excitaciones circulares (SCHMIDT, 1977, 116).*

namiento nos han proporcionado una serie de datos que quizá sean decisivos también para la dirección del entrenamiento de la técnica. A partir de estos resultados se puede deducir con alto grado de probabilidad que la fatiga del entrenamiento, en casos de acumulación de cargas, transcurre en dos fases diferentes (apartados 5.2.4.2 y 5.4.1).

En la *primera fase*, las pérdidas de rendimiento originadas por las cargas pueden ser recuperadas de forma rápida, ya que los depósitos de energía muscular se vuelven a llenar. Sin embargo, en caso de que se acumulen las cargas se produce también en algún momento una acumulación de residuos de la carga y una disminución del rendimiento, situaciones que no son modificables a corto plazo (apartado 2.5.2.2).

La *segunda fase* la hemos denominado *fatiga compleja* y podría tener su origen en el SNC. Durante tres años de experimentos, en los cuales los sujetos ejecutaron microciclos de diferente duración, esta fatiga en fases ha ofrecido los siguientes resultados:

La capacidad de rendimiento coordinativo a alta velocidad, como la de *sprint* y aceleración, la velocidad de salto, la rapidez al extender los brazos, incluso los esfuerzos de fuerza rápida medidos antes y después de las sesiones ejecutadas, se había recuperado plenamente hacia mediados de semana durante las pausas que se establecieron para este fin. A partir de mediados de semana, sin embargo, después de seis o siete sesiones aproximadamente, la capacidad de rendimiento coordinativo a alta velocidad ya no se regeneraba dentro de los intervalos de pausa previstos entre las unidades. Esto quiere decir que los valores de rapidez y velocidad ya no volvían a los valores de partida, medidos antes de la carga. De esto resulta un ciclo semanal habitual, al que sigue una fase activa de recuperación o regeneración. En los apartados sobre el "microciclo" (5.2.4.2) y sobre la fatiga (5.4.1) tratamos este fenómeno más en profundidad.

Puede ocurrir que esta secuencia de fases sea válida para los microciclos que exigen elevado desgaste psíquico. No obstante, en el deporte de rendimiento con dos sesiones diarias de entrenamiento, y a veces tres, es muy posible que esta secuencia de fases tenga una validez general para microciclos de fuerte desgaste. Por ello, tomaremos este modelo como base hipotética para las siguientes consideraciones metodológicas. Si es cierto que en la primera mitad de un microciclo impera un estado de recuperación constante, y las disminuciones transitorias del rendimiento no están causadas por el

funcionamiento del SNC, entonces aquel *entrenamiento de la técnica* que tenía que realizarse en *condiciones óptimas* habrá de tener lugar en una situación de recuperación global, esto es, en los primeros tres días de un microciclo.

Pero como el entrenamiento de la técnica, en nuestra opinión, se debe efectuar también en un *estado de fatiga originado en el SNC* –si bien con otros objetivos en mente–, es necesario practicarlo en la segunda mitad de un microciclo.

El entrenamiento de la técnica, ya se considere un componente continuo de la práctica del entrenamiento o se realice en bloques, debe estar ubicado en la microestructura de forma tal que redunde en su eficacia. La metodología del entrenamiento ha desarrollado a este respecto unos *modelos de ordenamiento*, orientados sobre todo en torno a una hipotética "transmisión positiva" de cada parte, o sea, a los efectos de la fatiga y recuperación de cada una de las partes (contenidos) (MARTIN, 1977, 61 y ss.; GROSSER / NEUMAIER, 1982, 17, entre otros). Cierto que estos modelos han de ser revisados si se aplican al entrenamiento de la técnica. En esas teorías de ordenamiento se parte de que, en caso de haber diferentes tipos de entrenamiento dentro de una sesión, la sesión de técnica ha de realizarse siempre antes que los contenidos de condición física. Sin embargo, no se contempla aquí una circunstancia fundamental que LEHNERTZ (1990b, 175) hace notar, inicialmente en el contexto del entrenamiento de la técnica, y que consiste en que, como se ha expuesto ya en la anterior discusión teórica, los engramas dinámicos, esto es, las excitaciones circulares permanecen aún al cabo de unas horas. Esto tiene dos consecuencias significativas desde el punto de vista de los métodos de entrenamiento. En primer lugar, el *proceso de consolidación* de la formación de engramas puede ser distorsionado, incluso extinguido, por cualquier otra actividad que se realice con posterioridad al entrenamiento de la técnica. En segundo lugar, se tiende a admitir que las sinapsis participantes en la formación de modelos de impulsos propios de los engramas dinámicos son particularmente receptivas ante estímulos en serie. Estas teorías requieren la existencia de un cierto esquema de ordenamiento y una determinada microestructura de unidades de entrenamiento de la técnica, con arreglo a las siguientes líneas:

(1) Un entrenamiento de la técnica necesita una *fase de consolidación* añadida, en la cual las excitaciones circulares se puedan consolidar en forma de engramas estructurales. Por ello la parte final de una sesión la ocupa un entrenamiento de la técnica. (2) Cuando la *intensidad de movimientos* haya de ser trabajada con plena utilización de fuerzas, se recomienda incluso que secciones de velocidad o de fuerza rápida, muy intensas pero más breves, y que no causen fatiga dado su escaso volumen de carga, precedan a la parte técnica de la unidad de entrenamiento.

2.6.2 El entrenamiento de la técnica en la macroestructura

En diversas modalidades se han impuesto modelos de periodización caracterizados por una mezcla de *periodización clásica, en bloques* y *mixta* de la carga (apartado 5.2.3).

El entrenamiento de la técnica en *bloques* ha sido adoptado sobre todo en modalidades o disciplinas como salto de esquí, descenso alpino, combinación nórdica, esquí de fondo, biatlón, kayak en aguas bravas, slalom de canoa etc. En estas modalidades hay que trabajar una técnica de gran complejidad en relación con su aplicación; la ejecución de esta técnica va unida a un alto riesgo y enorme desgaste psíquico y sólo se puede llevar a cabo con la ayuda de un gran despliegue organizativo. En el análisis de la práctica del ***entrenamiento en bloques*** se han obtenido las siguientes características:

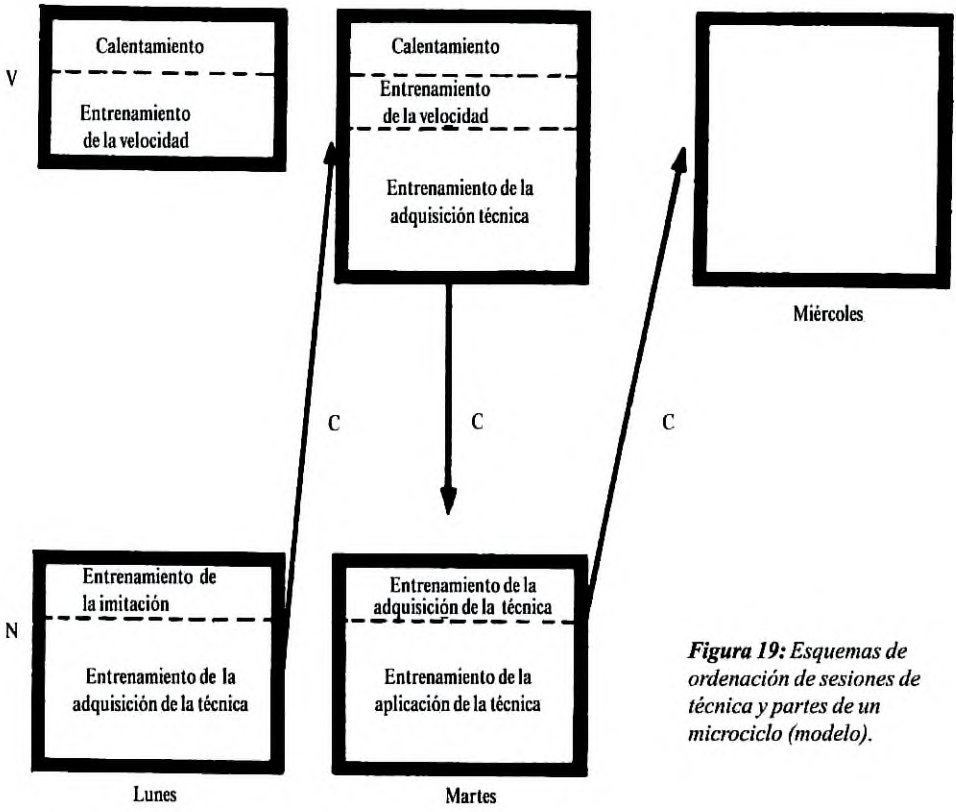


Figura 19: *Esquemas de ordenación de sesiones de técnica y partes de un microciclo (modelo).*

En las modalidades antes señaladas, el entrenamiento de la técnica se ejecuta casi siempre en bloques durante la *pretemporada*. Entre los bloques se inserta por lo menos un microciclo con una estructura de contenido variable. En los bloques, dos tercios del entrenamiento de la técnica tienen lugar por la mañana, dependiendo también de su volumen. Estos microciclos entre los bloques de técnica son muy probablemente imprescindibles en las modalidades de riesgo, con vistas a recuperarse tras el intenso desgaste psíquico. El apartado 5.2.3 trata con mayor amplitud estos temas.

2.6.3 Características del entrenamiento de la técnica en las modalidades de resistencia

Los esfuerzos de resistencia se basan en gran medida en la capacidad y las condiciones de rendimiento del metabolismo. Dependen además de la utilización simultánea de diferentes capacidades de la condición física y mecanismos de regulación exigentes, que se pueden clasificar en procesos de conducción y regulación *energéticos* y *propios del SNC*. Por ello, NEUMANN (1984, 174) hace constar que los programas de movimiento en todos los rendimientos deportivos de resistencia deben generar actividades nerviosas diferenciadas entre las fibras musculares de contracción lenta y rápida, pero también que la realización de una carga de resistencia sólo es posible si los músculos pueden reaccionar *energéticamente* ante estas señales procedentes del SNC. Sin embargo, el requisito previo es, desde el punto de vista de los procesos de conducción y regulación, que los "patrones" de las técnicas decisivas para el rendimiento estén suficientemente marcados.

Así, el entrenamiento de la resistencia ha de ir encaminado también a la obtención de una *economía* y una *eficiencia mecánica* elevadas. Para el entrenamiento de la técnica en el ámbito de la resistencia, estos dos conceptos deben ser introducidos y tratados por separado, puesto que son los resultados de las dos formas de entrenamiento técnico que hemos descrito anteriormente. El *entrenamiento de la aplicación de la técnica* sirve a la "economización" de la técnica, también con variantes tácticas y en condiciones externas variables, y el *entrenamiento de la adquisición de la técnica*, al desarrollo y estabilización de una *técnica más eficaz*. Los entrenadores de elite en las distintas modalidades de resistencia aplican esta distinción concienzudamente y realizan sobre todo un entrenamiento de la adquisición de la técnica sistemático. SCHRAMM (1987, 205 y s.) define el *entrenamiento de la adquisición de la técnica* en natación con los siguientes rasgos característicos:

— El objetivo no puede ser otro que la mejora de la ejecución técnica de los movimientos; la mejora de la condición física es secundaria.
— Se debe insertar sistemáticamente en el proceso del entrenamiento.
— La duración efectiva del entrenamiento de la técnica es 20 minutos (en natación).
— La frecuencia del entrenamiento se establece según el estado de rendimiento técnico de cada grupo.
— La intensidad del movimiento será en general relativamente alta para aprender a distinguir la mejora.
— La tarea del entrenamiento de la técnica es, en cualquier caso, el ejercicio del análisis táctil y cinestésico, y una mejor percepción de la huella memorística que deja.

Otro ejemplo lo ofreció PUNKKINEN, el entrenador del equipo nacional italiano de esquí de fondo, en una conferencia pronunciada durante un seminario de entrenadores en junio de 1988. Su equipo realizó en julio, agosto y septiembre concentración de bloques de entrenamientos específicos de la técnica, cada uno de seis días sobre la nieve, con los siguientes resultados:

— Las condiciones externas (condiciones de deslizamiento de la nieve) deben ser lo bastante buenas para permitir una óptima ejecución motriz de la técnica.
— En cada día de entrenamiento se ejecuta sólo una sesión de dos horas de duración aproximadamente.
— El entrenamiento de la velocidad acompaña al de la técnica sobre terreno seco.
— La intensidad del movimiento se corresponde con el ritmo de la carrera o es incluso más rápida, para hacer más perceptibles los detalles importantes de la mejora. El entrenamiento se interrumpe con pausas breves.
— Cada día se ejercita una sola técnica (ya sea paso en diagonal, técnica de carrera en hielo o de doble bastón).
— Las secuencias motrices se registran en vídeo y se comentan cada tarde con los miembros del equipo.

2.6.4 Principios generales para la puesta en práctica del entrenamiento de la técnica

La realización del entrenamiento de la técnica tiene en cuenta las siguientes medidas metodológicas:

— Determinación de la *frecuencia* y *grado de reciprocidad* de los entrenamientos de la adquisición y la aplicación de la técnica; aprendizaje adicional de las destrezas y entrenamiento de la técnica suplementario.
— Fijación de los *componentes metodológicos* del entrenamiento de la adquisición de la técnica, como son la forma de la técnica que se ha de trabajar, las condiciones de estandarización, la intensidad de los movimientos y la cifra de repeticiones.
— Fijación de los *métodos* del entrenamiento de la aplicación de la técnica, como es la modificación de las condiciones.
— *Diseño de una microestructura* con el número y la organización de las sesiones, que debe tener en cuenta los procesos de consolidación que actúan sobre el entrenamiento.
— *Periodización* del entrenamiento de la técnica con los siguientes criterios: clasificación temporal, formación de bloques y proporciones.

3 La condición física y su entrenamiento

3.1 Condición física - Concepto y condiciones de su desarrollo

3.1.1 Condición física y capacidades físicas - Conceptos

El concepto de condición física es utilizado como término de especialidad en varias ciencias, como la psicología y la metodología del entrenamiento. Con él se designa el estado momentáneo de la capacidad de rendimiento psico-física. En metodología del entrenamiento, el concepto se utiliza como un *constructo*, esto es, una formación nocional compleja, y sirve de modelo explicativo para la clasificación de aquellas propiedades o capacidades generadas por los ***factores influyentes "energéticos"*** del estado de rendimiento. Como es sabido, la energía es la capacidad que tiene un sistema para efectuar trabajo mecánico. Así pues, la metodología del entrenamiento delimita actualmente, con mayor precisión que antes, la condición física frente a la *coordinación*, que hemos de considerar como factor influyente *informativo y de regulación motriz* del estado de rendimiento. Aun cuando la condición física se ve influida esencialmente por procesos energéticos, la realización de sus cometidos depende también, de forma secundaria, de variables psíquicas como el rendimiento de la voluntad, entre otras (THIESS / SCHNABEL, 1987, 91). Optamos, pues, por la siguiente delimitación del concepto:

DEFINICIÓN:
La **condición física** es un componente del estado de rendimiento. Se basa en primer lugar en la interacción de los procesos energéticos del organismo y los músculos, y se manifiesta como capacidad de fuerza, velocidad y resistencia, y también como flexibilidad; está relacionada asimismo con las características psíquicas que estas capacidades exigen.

De acuerdo con esta definición, la condición física se manifiesta en una serie de ***capacidades físicas***. En la literatura especializada aparecen también, como sinónimos de este concepto, "cualidades corporales" (ZACIORSKIJ, 1972), "cualidades motrices" (STIEHLER, 1974), "cualidades motrices básicas" (MARTIN, 1977; LETZELTER, 1978) y "formas de desgaste motor" (HOLLMANN / HETTINGER, 1976).

La subdivisión de la condición física en diferentes ámbitos de capacidades es razonable y conveniente tanto por razones de tipo analítico como a partir de las experiencias prácticas con métodos de entrenamiento. El hecho de que el concepto anteriormente en uso, *cualidades,* se haya sustituido recientemente por el de *capacidades* puede tener que ver con que las cualidades describen sobre todo los componentes habituales de regulación de la acción (CLAUSS, 1976, 118, entre otros) y las capacidades describen más bien requisitos para la realización de rendimientos e inclinaciones naci-

das con, y desarrolladas a lo largo de la vida del individuo (GUNDLACH, 1968, 199). Esta distinción tiene, ciertamente, un origen académico, y una importancia secundaria para la praxis. La utilización del concepto *capacidades físicas* es un reciente acuerdo de la metodología del entrenamiento. Como aquí pretendemos utilizar un aparato nocional inequívoco, para facilitar el entendimiento entre la teoría y la práctica, adoptaremos este concepto de aquí en adelante.

3.1.2 Un modelo de estructuración de la condición física

Las capacidades físicas son requisitos previos delimitables de la motricidad. Su modificación a lo largo de la evolución del individuo tiene lugar a partir de un proceso natural de cambios, también sin influjo del entrenamiento. Así, por ejemplo, la fuerza en los varones aumenta entre los 20 y los 25 años de edad de modo natural, esto es, en el sentido del crecimiento. Conviene considerar las capacidades de fuerza, resistencia y flexibilidad de la motricidad humana como englobadas dentro de una función energética general, sin cuya presencia no habría posibilidad de existencia entendida en términos de autorrealización. La vida humana tiene unas reservas de capacidades físicas determinadas por su madurez, y las desarrolla en función del crecimiento, a través de los estímulos del entorno, hasta alcanzar un nivel que permite al hombre adaptarse a la vida, con independencia de actitudes vitales e influencias conscientes (MARTIN, 1977, 36). Para seguir desarrollando dichas capacidades más allá de este nivel, la única herramienta fiable son los efectos estimulantes de las actividades físicas (ZACIORSKIJ, 1972, 3). *De aquí resulta que la evolución de las capacidades físicas mantiene una relación recíproca con las sensaciones recibidas a través de los desgastes musculares.*

Según las distintas formas de entrenamiento físico y según los métodos que en él se aplican, distinguimos en la metodología y en la praxis del entrenamiento *cuatro ámbitos de capacidad física.* (De hecho sólo dos de estos ámbitos, *fuerza* y *resistencia,* satisfacen los criterios que definen la noción de condición física por la que hemos optado [apartado 3.1.1]. Ya hemos indicado con anterioridad [apartado 1.2.2] que en las *capacidades de velocidad* y *flexibilidad* se produce una interacción compleja de componentes coordinativos y energéticos. No obstante, incluimos ambas dentro de las capacidades físicas por motivos sistemáticos y metodológicos):

1. ***Capacidades de fuerza***: Las aportan los esfuerzos musculares ante resistencias externas elevadas.
2. ***Capacidades de velocidad***: Se basan en la mutua colaboración de los sistemas nervioso y muscular en los movimientos a alta velocidad.
3. ***Capacidades de resistencia***: Surgen de una serie de procesos corporales que suministran oxígeno y energía.
4. ***Flexibilidad***: Está condicionada por el radio de acción de las articulaciones y la capacidad de estiramiento de los músculos

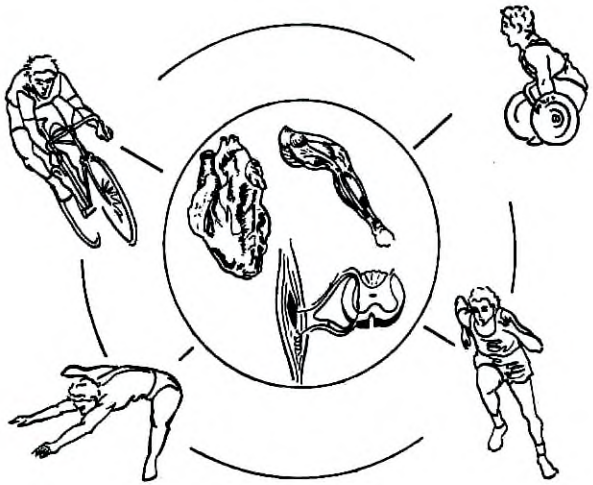


Figura 20: *Modelo de la condición física representado como un esquema de relaciones entre esfuerzos visibles y sustratos energéticos.*

La figura 20 muestra las relaciones que existen entre cada una de las *capacidades físicas*, así como su mutua superposición. En la metodología general del entrenamiento, y en las específicas de las modalidades deportivas, este modelo se ha elaborado con mayor detalle, basándose en puntos de vista estructurales y metodológicos (MARTIN, 1977, 36; LETZELTER, 1978, 121; GROSSER / STARICHKA / ZIMMERMANN, 1981, 9, etc.). En la descripción de cada una de las capacidades físicas hemos seguido el siguiente *modelo de diferenciación* (fig. 21):

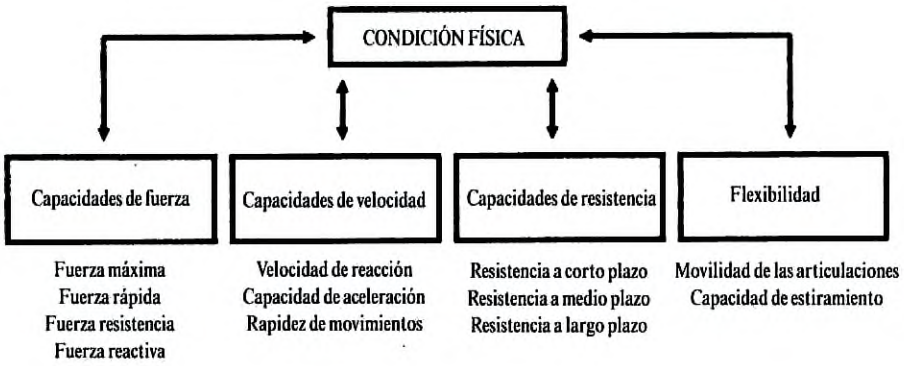


Figura 21: *Modelo para la diferenciación de las capacidades de fuerza, velocidad y resistencia, así como de la flexibilidad.*

3.1.3 Importancia y ámbitos de aplicación de la condición física

Como sólo es posible aplicar las técnicas deportivas, las capacidades de coordinación, la táctica y las cualidades de la voluntad en la medida en que los esfuerzos musculares de origen energético lo permiten, la condición física es una premisa básica para el nivel de rendimiento deportivo. La condición física es *conditio sine qua non*, la base de cualquier movimiento deportivo, y su entrenamiento es un componente de la realización del entrenamiento en todas las modalidades como un instrumento para obtener un fin, que es el aumento sistemático del rendimiento.

La adquisición de la condición física tiene una importancia máxima, con un carácter "casi de exclusividad" en el ***entrenamiento de mantenimiento propio del deporte para todos***. Aquí, el objetivo en cuanto a la motricidad es básicamente la condición física, porque su mejora asegura demostradamente una salud más estable, la prevención de enfermedades, la resistencia ante el estrés y otras facetas de la calidad de vida. El entrenamiento de la condición física encuentra aquí su justificación en sí mismo. Por su importancia dedicamos el último capítulo de este libro al "entrenamiento de mantenimiento".

En el ***deporte de rendimiento*** se distingue en principio entre la condición física general y la especial, esto es, una condición física que muestra el nivel general de los procesos energéticos del organismo y otra consistente en un moldeado de capacidades físicas propias de un deporte o disciplina concretos.

En el proceso evolutivo del rendimiento de la condición física (que dura años), el desarrollo de la rama general y el de la especial se fundamentan uno en otro, por decirlo de forma simplificada. Esta sucesión rige en parte para la ordenación temporal de los contenidos del entrenamiento dentro de un ciclo anual, de forma que la serie "entrenamiento general seguido del específico" se ha convertido en algo relativamente habitual en el trabajo de condición física de cada modalidad (MARTIN, 1977, 173 y ss.).

En relación con el entrenamiento de la condición física es necesario tomar dos decisiones en dos planos diferentes. En primer lugar sobre el rango, el contenido, esto es, la composición específica que ha de presentar y, en segundo lugar, sobre el grado de incidencia que hay que alcanzar entrenando esta síntesis compleja, pues el valor jerárquico, la estructura y la incidencia de este tipo de entrenamiento varían de una modalidad a otra. Así, cada modalidad desarrolla un *perfil* propio *de exigencia condicional* que contiene rasgos de incidencia extraordinariamente específicos.

Es tarea del diagnóstico del rendimiento propio de cada modalidad "construir" un perfil de exigencia de condición física adecuado a las necesidades de ésta, teniendo en cuenta los datos de la experiencia práctica y la planificación del entrenamiento. Ello es así porque en la mayoría de las modalidades no existen apenas resultados de investigaciones científicas sobre perfiles de exigencia, y la ciencia del entrenamiento en este ámbito se encuentra aún en estado embrionario. Por ello se pide que la mayoría de las modalidades desarrollen un diseño específico de condición física.

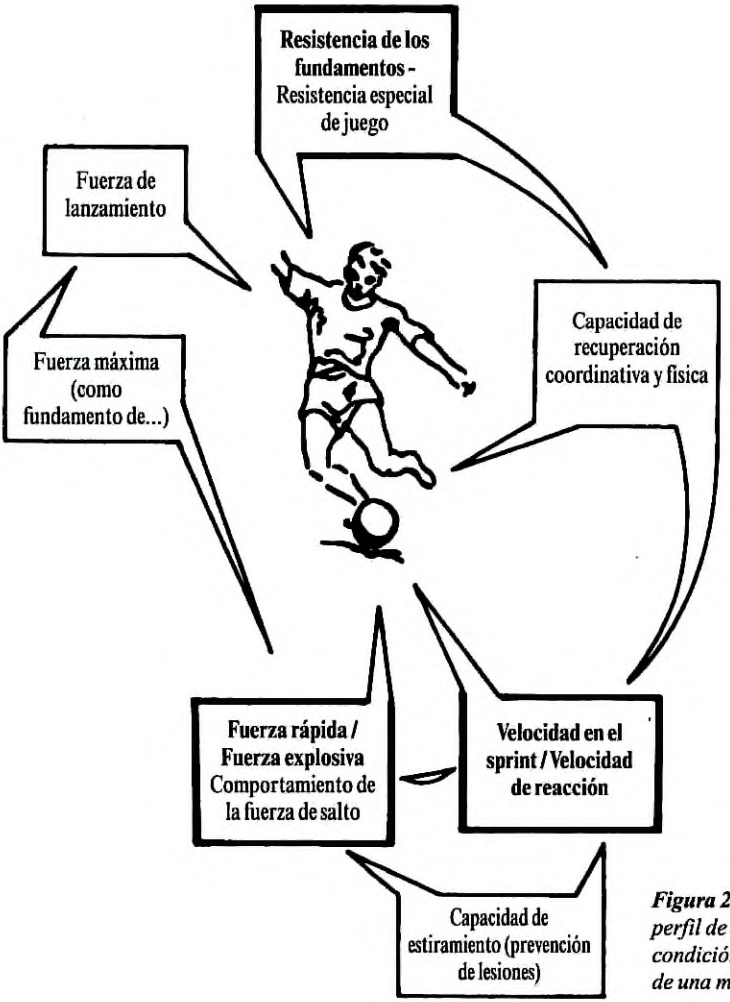


Figura 22: *Ejemplo de un perfil de exigencia de la condición física específico de una modalidad.*

3.1.4 La carga como magnitud metodológica que dirige el desarrollo de la condición física

El entrenamiento de la condición física se realiza a través de determinadas *técnicas motrices / ejercicios* y se vincula sistemáticamente con unas *cargas* para producir *formas de entrenamiento*. Aquí son las cargas las que dirigen el proceso evolutivo de la condición física.

Con la expresión ***carga de entrenamiento*** se entiende en general la magnitud del trabajo de entrenamiento producido (WERCHOSCANSKI, 1988, 87). El concepto sir-

ve, pues, de magnitud descriptiva para las exigencias planteadas por el entrenamiento (RÖTHIG, 1983, 419), responsables de aquellas modificaciones funcionales, bioquímicas, morfológicas y físicas que sostienen el desarrollo del rendimiento deportivo. La complejidad de la problemática de la carga ha llevado en el pasado a la metodología del entrenamiento a distinguir entre *carga externa* (como descripción metodológica de los componentes de la carga) y *carga interna* (como el proceso individual interno para asumir y tolerar la carga). Nosotros pensamos que este entramado de relaciones necesita una dilucidación conceptual. Por ello partimos en un primer momento de la siguiente explicación, bastante sencilla: una "exigencia de carga" en el entrenamiento de la condición física origina determinados "estímulos", que repercuten luego de forma individual como "desgaste" o fatiga (fig. 23). Por ello introducimos como *magnitud directora metodológica* el concepto "exigencia de la carga".

DEFINICIÓN:
La **exigencia de la carga** es una magnitud descriptiva en la metodología del entrenamiento para los tipos de esfuerzo en el entrenamiento. Sus componentes para la dirección del entrenamiento son el tipo de ejercicio, el volumen, la intensidad, la duración y la densidad de la carga.

Las exigencias de carga producen ***estímulos***. Un estímulo es, desde el punto de vista fisiológico, el desencadenamiento de un potencial de acción que despolariza la célula (SCHMIDT, 1977, 55), o bien una modificación físico-energética que excita los receptores del organismo (DREVER / FRÖHLICH, 1972, 227). No tiene mucho sentido, por tanto, hablar de intensidad, volumen, etc. del estímulo a la hora de fijar metodológicamente las exigencias de la carga, porque los estímulos sólo son mensurables en relación con su valor umbral, es decir, sólo necesitan alcanzar su valor umbral para producir la reacción correspondiente.

El ***desgaste o fatiga*** es la denominación que damos al esfuerzo que acarrean las funciones participantes en la realización del esfuerzo humano (CLAUSS, 1976, 61) y supone, por tanto, una distorsión del equilibrio interno a causa de la carga (NITSCH / HACKFORTH, 1987, 33 y s.). Sobre la base de esta diferenciación conceptual de "exigencia de la carga", "estímulo" y "fatiga" es posible describir sus relaciones mutuas de la siguiente manera:

La *incidencia de la exigencia de la carga* se calcula en metodología mediante la fijación de *componentes de la carga* (véase la definición), que han de ser descritos con la mayor precisión cuantitativa posible. Cuando un atleta, por ejemplo, concluye una carrera de una hora con un promedio de velocidad de 1 km / 4 min (= 4,16 m/s), estamos cuantificando la *duración* y la *intensidad de la carga* y presentándolas como magnitudes descriptivas de la exigencia de carga. La reacción individual ante estas exigencias de carga la denominamos –como hemos descrito– *desgaste*. Cuando dos deportistas entrenan según los componentes de carga establecidos en el ejemplo anterior, los desgastes

individuales que se producen pueden diferir considerablemente, y con ello las reacciones de adaptación resultantes pueden trascurrir de forma diferente. Si, por ejemplo, el deportista A corre esta prueba con un promedio de frecuencia cardiaca de 172 lat/min y un valor de lactato en la sangre de 4,3 mmol/l, y el deportista B sólo alcanza una frecuencia cardiaca de 156/min y un valor de lactato de 3,1 mmol/l, con toda seguridad los desgastes de cada atleta han tenido que ser diferentes. La pregunta de qué estímulos se han producido en ambos casos apenas se puede responder en el ámbito de la práctica. La figura 23 elucida nuevamente estas cuestiones de forma esquemática.

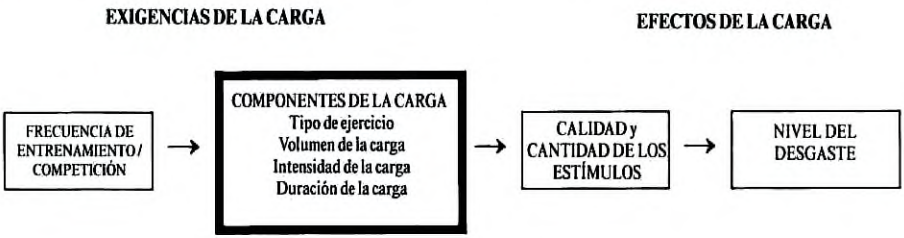


Figura 23: *Relaciones entre exigencias de carga, estímulo y desgaste.*

La frecuencia del entrenamiento y el volumen la, intensidad, duración y densidad de la carga son "magnitudes descriptivas" de las exigencias de la carga, que suministran una serie de datos sobre la forma en que se realiza un tipo de ejercicio, esto es, con qué volumen, intensidad, frecuencia, y duración, y con qué tipo de descanso.

1. El ***volumen de la carga*** se determina mediante las longitudes de terreno que hay que recorrer, el peso global de las resistencias externas, el número de repeticiones y los tiempos de entrenamiento. Las *unidades* son: kilómetros, kilogramos, repeticiones, horas y minutos.
2. La ***intensidad de la carga*** se determina mediante el grado de fatiga y la forma de realización del ejercicio. Las *unidades* de intensidad son: espacio de tiempo en minutos y segundos, velocidades en metros/segundo, kilómetros/minuto, pero también magnitudes fisiológicas como por ejemplo frecuencia cardiaca, mmol/l de lactato o vatios; en el entrenamiento de la fuerza, el peso en kg, cifras de porcentaje respecto de la mejor marca o 1RM, submáxima o mínima.
3. La ***duración de la carga*** se determina mediante el tiempo en el que actúa la carga. Sirve también, junto a la distancia, para determinar la intensidad; las *unidades* para la duración son segundos, minutos y horas.

4 La ***densidad de la carga*** se determina mediante la sucesión temporal de cargas concretas, esto es, mediante la relación de carga y recuperación. Las *unidades* de densidad son intervalo de tiempo y descansos entre cargas sueltas en segundos, minutos.

3.1.5 Procesos biológicos de adaptación como requisito para el desarrollo de la condición física

Para la explicación de los procesos de adaptación, y por tanto de los efectos del entrenamiento, la metodología del entrenamiento acostumbra a servirse del *modelo teóri-*

Tabla 6: *Determinación de los componentes de las exigencias de la carga en los entrenamientos de la fuerza, velocidad y resistencia.*

	Entrenamiento de fuerza	Entrenamiento de velocidad	Entrenamiento de resistencia
Volumen de la carga Se determina mediante:	(1) El peso (kg) desplazado en una SE (sesión) con una determinado ejercicio (2) Número (n) de (repeticiones) de determinados ejercicios (saltos, lanzamientos, etc.)	(1) La longitud de los trayectos (m), series y repeticiones realizadas en una SE con una determinada forma de ejercicio (2) Número (n) de (repeticiones) de determinadas formas de ejercicio	(1) La longitud de los trayectos (m, km), sus series y repeticiones realizadas en una SE con una determinada forma de ejercicio
Intensidad de la carga Se determina mediante:	(1) La magnitud del impulso (N) de un ejercicio (2) El porcentaje (%) de la fuerza máxima concéntrica (3) El porcentaje (%) de la fuerza máxima isométrica (4) La calidad del impulso de una forma de ejercicio (en saltos, tiros, etc.: máxima, submáxima)	(1) El porcentaje (%) referido a los valores de velocidad máximos en una forma de ejercicio (2) la calidad de impulso de una determinada forma de ejercicio (máxima, submáxima) (3) La frecuencia de movimientos dentro de un tiempo establecido	(1) La velocidad de movimiento (m/s; km/min; km/h) (2) El promedio de frecuencia cardiaca (lat/min) mantenido en un trayecto (3) El porcentaje (%) de un determinado rendimiento en un trayecto o de otro valor
Duración de la carga Se determina mediante:	(1) La duración (s; min) de una serie de ejercicios con o sin frecuencia establecida (por ejemplo el entrenamiento en circuito)	(1) El tiempo (s) para recorrer una distancia determinada (2) El tiempo (s) para una cifra determinada o indeterminada de repeticiones del movimiento	(1) El tiempo (s; min; h) para recorrer una distancia determinada
Densidad de la carga Se determina mediante:	(1) El tiempo de descanso (s; min) entre repeticiones o series	(1) El tiempo de descanso entre distancias parciales, repeticiones o series (2) Una determinada relación (1:2; 1:3;) entre duración de carga y tiempo de descanso	(1) El tiempo de descanso entre distancias parciales, repeticiones o series (2) Una determinada relación (1:2; 1:3;) entre duración de carga y tiempo de descanso

co de la *supercompensación*, e incluso le ha atribuido como principio una posición jerárquica preeminente (ZIMMERMANN; en RÖTHIG, 1983, 423 y s.). Con ello se da a entender que las cargas físicas con su correspondiente desgaste deberían necesariamente originar una supercompensación. Este punto de vista debe ser corregido, pues la supercompensación sólo se puede relacionar experimentalmente con los procesos del metabolismo del glucógeno. Pero también aquí es preciso hacer distinciones según el nivel de partida, tipo de carga, nutrición y otros influjos. Por ello la validez de los procesos: → carga → fatiga → recuperación → supercompensación, dispuestos sobre el eje del tiempo (fig. 24), no ha sido suficientemente demostrada, incluso con el metabolismo del glucógeno (BLOM et al., 1987). La transferencia del modelo de la supercompensación a otros ámbitos del metabolismo no es admisible.

Para que la exposición resulte completa creemos adecuado comentar brevemente el modelo teórico de la supercompensación:

3.1.5.1 El modelo teórico de la supercompensación

Según este modelo teórico, todos los órganos y sistemas del cuerpo en reposo se encuentran en un *estado de disponibilidad para la reacción*. Este estado se denomina ***homeostasis***, esto es, estado de equilibrio del organismo, o en expresión de JAKOWLEW (1972, 367), mantenimiento del estado bioquímico del medio interno del organismo. Ahora bien, todo organismo tiende a mantener el equilibrio dinámico, la homeostasis, incluso ante exigencias de rendimiento elevadas.

Ante determinadas exigencias de carga se originan estímulos que ponen a funcionar de distintas maneras el proceso del metabolismo, el suministro de sangre y oxíge-

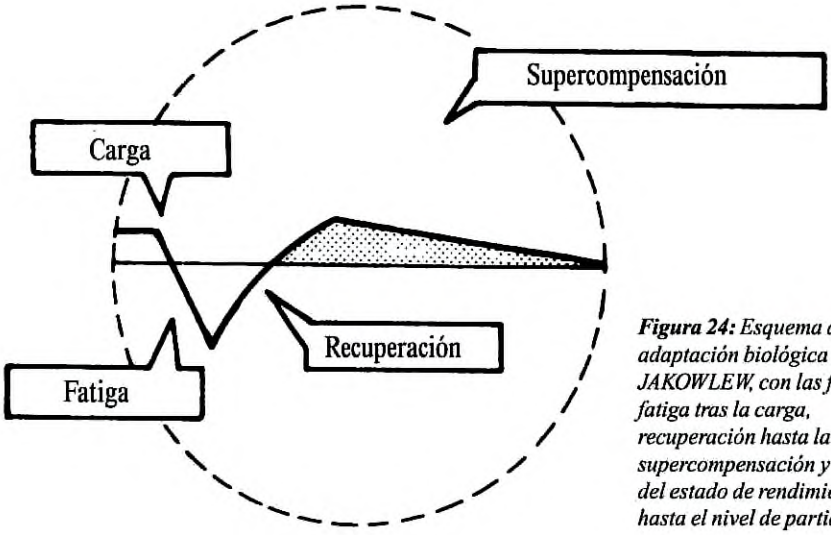


Figura 24: *Esquema de la adaptación biológica según JAKOWLEW, con las fases de fatiga tras la carga, recuperación hasta la supercompensación y vuelta del estado de rendimiento hasta el nivel de partida.*

no, y otros mecanismos de regulación. Este *desgaste* desencadena inmediatamente un *proceso de fatiga* al que sigue una *fase de recuperación*. Además, los procesos de recuperación tras un desgaste suficientemente elevado muestran un exceso de compensación. Las reservas de energía y los mecanismos metabólicos y de regulación no sólo vuelven al punto de partida de antes de la carga, sino que lo sobrepasan por un periodo de tiempo breve. Esto tiene como consecuencia que la capacidad energética de rendimiento del organismo que ha sido sometido a desgaste sea también temporalmente más alta. Este mecanismo biológico recibe el nombre de ***supercompensación***.

Si el organismo, esto es, determinados sistemas en estado de supercompensación, es sometido a una nueva carga del tipo de la precedente, vuelve entonces a tener lugar la misma secuencia de desgaste y recuperación orgánica. Se produce en una *acumulación y un reforzamiento de los efectos de supercompensación*, y probablemente una ***adaptación*** en el organismo en el sentido de un aumento del estado de rendimiento energético. De esta forma, el nuevo estado de equilibrio, esto es, la nueva *homeostasis*, se ha instalado en un nivel de exigencia superior (FINDEISEN / LINKE / PICKENHAIN, 1980, 213).

Cuando se alcanza una reacción de adaptación, el ámbito de cargas límite se desplaza hacia arriba. Si se quiere conseguir nuevos efectos de carga será necesario aumentar éstas (FINDEISEN / LINKE / PICKENHAIN, 1980, 212). Los efectos del organismo ante una carga idéntica no son constantes, porque las modificaciones biológicas disminuyen con una adaptación ante cargas dadas. Tan pronto como se ha conseguido adaptarse a una carga determinada, la supercompensación deja de aparecer, esta carga deja de producir modificaciones positivas. Para alcanzar nuevas mejoras de las potencialidades funcionales será necesario aumentar el volumen y la intensidad de la carga.

3.1.5.2 Nuevos hallazgos científicos sobre la adaptación al entrenamiento

La literatura médico-fisiológica siempre ha mostrado bastantes reservas al tratar la problemática de la adaptación en el sentido de la supercompensación (HOLLMANN / HETTINGER, 1976, 1980; DE MARÉES, 1979, etc.), porque la supercompensación, hasta ahora, no se había vuelto tan demostrable, ni experimental ni teóricamente, como el modelo pretendía (fig. 24). Por ello, no nos parece justificado elevarla a la categoría de principio (ZIMMERMANN, 1983), pues sólo parece haber posibilidades de resolver esta problemática, a saber, la de los efectos del entrenamiento producidos por adaptaciones orgánicas, si se pone en relación estas adaptaciones con las cargas de entrenamiento responsables de ellas y si los efectos del entrenamiento pueden ser descritos con un análisis de tendencia sobre el plano temporal. Hemos de considerar la posibilidad, además, de que las modificaciones de parámetros de la condición física hayan de ser evaluadas de forma individual y no sean, por tanto, explicables sobre la base de una teoría tan generalizadora como la de la supercompensación.

Siguiendo a WERCHOSCANSKI, 1988, 32 y ss.) y MADER (1989), intentaremos exponer y presentar a discusión un nuevo modelo teórico para el problema de las *adaptaciones*. El punto de partida de este modelo será la tesis siguiente: *el moldeado de los*

procesos de adaptación no puede considerarse infinitamente prorrogable, ni a corto ni a largo plazo. El modelo de la supercompensación podría admitir la posibilidad de adaptaciones continuadas permanentemente. No obstante, los experimentos indican que tras repetidas adaptaciones a un nivel de rendimiento más alto, el margen de maniobra para seguir elevando este nivel disminuye constantemente. Esto permite concluir que el volumen global de las capacidades de adaptación del organismo tiene un límite genéticamente determinado.

Este límite, condicionado individualmente, de capacidad de adaptación agotable se denomina *reserva de adaptación* (MADER, 1989). Aparte de esta reserva de adaptación individual, existe en cada momento una determinada *capacidad funcional actual*, que se corresponde con el nivel de rendimiento presente y es el resultado de anteriores procesos de adaptación (efectos del entrenamiento). Esta capacidad determina el nivel superior de la *reserva funcional* actualmente disponible, que se puede definir como la diferencia momentánea entre la capacidad funcional y el desgaste. La fig. 25 muestra esquemáticamente estas relaciones.

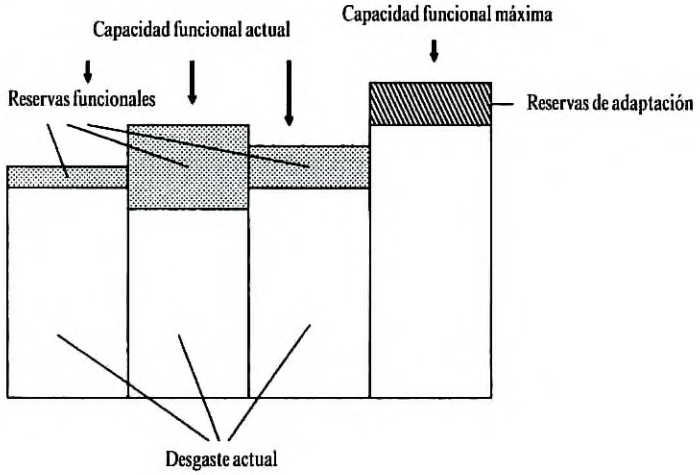


Figura 25: *Esquema de las relaciones que mantienen la capacidad funcional actual A, B y C, la reserva funcional como diferencia entre capacidad funcional y desgaste actual, y la capacidad funcional máxima con la reserva de adaptación.*

Según este modelo, podemos considerar que la exigencia de carga es óptima cuando las reservas funcionales actuales se *desgastan* hasta las proximidades de la capacidad funcional actual. Si las exigencias de carga y los desgastes que de ellas resultan son inferiores a las reservas funcionales disponibles o la capacidad funcional actual se ve

superada, el efecto del entrenamiento resultará en ambos casos menor del esperado (WERCHOSCHANSKI, 1988, 42).

Los métodos para valorar el agotamiento en cada instante de las reservas funcionales podrían obtenerse una vez que definimos el valor idóneo de la síntesis de proteínas (MADER, 1981). Sobre este aspecto no vamos a profundizar aquí. En la parte práctica del entrenamiento es posible aplicar procedimientos adecuados de diagnóstico del rendimiento, que registran determinados parámetros ininterrumpidamente en paralelo al proceso de entrenamiento correspondiente. Sobre la base de mediciones continuas de rendimientos de entrenamiento, WERCHOSCANSKI ha podido demostrar, en deportes de fuerza rápida, la existencia de dos transcursos dinámicos diferentes de los efectos de entrenamiento (fig. 26).

La primera forma de evolución del rendimiento (fig. 26a) resultó de un aumento progresivo del volumen de la carga, con lo cual las reservas funcionales no se agotaron de forma óptima y las pérdidas de energía pudieron, pues, ser compensadas de forma continua. Los análisis que constatan un transcurso semejante de los efectos del entrenamiento apuntan así a una constante compensación de las pérdidas energéticas. Con deportistas jóvenes y al margen de la elite absoluta, es aconsejable buscar que la dinámica de las cargas y la evolución de los efectos del entrenamiento discurran de manera similar.

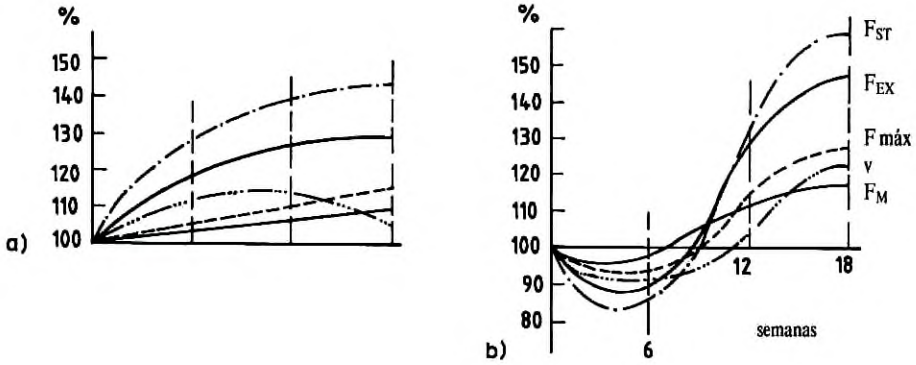


Figura 26: *Dos formas de procesos de adaptación diferentes (efectos de entrenamiento) en el proceso de entrenamiento de modalidades de fuerza rápida. F_M = Fuerza máxima; F_{EX} = Fuerza explosiva; F_I = Fuerza inicial; F máx. = Máximo de fuerza explosiva; v = velocidad de movimiento (según WERCHOSCHANSKI, 1988, 44).*

En la cúspide del rendimiento se recomienda intentar la segunda variante de la dinámica de las cargas (fig. 26b), puesto que, según WERCHOSCHANSKI (1988, 44), ésta ha demostrado su eficacia en todas las disciplinas de fuerza rápida. Aquí se entrena con un considerable volumen en la primera mitad de la primera etapa de la pretemporada, en un ámbito de desgaste de la *capacidad funcional actual*; esto conduce a un descenso del rendimiento importante, pero estable. Tras una disminución del volumen de carga se llega a la pretendida adaptación en el sentido de un efecto de entrenamiento a largo plazo y retardado. En el apartado 5.1.3 volveremos a ocuparnos de esta problemática, pues la duración de estas decisiones de entrenamiento influye notablemente sobre los efectos del entrenamiento a largo plazo (adaptaciones). Como resultado de estas consideraciones podemos en un primer momento establecer lo siguiente:

Las exigencias de carga correctas conllevan desgastes que agotan las *funciones de reserva actuales* de forma óptima. El efecto del entrenamiento es creciente hasta un determinado nivel. Los *volúmenes de carga elevados* ocasionan desgastes en el ámbito de la *capacidad funcional actual* y, en parte, más allá de éste. Con una dosificación de carga correcta se produce en un primer momento una disminución del rendimiento, y reduciendo la carga a un volumen menor, si bien con mayor intensidad, se produce un *efecto de entrenamiento retardado a largo plazo* (fig. 26).

3.1.6 La realización del ejercicio en el entrenamiento de la condición física

En la figura 23 se puede ver que otro componente de la exigencia de la carga es el *tipo de ejercicio* con el que se entrena. Con ello queremos decir lo siguiente: las exigencias de carga sólo son realizables sobre la base de su transformación en secuencias motrices. Esta transformación está condicionada, desde el punto de vista del contenido, por la realización del ejercicio. Basándonos en nuestros análisis de la praxis, los contenidos del entrenamiento de la condición física consisten en ejercicios que emplean (1) determinadas *formas de ejercicio*, (2) *formas de juego y competición* y (3) *técnicas deportivas*:

1. Las ***"formas de ejercicio"*** son secuencias motrices elaboradas que se ejecutan con y sin aparatos, con resistencias externas diversas y variables y con un objetivo preciso en cuanto al contenido. El criterio más importante para el empleo y el modo de realización de un determinado tipo de ejercicio es el *objetivo* planteado, por tanto, la pregunta de qué se ha de conseguir con la forma de ejercicio en cuestión. En el entrenamiento condicional (sobre todo en el de fuerza, velocidad y movilidad) se han impuesto aquellas formas de ejercicio cuya eficacia en relación con el objetivo es demostrable o se puede calificar como buena.
2. Las ***"formas de juego y competición"*** configuran el ejercicio en el marco de una idea de juego o de competición. Estas formas del entrenamiento de la condición fí-

sica no sólo se justifican en el ámbito infantil o juvenil, sino también, por ejemplo, al trabajar la velocidad en el *sprint*, donde es posible utilizar persecuciones con muchas variantes, o juegos de atrapar al contrario; asimismo, en el entrenamiento de la resistencia, en el que se puede utilizar los relevos o la "carrera de seis días" como formas de entrenamiento en intervalos, y, naturalmente, en el entrenamiento de la condición física de todas las modalidades de juego y de lucha que hayan elaborado en la praxis formas variadas de juego y competición. El entrenamiento con formas de juego y competición se puede configurar para que ejerza un efecto complejo sobre los supuestos básicos de la modalidad, a la vez que aporta variedad dentro de la monotonía del entrenamiento.

3. Con ***"técnicas deportivas"*** se trabaja sobre todo en los entrenamientos de resistencia y velocidad, modificándolas en parte mediante su ejecución a cámara lenta o acelerada, distintos aparatos (p. ej., esquís con ruedas en lugar de esquís normales), mayores resistencias externas, mediante perfiles de terreno adecuados, limitaciones de la extensión de los movimientos (p. ej., solamente trabajo de piernas en natación), etc.

En el entrenamiento de la condición física se impone la repetición de un determinado número de formas de ejercicio, juego y competición de acuerdo con un método. No hemos de concluir por ello que las repeticiones se realicen siempre con idéntico transcurso y el mismo efecto. La repetición es el acontecimiento significativo del ejercicio o del entrenamiento. *En la praxis se ha de prestar atención en todo momento, pues, a la repetición de una misma forma de ejercicio o de juego, a conseguir el objetivo que sirve de base a ésta*, esto es, se ha de examinar si la calidad de la ejecución se corresponde aún con la intención o el objetivo inherentes a ella. El ejercicio no ha de convertirse en una mera reproducción. Esto es un peligro que entraña a menudo la praxis del entrenamiento, porque en estos casos sólo se toma en consideración la exigencia de una cifra de repeticiones, pero no la tarea que sirve de base al contenido ni por tanto la calidad del ejercicio. Ya en 1971 escribía HARRE (62) que la forma de ejercicio es el instrumento más importante para mejorar el rendimiento en el deporte. Ciertamente, este aserto no se puede mantener sin una serie de modificaciones. Pero las siguientes circunstancias son importantes para entrenadores, preparadores físicos y deportistas:

Existe una larga serie de resúmenes y catálogos de formas de ejercicio para el trabajo de la fuerza, la velocidad, la flexibilidad y el estiramiento, pero aún no existe una estructuración con fundamento científico de aquéllas en relación con su función y su eficacia. La *elección* y la *aplicación* de las formas de ejercicio, juego y competición, y de las técnicas deportivas en el entrenamiento de la condición física, están sometidas a las decisiones del entrenador, el preparador físico o el profesor de Educación Física. Esto supone el riesgo de aplicar reiteradamente formas adquiridas por tradición, sin cuestionar la posible existencia de una forma de entrenamiento más eficaz. La elec-

ción de la forma de ejercicio correcta necesita unos métodos, esto es, debe efectuarse con la ayuda de determinados criterios como (1) la *idoneidad* con vistas al objetivo del entrenamiento, (2) un alto grado de *viabilidad*, (3) la *eficacia* y (4) la *inocuidad* (MARTIN, 1977, 43).

Es cierto que estos criterios presentan un carácter muy general, pero si los entrenadores se sirvieran de ellos como criterios de calidad para sus decisiones, muchas formas de entrenamiento serían examinadas con mayor espíritu crítico y posiblemente sustituidas por otras.

3.1.7 Los métodos del entrenamiento de la condición física

El entrenamiento de la condición física tiene siempre una finalidad concreta y adopta unas decisiones en consonancia con ésta. No conviene separar los métodos aplicados de las decisiones sobre objetivos y contenidos, porque las decisiones metodológicas dan por supuestas las de contenido. En el apartado 1.2.2.4 ya hemos descrito en qué consisten los métodos del entrenamiento. Según lo dicho entonces, determinan el "cómo" de la realización del entrenamiento. Se dirigen a (1) el establecimiento de los objetivos, (2) las condiciones marco (aparatos, espacio, medios) y (3) el estado de entrenamiento del sujeto, y adquieren sus condiciones de subjetividad mediante las formas de acción de los entrenadores / preparadores.

Según esta visión de los hechos, el entrenamiento en circuito, por ejemplo, no es aún un método de entrenamiento de la condición física. Únicamente describe una determinada forma de organización. Sólo la distribución o el orden de cada ejercicio que deba realizarse, o las indicaciones de carga como el número de repeticiones y longitud de las pausas pueden ser considerados decisiones metodológicas y pueden, por ejemplo, convertir un determinado circuito de entrenamiento en un *método* de desarrollo general de fuerza o resistencia. En el ámbito de la condición física, según esto, el método de entrenamiento propiamente dicho lo determinan, en primer lugar, la *exigencia de la carga*, esto es, la fijación del volumen, la intensidad, la duración y la densidad de las cargas; en segundo lugar, la *organización* de la secuencia de entrenamiento (circuito, estaciones, juegos o competiciones), en tercero, la *realización del ejercicio*, y en último lugar las formas de acción de los entrenadores. De la unión de estos cuatro componentes han surgido diferentes métodos de entrenamiento de la condición física. Nosotros no podemos compartir la simplificación que a veces se adopta en metodología, según la cual todos los métodos se pueden retrotraer a los principios de la duración, el intervalo o la repetición, así como a la competición y al control, y deben ser válidos para el conjunto del entrenamiento de la condición física (SCHOLICH, 1979, 31 y ss.; LETZELTER, H., 17 y ss.); nuestra discrepancia se justifica por las posibilidades metodológicas existentes en la praxis y por el número de componentes que constituyen un método. La tabla 7 proporciona una visión de conjunto de los métodos más importantes en el entrenamiento de la condición física.

Tabla 7: Sinopsis de los métodos más importantes en el entrenamiento de la condición física.

Entrenamiento de la resistencia	Entrenamiento de la fuerza	Entrenamiento de la velocidad	Entrenamiento de la flexibilidad
Continuos Métodos de: – Intermitentes – Intervalos – Repetición – Competición – Control Formas de juego	Métodos de: – Empleo breve de la fuerza máxima – Cargas submáximas repetidas – Entrenamiento de la fuerza rápida – Entrenamiento para el desarrollo de la fuerza reactiva – Fuerza resistencia – Entrenamiento especial de la fuerza, etc.	Métodos de: – Intervalos (intensivos) – Repetición – Entrenamiento de reacción – Competición Formas de juego	Métodos de: – Movilidad articular – Estiramiento (stretching)

A continuación vamos a describir una por una las capacidades de la condición física en el siguiente orden: fuerza, velocidad, resistencia y movilidad, y tendremos particularmente en cuenta los aspectos metodológicos.

3.2 Fuerza y entrenamiento de la fuerza



El entrenamiento de la fuerza es hoy en toda modalidad o disciplina deportiva un ingrediente básico del entrenamiento de la condición física, aun cuando en determinadas disciplinas, como por ejemplo en el ámbito de la resistencia o el deporte colectivo existan todavía justificadas reservas sobre la idoneidad de las cargas que se suelen aplicar. Más aún, el entrenamiento de la fuerza ha alcanzado una creciente orientación popular bajo las formas del culturismo, *body-building* o bioentrenamiento, y se aplica con unos métodos muy selectivos, sirviéndose de aparatos electrónicos tanto en los gimnasios como en los centros para la rehabilitación de lesiones. El amplio espectro de aplicación del entrenamiento de fuerza, y una serie de nuevos hallazgos de la investigación (BÜHRLE; SCHMIDTBLEICHER; LETZELTER; LEHNERTZ), que permiten profundizar en la fundamentación científica del entrenamiento de la fuerza, exigen no sólo una actualización de los esquemas vigentes en la metodología, sino también, en parte, nuevas premisas teóricas para comprender el concepto de fuerza, así como la revisión de diferentes métodos con sus dosificaciones de carga características.

3.2.1 Fuerza y rendimiento muscular - Características y conceptos

Los rendimientos deportivos son ante todo rendimientos motrices, y los movimientos descansan sobre el efecto acelerador de las fuerzas. Desde esta perspectiva es posible describir el efecto de la fuerza muscular basándose en gran medida en las *leyes mecánicas*. No obstante, la definición física de la fuerza es insuficiente para un entendimiento global de la capacidad de condición física denominada "fuerza".

Como magnitud física, la fuerza describe la interacción mecánica entre los cuerpos. A causa de esa interacción los cuerpos sufren deformaciones (= efecto deformante de la fuerza) y, en determinadas condiciones, una modificación de su estado de inercia (= efecto dinámico de la fuerza). Se puede calcular la intensidad de la fuerza midiendo la deformación producida en instrumentos de medición calibrados (dinamómetros, bandas extensométricas, etc.) o bien a partir de la *modificación de los estados de inercia* de los cuerpos sometidos a ella. La fórmula para el cálculo de la ***fuerza*** es: F = m.a (fuerza (F) igual a masa (m) por aceleración (a)). Como unidad de medida para la fuerza se emplea hoy el newton (N). 1 N equivale a la fuerza constante que produce la aceleración de un kilogramo de masa en un segundo, desde el estado de reposo hasta la velocidad de 1 m/s (el kilopondio, unidad de medida en desuso, tiene un valor de 9,81 N).

Sin embargo, hemos de describir *los rendimientos de la fuerza de los músculos* de una forma diferente. No podemos tratar las fuerzas musculares sólo como fuerzas resultantes, puesto que sus efectos sobre los movimientos son provocados por un sistema de *cadenas de miembros* con *uniones musculares* (apartado 3.2.3.1) que dispone de muchos grados de libertad en lo referente a las posibilidades de movimiento. Aquí se incluye a la mayoría de las articulaciones, en las que algunos grupos musculares los llamados *sinergistas* desarrollan fuerzas en la misma dirección, mientras que otros los llamados *antagonistas* lo hacen en sentido contrario. Debido a la disposición espacial de las articulaciones y de la musculatura que las activa, se produce un *modus operandi* de este sistema por el cual la transmisión de fuerzas a las articulaciones participantes se lleva a cabo a través de los momentos de giro que se producen en cada instante. En el apartado 3.2.3.1 trataremos este asunto con más detalle. Aquí nos limitaremos a señalar que la descripción, con categorías puramente mecánicas, del comportamiento de la fuerza en la actividad deportiva es un proceso extremadamente complicado y por el momento apenas realizable. Para caracterizar la fuerza en tanto que capacidad de la condición física tenemos que recorrer, pues, otro camino que nos permita comprender suficientemente este entramado de causalidades. Para ello es posible enhebrar los siguientes argumentos:

La producción de fuerza es uno de los rasgos esenciales del rendimiento muscular, y para este cometido el músculo esquelético presenta una elevada capacidad debido a su microestructura. Como ya hemos descrito en el apartado 1.2, la transferencia de energía por unidad de tiempo efectuada desde una forma de energía a otra o desde un sistema a otro se denomina rendimiento. Durante la actividad corporal, la *energía bioquímica* suministrada por los sistemas digestivo, respiratorio y circulatorio es transfor-

mada en los músculos en *fuerza* y *calor*. La cantidad de trabajo producido en la unidad de tiempo más la cantidad de calor desarrollada se corresponde con el ***rendimiento muscular*** fisiológico.

Del conjunto del *rendimiento muscular fisiológico*, la parte que interesa en relación con el rendimiento deportivo es aquella que se transforma en trabajo. Dado que el *trabajo* (W) se define en física como fuerza (F) multiplicada por espacio (s) (W = F.s), obtenemos para el *rendimiento mecánico* (P [= potencia]), que es el trabajo por unidad de tiempo (t), la fórmula *fuerza por espacio dividido entre tiempo (P = F.s/t)*. Ahora bien, espacio por unidad de tiempo (s/t) equivale a velocidad, y por ello el rendimiento mecánico puede definirse también como el producto de fuerza y velocidad (F.v). Con ello hemos establecido un vínculo lingüístico inmediato con un *objetivo* esencial *del entrenamiento*, concretamente el aumento de la *velocidad de producción de fuerza* como requisito previo para la obtención de mayores rendimientos deportivos. La mejora de la *capacidad de inervación de los músculos* sirve para ello de base funcional. Es evidente además que otro objetivo básico del entrenamiento de la fuerza debe ser la creación de una base estructural para la producción de fuerza *muscular adecuada a la modalidad deportiva*. Así, hemos planteado ya las dos ***finalidades*** primordiales del entrenamiento de la fuerza general: (1) *La mejora de la capacidad de inervación de los músculos* como condición para incrementar la rapidez de la producción de fuerza; (2) *la ampliación del potencial energético de los músculos* mediante la hipertrofia de las estructuras musculares como base para incrementar el nivel de fuerza en los músculos. A esto se añade la *mejora del flujo energético* en el músculo como nuevo objetivo del entrenamiento para optimizar la capacidad de fuerza (apartado 3.2.5.1).

La definición del concepto *capacidad de fuerza* ha experimentado una restricción en la metodología del entrenamiento, pues todos los movimientos humanos y las posturas corporales son provocados por fuerzas, como ocurre, por ejemplo, con la carrera de larga duración, que en consecuencia habría que clasificar dentro del ámbito del comportamiento de la fuerza; pero esta lógica no se aplica entre los teóricos. Así, por ejemplo, propone BÜHRLE (1985, 82), siguiendo a HETTINGER (1964, 51; en BÜHRLE, *ibíd.*), que se hable sólo de comportamiento de fuerza cuando se realicen movimientos de fuerza que excedan en más de un tercio los valores de fuerza realizables por el individuo; de este modo sería posible la distinción teórica entre comportamientos de fuerza, resistencia y velocidad. En relación con esto, la capacidad de fuerza podría definirse de la siguiente manera:

DEFINICIÓN:

La **capacidad de fuerza** es la base de la condición física que subyace a los rendimientos musculares de aplicación de la fuerza cuando el valor de estos rendimientos es superior al 30 % aproximadamente de los máximos realizables por el individuo en cada momento.

3.2.2 Estructuración y manifestaciones de la fuerza

Basándose en los resultados del llamado análisis dimensional, BÜHRLE / SCHMIDTBLEICHER (BÜHRLE, 1985, 1989; SCHMIDTBLEICHER, 1984; BÜHRLE / SCHMIDTBLEICHER, 1981) recomiendan la subdivisión de la fuerza en las llamadas capacidades complejas como *fuerza máxima*, *fuerza rápida* y *fuerza resistencia*. Otras formas de clasificación, como por ejemplo la de fuerza de golpeo, de lanzamiento, de salto, de *sprint*, etc., que propone por ejemplo LETZELTER (1978, 81; citado en BÜHRLE, 1985, 82), son apropiadas para elucidar la fijación de objetivos especiales en el entrenamiento práctico, pero sin embargo mezclan en exceso los aspectos coordinativos de la fuerza con los de la condición física, o sea, energéticos, y no permiten que el rendimiento autónomo de los músculos se destaque suficientemente en un primer plano. Dado que consideramos la fuerza como una capacidad de la condición física, los aspectos relativos a esta última han de tener, en nuestra opinión, un lugar dominante en la jerarquía clasificatoria. En la situación actual de nuestros conocimientos parece razonable una clasificación en *fuerza máxima*, *fuerza rápida*, *fuerza reactiva* y *fuerza resistencia*.

Antes de pasar a ocuparnos en detalle de estas manifestaciones de la fuerza, queremos hacer hincapié en la siguiente circunstancia: los conceptos fuerza máxima - fuerza rápida - fuerza reactiva - fuerza resistencia no deben encontrarse en el mismo nivel en una clasificación, sino más bien disponerse de forma que la fuerza rápida, la fuerza reactiva y la fuerza resistencia dependan en gran medida del potencial de fuerza disponible y voluntaria, es decir, de la fuerza máxima. Por ello han de situarse jerárquicamente por debajo de ésta.

3.2.2.1 Fuerza máxima

Tradicionalmente, la metodología del entrenamiento establece distinciones dentro de la fuerza máxima de acuerdo con los *tipos de trabajo* de los músculos (superar, mantener y ceder) y con los ***tipos de contracción*** que se realizan acompañando a éstos (*concéntrica*, *isométrica* y *excéntrica*).

BÜHRLE (1985, 87 y ss.) y SCHMIDTBLEICHER (1984, 1786) se oponen a dividir la fuerza máxima en una isométrica y una concéntrica. Aducen sobre el particular que si una persona puede aún levantar una carga de peso próxima a su límite personal, ha de desarrollar en primer lugar una fuerza opuesta a esta resistencia. En ese momento, los músculos trabajan isométricamente; así, el peso se puede levantar sólo con gran lentitud. Esto significa que para la aceleración se pueden emplear sólo una cantidad de fuerza muy escasa. Por tanto la fuerza máxima concéntrica se aproxima a la isométrica.

Los ***valores de fuerza máxima concéntricos*** se hallan entre el 5 y el 20 % aprox. por debajo de los valores isométricos alcanzables, dependiendo del procedimiento de medición empleado y/o del músculo / grupo muscular testado. No obstante, cuanto mejores son el nivel de fuerza y el estado de entrenamiento más escasa es la diferencia entre la fuerza máxima concéntrica y la isométrica.

Sin embargo, la equiparación entre fuerza máxima concéntrica e isométrica que proponen BÜHRLE / SCHMIDTBLEICHER no tiene mucho sentido desde el punto de vista de la mecánica molecular. Es cierto que el proceso del desarrollo inicial de fuerza no se diferencia en ambas formas, pero, en cambio, con el trabajo que se realiza en el momento de mantenerla se originan otras modalidades energéticas que difieren respecto del trabajo de mover: en efecto, al mantener una fuerza no se origina un proceso de deslizamiento entre los miofilamentos gruesos y los finos, que es lo que modifica, obstaculizándola, la producción de fuerza y la transformación de energía (LEHNERTZ, 1984, 30; 1988b, 48) (apartado 3.2.3.2).

¿Dónde hemos de ubicar, en este contexto, la ***fuerza máxima excéntrica***? ¿Podemos considerarla como una dimensión autónoma? Como punto de partida se puede afirmar que la fuerza máxima excéntrica puede ser entre un 5 y un 45 % mayor que la isométrica (BÜHRLE, 1985, 89). Esto se ha explicado hasta ahora de la siguiente forma: En el estiramiento del sistema músculo-tendinoso activado, las fuerzas de elasticidad pasivas se añaden a la cantidad de fuerza transformada por la activación voluntaria. Además, al estirarse el músculo por la acción de los husos neuromusculares activados, aparecen reflejos de estiramiento que producen un aumento de la actividad de inervación y con ello una contracción más fuerte (SCHMIDTBLEICHER, 1984, 1786). También en este punto mantenemos un punto de vista diferente, basándonos en aspectos de la mecánica molecular, como ocurría al explicar la fuerza máxima isométrica y concéntrica (LEHNERTZ, 1988a, 112 y s.) (apartado 3.2.3.2).

Podemos afirmar con un fundamento empírico que mediante la inervación voluntaria sólo es posible movilizar una parte del total de la fuerza disponible. Así, por ejemplo, las personas normales (no sometidas a entrenamiento) sólo pueden activar voluntariamente el 70 % de su llamada *fuerza absoluta*. El potencial de fuerza no activable voluntariamente se denomina *reserva autónoma* y el valor límite de fuerza alcanzable voluntariamente *umbral de movilización* (BÜHRLE, 1985, 90). Con ayuda de la electroestimulación es posible activar estas reservas de fuerza. *Según esto, la fuerza absoluta es la fuerza que desarrolla un músculo sometido a la máxima estimulación eléctrica y en condiciones isométricas.*

De aquí resulta que la fuerza máxima está condicionada por la parte voluntariamente activable de la fuerza absoluta. A su vez, la fuerza absoluta depende de la sección transversal y la composición del músculo. Representa el conjunto del potencial disponible de fuerza muscular. Con la ayuda de este esquema sería posible averiguar si la capacidad de fuerza máxima puede ser mejorada, y en qué medida, sin un aumento de la sección transversal muscular y por tanto sin aumento de peso. Siguiendo a HARRE (1979; 1986), LETZELTER (1986) y otros, se puede deducir el concepto de fuerza máxima a partir de esta trama de relaciones mutuas:

DEFINICIÓN:

La **fuerza máxima** es la mayor fuerza posible que el sistema neuromuscular es capaz de ejercer con la máxima contracción voluntaria.

3.2.2.2 Fuerza rápida

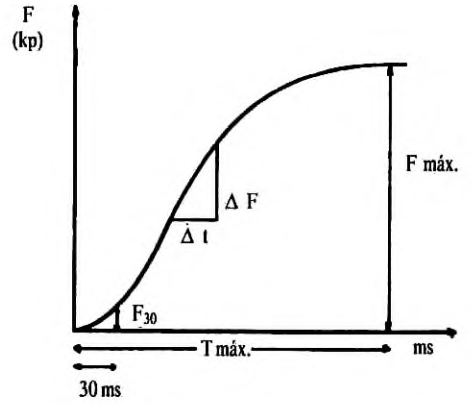
El comportamiento de fuerza rápida es el *componente mecánico-energético* decisivo para la *ejecución* correcta y la *eficacia técnica*, sobre todo porque aquí es decisiva la rapidez con la que una fuerza realiza un esfuerzo (rendimiento muscular mecánico) (apartado 2.2.1). Esto hace del entrenamiento de la fuerza rápida un importante contenido en el entrenamiento de la mayoría de las modalidades.

Pese a la importancia que tiene la fuerza rápida, la metodología del entrenamiento presenta más discrepancias al tratar de ella que cuando lo hacía de la fuerza máxima. Esto tiene que ver seguramente con los diferentes modelos de explicación que le sirven de base. Varios autores consideran la *fuerza rápida como la capacidad para desarrollar valores de fuerza elevados por unidad de tiempo*, con lo cual la fuerza rápida se define como el cociente obtenido del valor de la fuerza máxima y el tiempo necesario para la consecución de ese valor. Esta capacidad se denomina también ***fuerza explosiva***. WERCHOSCHANSKI / TATIAN (1975, 61 y ss.), BÜHRLE (1985, 99 ss.) y otros hacen derivar la cuantificación de la fuerza explosiva (como un componente de la fuerza rápida) de los valores de elevación de las curvas de fuerza-tiempo.

SCHMIDTBLEICHER (1980; 1984) y BÜHRLE (1985), sobre todo, consideran en sus trabajos la *fuerza máxima* como un factor esencial para la realización de la fuerza rápida. Desde el punto de vista de la física se argumenta del siguiente modo: en la praxis deportiva se habla siempre de fuerza rápida cuando se trata de acelerar en gran medida el propio cuerpo, partes de él o los aparatos deportivos. La intensidad de la aceleración se determina tanto por la fuerza desarrollada como por la masa del cuerpo o el aparato sometido a dicha aceleración. Pues si la fuerza (F) actúa sobre un cuerpo con la masa (m), la aceleración (a) equivale al cociente de fuerza y masa ($a = F/m$). Así, el comportamiento de la aceleración frente a pesos ligeros estaría también determinado por la fuerza máxima, con la condición de que F dependa siempre del potencial de fuerza máxima. De hecho F puede ser tanto más grande cuanto más pese m, como mostraremos más adelante.

El producto F.t se denomina impulso y se mide en newton/segundo (Ns). Gráficamente, el impulso se representa como una superficie por debajo de la línea de una función fuerza-tiempo (BAUMANN, 1973, 365). Además del tiempo, la altura de la fuerza máxima alcanzada (que depende estrechamente de la fuerza máxima en cuestión) y el ángulo de ascenso de la curva fuerza-tiempo determinan el contenido que esta superficie alcanza.

Según BÜHRLE (1985, 104) y otros, el comportamiento de la fuerza rápida depende de un tercer componente, la ***fuerza inicial***. Ésta designa la capacidad para reaccionar con velocidad a la hora de producir fuerza, esto es, la capacidad para desarrollar un elevado incremento de fuerza nada más comenzar la contracción. Para la evaluación de la fuerza inicial BÜHRLE toma en consideración la producción de fuerza durante los primeros 30 ms. (milisegundos) de ascenso de la curva fuerza-tiempo. La fig. 27 muestra los parámetros de fuerza rápida postulados por BÜHRLE.



Índice de fuerza rápida $IFR = \frac{F\,máx}{T\,máx}$

Fuerza explosiva $FEXP = \frac{\Delta F}{\Delta t}$

Fuerza inicial $FAR = F_{30}$

Figura 27: *Parámetros de fuerza rápida (BÜHRLE, 1985, 104).*

Para definir la capacidad de fuerza rápida, SCHMIDTBLEICHER (1984, 1787) recurre al concepto físico del impulso. *La fuerza rápida es la capacidad para producir el mayor impulso posible en el intervalo de tiempo disponible.* Esto depende, en una primera aproximación, de un ascenso rápido de la fuerza, del máximo de fuerza alcanzado y de la duración del efecto de la fuerza. Sin embargo, los sucesivos análisis nos llevan a la conclusión de que un ascenso máximo de la fuerza no produce en todos los casos el mayor impulso posible y con ello la velocidad máxima del movimiento.

En numerosas modalidades, los rendimientos de fuerza rápida no se obtienen desarrollando una elevada *aceleración inicial*, sino consiguiendo una elevada *velocidad final* en el trayecto de aceleración disponible (lanzamiento de peso, descenso del trampolín en salto de esquí, lanzamiento explosivo habitual en balonmano, remate en voleibol y muchos más). Por este motivo, los parámetros de fuerza rápida adquieren una valoración distinta de la que se puede deducir de la fig. 27, según la fórmula "máxima fuerza en el menor tiempo posible". En contraposición a ella, hemos podido demostrar en nuestros experimentos sobre saltos con las dos piernas desde una placa dinamométrica que los saltos efectuados con el máximo empleo de fuerza al inicio (= con la mayor fuerza inicial y explosiva posible) conseguían una velocidad final menor en el momento del despegue que aquellos cuya curva de salto ascendía con menor pendiente (LEHNERTZ, 1985b). Un ascenso máximo de la fuerza prematuro no produce, por tanto, necesariamente la mayor velocidad final posible; este aserto puede fundamentarse también, desde el punto de vista teórico, sobre una argumentación propia de la mecánica molecular (LEHNERTZ, 1984; 1985b; 1987b; 1988b,c).

HOCHMUTH ya había aludido a las bases biomecánicas de este estado de las cosas: Según él, los factores fuerza y trayecto de aceleración serían equivalentes uno al otro, pero esa equivalencia se da sólo cuando, al prolongar el trayecto de aceleración, el valor medio de fuerza de aceleración no se ve influido negativamente, esto es, no se reduce. HOCHMUTH (1974, 193 y s.) supuso que las propiedades biomecánicas de los-músculos humanos eran las responsables de este influjo negativo sobre el promedio de fuerza.

Quedémonos, pues, con lo siguiente:

Los rendimientos de la fuerza rápida en el deporte pretenden sobre todo la consecución de una velocidad final máxima sobre un trayecto de aceleración dado. Cuanto más corto sea este trayecto, tanto más dependerá la velocidad final de la fuerza inicial y la fuerza explosiva. Cuanto más largo, tanto más necesario será un ascenso "reservado" de la fuerza. De aquí se deduce que la definición de la fuerza rápida mediante el impulso es harto problemática, sobre todo si de ella hay que extraer consecuencias para un óptimo comportamiento de la fuerza. Nos parece menos problemática una definición que remita a la velocidad de la producción de fuerza, o bien a la "capacidad de contracción rápida" (BÜHRLE, 1989, 315). Así equiparamos la fuerza rápida con la *velocidad de producción de la fuerza*, con la salvedad de que se ha de conservar una distinción entre un comportamiento de fuerza óptimo al perseguir rendimientos de fuerza rápida, por una parte, y una condición previa para conseguirlos, por otra.

DEFINICIÓN:
La **fuerza rápida** es la capacidad para producir fuerza con la velocidad óptima.

3.2.2.3 Fuerza reactiva

La fuerza reactiva se define como la capacidad para desarrollar un impulso elevado dentro de ciclo rápido de estiramiento-acortamiento de una cadena muscular (BÜHRLE, 1989, 319). Por *ciclo de estiramiento-acortamiento* se entiende la *combinación de la contracción excéntrica y la concéntrica*. En este ciclo es posible aumentar sobre todo el rendimiento de la contracción concéntrica. La causa del aumento de rendimiento en el ciclo de estiramiento-acortamiento, esto es, en el comportamiento de fuerza reactivo, se atribuye al comportamiento elástico de los músculos durante la contracción excéntrica e inmediatamente tras ella. Según esta explicación, las condiciones del músculo se habrían modificado de tal modo a causa del estiramiento que el efecto de la siguiente fase concéntrica se incrementaría. Al saltar un obstáculo pequeño, por ejemplo, uno cae sobre la superficie de aterrizaje e intenta a continuación despegar con un salto hacia arriba. En esta trayectoria ascendente, los músculos que participan en la sinergia ya están inervados y en tensión, trabajando como unas tiras de goma. En la fase de flexión, donde se cede, estos musculos se estiran y frenan el cuerpo. La energía

cinética del cuerpo en la caída se transforma mediante el frenado en deformación del sistema de músculos y tendones, y se almacena brevemente. Con el estiramiento concéntrico que tiene lugar a continuación se produce nuevamente una transformación en energía cinética, lo cual equivale a un aumento de la fuerza que se ha formado concéntricamente (BÜHRLE, 1989, 320).

Cuando un músculo activado se estira o un músculo estirado pasivamente se activa, su tensión aumenta y almacena energía elástica en sus zonas de elasticidad en serie. Si las condiciones temporales entre el estiramiento y el acortamiento son favorables, una parte de la energía almacenada puede ser utilizada de nuevo. Si el estiramiento del músculo se mantiene por un tiempo excesivo, una parte de la energía acumulada se pierde en forma de calor. En todo caso, si poco después del estiramiento del músculo activado (contracción excéntrica) tiene lugar un acortamiento (contracción concéntrica), una parte considerable de la energía almacenada en la fase excéntrica (fase de trabajo negativa) estará disponible para un rendimiento positivo de trabajo (KOMI, 1985, 256).

En apartados posteriores defendemos la versión de que una parte considerable de la elasticidad en serie reside en los puentes cruzados entre los filamentos de la actina y miosina. Durante el proceso del estiramiento, según HUXLEY / SIMMONS (1971; citado en KOMI, 1985, 156 y s.), las cabezas de miosina rotan contra su tendencia natural hacia una posición de mayor energía potencial. Como la duración del enlace puede oscilar entre 15 y 120 ms, conviene que tanto la fase de estiramiento como el periodo de transición entre el estiramiento y la contracción sean breves. Un tiempo de estiramiento prolongado provoca una interrupción de los puentes cruzados, por lo que el potencial elástico almacenado se pierde. Un periodo de transición breve, en cambio, impide que se produzca dicha interrupción y aprovecha mejor el potencial energético almacenado durante la siguiente fase de acortamiento. LEHNERTZ (1988a) explica el aumento del rendimiento que tiene lugar en el ciclo estiramiento-acortamiento sobre la base de procesos moleculares (apartado 3.2.3.2).

Utilizando la curva fuerza-tiempo como parámetro descriptivo es posible dividir en dos fases las formas de movimiento reactivas (en el salto, por ejemplo): por un lado, la parte que se emplea para amortiguar la energía elástica y, por otro, la parte que produce una aceleración del cuerpo en la dirección del salto. *Cuando, partiendo de una fase de amortiguación relativamente breve, tiene lugar el mayor impulso de despegue posible, estamos ante un comportamiento reactivo óptimo.* Esto exige tiempos breves de contacto con el suelo, durante los cuales es necesario producir elevados valores de fuerza (SCHMIDTBLEICHER / GOLLHOFER, 1985, 277 y ss.).

Según WERCHOSCHANSKI (1972, 136 y ss.), la fuerza rápida que se desarrolla de modo explosivo (como es obligado en las formas de movimiento reactivas) es una "cualidad motriz autónoma", lo cual tiene su importancia desde la perspectiva metodológica. BÜHRLE (1989, 320 y ss.) parte del hecho de que, junto a la *fuerza máxima* y la capacidad de *contracción rápida* (velocidad de producción de fuerza), existe otra capacidad, delimitable en sus dimensiones, que condiciona la fuerza reactiva. BÜHRLE

(1989, 323) denomina a esta capacidad delimitable *capacidad de tensión reactiva* y la define como la capacidad para mantener la tensión muscular ante cargas de estiramiento en la fase excéntrica del ciclo de estiramiento-acortamiento.

DEFINICIÓN:

La **fuerza reactiva** es el rendimiento muscular que genera un impulso elevado dentro de un ciclo de estiramiento-acortamiento. Depende de la fuerza máxima, la velocidad de producción de fuerza y la capacidad de tensión reactiva.

3.2.2.4 Fuerza resistencia

La escasa unanimidad a la hora de entender el concepto de fuerza resistencia se expresa en las distintas definiciones que se pueden encontrar en la literatura sobre entrenamiento. La mayor parte de estas definiciones (MARTIN, 1977, 65; EHLENZ / GROSSER / ZIMMERMANN, 1985, 67; WEINECK, 1980, 205, etc.) remite a HARRE (1970, 125), que escribe: "La fuerza resistencia es la capacidad del organismo para resistir a la fatiga en rendimientos de fuerza prolongados". LETZELTER (1978, 137) se adhiere en lo fundamental a esta definición, pero aduce, no obstante, que los rendimientos de fuerza de larga duración son una magnitud demasiado imprecisa, y define por su parte: "Fuerza resistencia es, por tanto, la capacidad para sostener los rendimientos de fuerza por un periodo que determina la duración de la competición". Con estas definiciones apenas es posible cuantificar los rendimientos de fuerza resistencia, y por ello se hace también difícil la determinación de los componentes de carga para la metodología. SCHMIDTBLEICHER (1984, 1792) propone, pues, como *criterio básico para la cuantificación* calcular la fuerza resistencia como la *suma de impulsos* en un periodo de tiempo definido.

Esta inseguridad general en la elucidación de la fuerza resistencia nos ha movido a proponer, para su discusión, una caracterización más avanzada para esta manifestación de la fuerza. Con ella pretendemos satisfacer la aspiración de que la fuerza resistencia disponga urgentemente de una magnitud cuantificable que la haga operativa (SCHMIDTBLEICHER).

Para ello empezamos partiendo del conocido modelo según el cual son dos las características significativas para un rendimiento de fuerza resistencia. La primera, la *superación de una carga*, depende de la fuerza máxima. La segunda, la *duración de la superación de la carga,* depende de los *rendimientos metabólicos de los músculos*. Esta característica es la propia de la fuerza resistencia y la que la distingue frente a las otras manifestaciones de la fuerza. Así, el aspecto decisivo de los rendimientos de la fuerza resistencia es hacer repetible una determinada cantidad de rendimiento muscular en una tarea motriz específica (palada de remo, salto vertical hacia la posición de bloqueo en voleibol), manteniéndola estable durante el mayor tiempo posible, o bien sostener

durante un tiempo un peso dentro de una determinada tarea motriz. En medio de nuestras investigaciones se realizó el siguiente experimento: Los sujetos debían comenzar realizando un rendimiento motriz que se correspondiera con su impulso de fuerza máximo y repetirlo 24 veces en 60 segundos, con un intervalo de 2,5 segundos. Resultó que la disminución de la intensidad del impulso de fuerza era mayor en unos casos que en otros. Precisamente este fenómeno, la *magnitud de la disminución individual del impulso de fuerza máximo*, medido en un número establecido de repeticiones, durante un tiempo establecido, es para nosotros el indicador cuantificable de la fuerza resistencia. Pues el efecto de ésta ha de ser que un impulso de fuerza máximo, por ejemplo en el salto vertical, pueda sostenerse al repetirlo en múltiples ocasiones.

Para medir la fuerza resistencia se elaboró un *test* en dos etapas (apartado 3.2.4) con el que se pudo evaluar el descenso de la intensidad del impulso de fuerza ante un determinado número de repeticiones, calculando la modificación del impulso que sufre el peso sometido a aceleración (para detalles sobre el procedimiento de medición, véase el apartado 3.2.4.1).

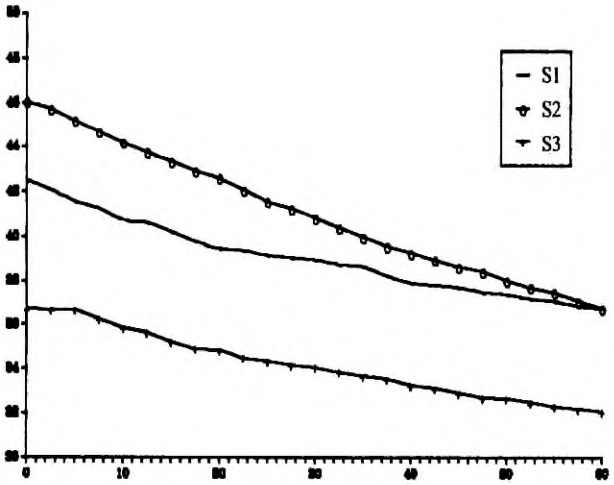


Figura 28: *Resultados de la prueba realizada por tres sujetos. Disminución de los impulsos sobre los pesos sometidos a aceleración (impulso de la carga de peso = indicador del impulso de fuerza) tras 24 repeticiones en 60 segundos. S1 disminuye su golpe de fuerza en un 79,7 % (de 46 a 36,7 Ns), S2 en un 86,5 % (de 42,4 a 36,6 Ns) y S3 en un 87 % (de 36,8 a 32 Ns).*

La prueba en dos fases, que aquí se aplicó pensando en la modalidad de remo con el ejercicio de press de banca, permite observar, como muestra la fig. 28, si los deportistas necesitan, por ejemplo, más entrenamiento de fuerza máxima (intensidad del impulso de fuerza) o de fuerza resistencia (disminución de la intensidad del impulso de fuerza). En referencia a esta operatividad que acabamos de exponer, proponemos la siguiente definición:

DEFINICIÓN:

La **fuerza resistencia** es la capacidad para mantener la disminución de la intensidad de los impulsos de fuerza lo más escasa posible ante un número determinado de repeticiones de éstos en un periodo de tiempo establecido.

3.2.3 Modelos de explicación científica para la fuerza

En cada uno de los apartados titulados "modelos de explicación científica" resumimos una serie de nociones referentes al entrenamiento de la fuerza, la velocidad, resistencia y flexibilidad, que provienen de las *ciencias naturales* y de la *psicología,* y facilitan la comprensión de contextos y teorías de la metodología del entrenamiento. A la vez intentamos armonizar los contenidos de estos apartados unos con otros, creando una cierta sistematización.

3.2.3.1 La macroestructura de los rendimientos de fuerza

Los análisis anatómicos muestran, desde un punto de vista funcional, que incluso en las secuencias motrices sencillas participan siempre combinaciones de grupos musculares. Los grupos musculares que se integran en estas combinaciones se denominan *cadenas musculares* (fig. 29). Éstas son la reunión de grupos musculares que realizan el trabajo principal en un determinado movimiento y armonizan mutuamente sus acciones. El supuesto admitido hasta la fecha de que cada músculo, debido a su origen y posición, desempeña una tarea especial se sostiene sólo con reservas. La función principal de los músculos aislados la establecen las uniones de grupos musculares y los huesos y articulaciones dispuestos junto a ellos, y la moldea el efecto de las resistencias externas. *Las cadenas musculares son unidades funcionales que actúan sobre una o varias articulaciones produciendo extensiones, flexiones, o manteniéndolas fijas.* Vamos a ilustrar estos conceptos en la práctica, examinando el efecto de una cadena extensora en un movimiento básico y simple.

Mediante una flexión preparatoria, los músculos que participan en una cadena extensora pueden, a partir de una situación de estiramiento, contraerse hasta alcanzar la posición idónea. Ya la configuración de la superficie de las extremidades participantes suele proporcionar algunas deducciones acerca de los músculos que se activan para los



Figura 29: Posición de partida para el salto de una pierna flexionada en las articulaciones de la cadera, rodilla y tobillo, con la cadena de los extensores y los momentos de giro (M1, M2, M3); explicaciones en el texto (según Tittel, 1985, 331).

procesos de extensión. Así, en el ejemplo de la fig. 29 se puede deducir la participación del glúteo mayor, el cuádriceps femoral, el gemelo y el sóleo. Del frenado, esto es, del acoplamiento antagonístico de este movimiento extensor se ocupan, en la cara posterior del muslo, el grupo muscular de los isquiotibiales (bíceps femoral, semimembranoso, semitendinoso), así como los músculos situados en la cara anterior de la pierna (tibial anterior, extensor propio del dedo gordo, extensor, común de los dedos). En la fig. 29 están representados en trazo discontinuo como una segunda cadena muscular más débil, como corresponde al rendimiento que presta. El problema de las cadenas musculares queda aquí solamente perfilado con la ayuda de ejemplos, y se puede resumir de la siguiente forma: todos los rendimientos de fuerza de la musculatura que efectúan extensiones, flexiones o fijaciones son realizados por determinadas cadenas musculares de acuerdo con las resistencias externas y la forma de movimiento aplicada, y dentro de estas cadenas los grupos participantes actúan como unidades funcionales. *Las formas de ejercicio del entrenamiento de la fuerza deben, por tanto, tomar en consideración la unidad funcional de las cadenas musculares.*

El modelo de las cadenas musculares, sin embargo, no permite determinar la participación de cada grupo muscular en la cantidad global de fuerza producida más que de una manera aproximada. Como muestra la fig. 29, la fuerza total consta de las aportaciones de los tres momentos de fuerza, o sea, momentos de giro (M1 + M2 + M3). La producción de fuerza muscular supone la existencia de momentos de giro siempre que la dirección de la fuerza de tracción resultante no pase por el medio de la articulación, sino a cierta distancia de estos centros de giro. Esta distancia es el brazo de palanca del músculo. Y el momento de giro de una fuerza muscular dada es tanto más elevado cuanto mayor es el brazo de palanca del músculo. De aquí se deduce que el ***momento de giro*** *es el producto de la fuerza F y la distancia vertical r (= brazo de palanca) entre su línea de acción y el centro de giro*: M = F. r (BAUMANN, 1989, 55).

En la fig. 29 se puede ver claramente que varias combinaciones de los distintos momentos de giro pueden producir el mismo resultado final de fuerza, de impulso de fuerza o de velocidad de la cadena muscular en su conjunto. Inversamente, esto quiere decir que a partir de mediciones de fuerzas, velocidades, etc. originadas por la acción de una cadena muscular no es posible pronunciarse sobre los rendimientos de los grupos musculares por separado. Para ello necesitaríamos un diagnóstico diferencial de los momentos de giro del tobillo, la rodilla y la articulación coxo-femoral. Sin embargo, los análisis de este tipo se encuentran aún en el comienzo de su elaboración científica, y requerirían complejas investigaciones biomecánicas con empleo de magnitudes descriptivas cinemáticas, dinámicas y antropométricas (BAUMANN, 1989, 154 y ss.).

Desde una perspectiva macroscópica, existe otro fenómeno significativo para la praxis del entrenamiento: las ***características de la contracción*** en los momentos de fuerza en los procesos motrices complejos. Las *cadenas musculares* trabajan, según el objetivo del movimiento, con una asignación diferenciada de tareas. Así, casi todas las secuencias motrices se basan en unas determinadas características de contracción, que constan de distintas *formas de contracción* y *transiciones*. El prototipo de las características de la contracción es el desarrollo de la fuerza reactiva en el ciclo de estiramiento-acortamiento (apartado 3.2.2.3). Existen, no obstante, otras características: la extensión (contracción concéntrica) a partir de una postura de fijación (contracción isométrica), como por ejemplo para el despegue en salto de esquí, la contracción excéntrica a partir de una postura previa de fijación (contracción isométrica) y seguida de extensión concéntrica, como ocurre en el salto inicial en natación, etc. En el siguiente ejemplo describimos las características de la contracción de la cadena extensora de las extremidades inferiores en el levantamiento de pesas (fig. 30).

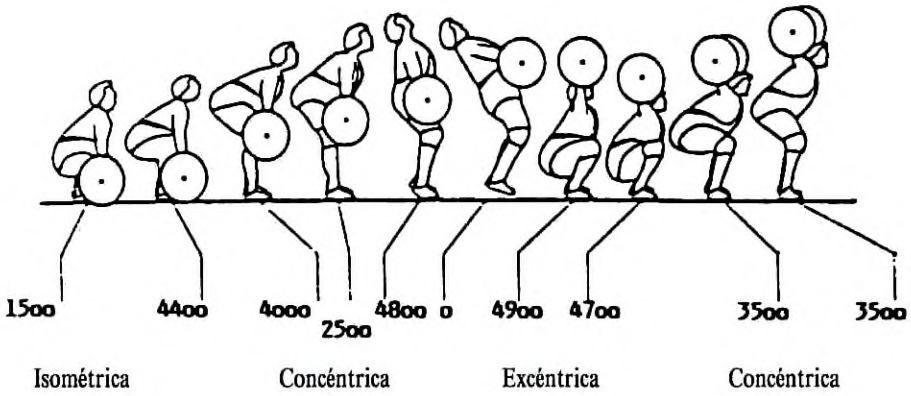


Figura 30: *Valores de fuerza y características de la contracción en el levantamiento de pesas (según BAUMANN, 1989, 145).*

A la problemática del *examen macroestructural* no le hemos podido dedicar mucho espacio. No obstante, debería haber quedado claro que en la praxis del entrenamiento es necesario evaluar los rendimientos de fuerza especiales, propios de la modalidad, desde un punto de vista *anatómico-funcional*. A partir de ahí es posible destacar con una relativa exactitud qué músculos intervienen en el marco de determinadas secuencias motrices dentro de la unidad funcional que representa una cadena muscular. El conocimiento de este dato facilita la elección de formas de ejercicio eficaces. El valor global de las fuerza generada por una cadena muscular puede ser analizado con distintos métodos de medición. En cambio, la parte correspondiente a cada uno de los *momentos de fuerza* de estas cadenas sólo podría obtenerse con investigación. Los resultados obtenidos serían, no cabe duda, de una gran utilidad para el entrenamiento de la fuerza. Las que sí son fácilmente evaluables, de nuevo, son las *características de contracción* sobre la que se basa una secuencia motriz. La información que se posea al respecto sirve para establecer el tipo de ejecución de los ejercicios de fuerza.

3.2.3.2 La microestructura de los rendimientos de fuerza

Aunque la fuerza muscular ha sido desde siempre objeto de investigaciones biológicas y disponemos de muchos resultados de experimentos, carecemos aún de una teoría universalmente reconocida con la que se pueda describir *cómo la energía química puede transformarse en el músculo en fuerza eficaz hacia fuera*. Existen algunos esquemas aceptables sobre pasos concretos de este proceso de transformación de la energía, pero falta un modelo teórico que resuma satisfactoriamente los hallazgos principales. Aquí adoptamos un modelo que cubre las lagunas. En él partimos de la suposición de que todas la fuerzas mecánicamente eficaces (todas las fuerzas musculares, por tanto) deben tener su origen, en último término, en ***fuerzas físicas*** (LEHNERTZ, 1984, 28). Pero antes repasemos los conocimientos básicos que la biología nos aporta sobre el músculo.

La figura 31 nos ofrece una visión de conjunto de la ***microestructura*** de los músculos estriados (también llamados músculos esqueléticos), responsable de la producción de fuerza en los movimientos activos del cuerpo. El *músculo esquelético* (fig. 31 A) se compone de *haces de fibras* (fig. 31 B) que aún son perceptibles a simple vista por ejemplo, las fibras de la carne de ternera cocida. Cada una de las *fibras musculares* de un haz (fig. 31 C) es una célula que puede medir desde unos pocos a muchos centímetros de largo, y entre 10 y 100 (mm (1 mm. = 1/1000 mm) de diámetro. Suelen recorrer la totalidad de la longitud del músculo y se unen en ambos extremos al tejido conjuntivo de los tendones. Al observarlas al microscopio, las fibras musculares muestran un característico estriado transversal debido a la estructura de las *miofibrillas* (fig. 31 D), que discurren a lo largo de la fibra y están estrictamente ordenadas unas junto a otras. El estriado transversal de las miofibrillas se debe a que en ellas las partes de birrefringencia fuerte de la luz alternan regularmente con las de birrefringencia débil, y con luz polarizada las primeras parecen más oscuras que las segundas. En la figura 31 D se las

designa como *bandas-A anisotropas* y *bandas-I isotropas*. En medio de la banda-I se encuentra un cordón delgado y oscuro, llamado *línea-Z* . La sección comprendida entre dos lineas-Z se denomina sarcómero, y es la unidad funcional mínima de la miofibrilla (DUDEL, 1977, 132 y ss.).

Sirviéndonos del microscopio electrónico es posible proseguir este análisis con la microestructura del sarcómero (fig. 31 E-I). Así se puede ver que, partiendo de la línea-Z en ambas direcciones, unos *filamentos delgados* penetran en el sarcómero. En su parte central se encuentran *filamentos gruesos* entre los finos (fig. 31 E). Tomas transversales muestran (fig. 31 F-I) una disposición regular de los filamentos finos y gruesos, parecida a la cristalización. Se ha demostrado mediante análisis químicos que los filamentos delgados están formados básicamente por la *proteína globular actina* (fig. 31 J), mientras que los gruesos se componen de moléculas proteicas alargadas la miosina (fig. 31 K-M) (DUDEL, 1977, *ibídem*).

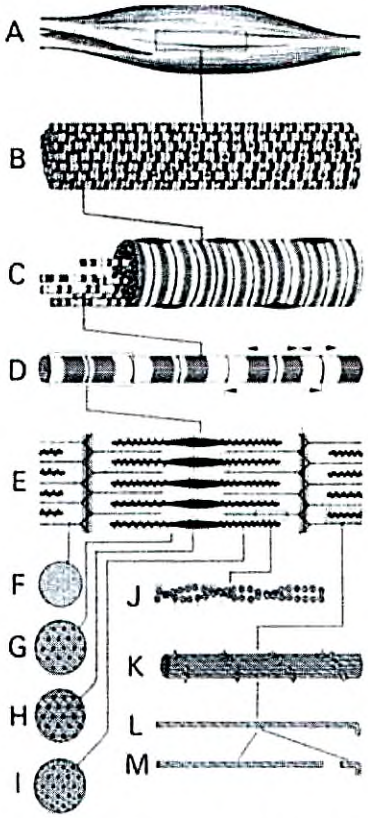


Figura 31: *Microestructura del músculo esquelético (DUDEL, 1977, 136).*

Estos hallazgos confirmados acerca de los *materiales sólidos del músculo* se completan con otras informaciones sobre las sustancias diluidas en el plasma muscular, cuya interacción garantiza la disponibilidad de la energía química necesaria para las reacciones musculares. Con la ayuda de la *cinética de los procesos químicos*, y sobre la base de numerosos experimentos, ha surgido una teoría del metabolismo muscular, que se modifica y amplía casi a diario (CIVAN / PODOLSKY, 1966; SOBIESZEK, 1982; WHITE / THORSON, 1973). Lo mismo se puede decir de la teoría de la transformación de la energía química del músculo en la energía mecánica que se refleja en el proceso de acortamiento del sarcómero (SUGI / POLLACK, 1977). Describimos a continuación este último proceso.

Todo ***acortamiento del músculo esquelético*** se basa en el acortamiento de muchos sarcómeros "conectados" en serie y en paralelo. Según la teoría del deslizamiento de los filamentos (HUXLEY / NIEDERGERKE, 1954; HUXLEY / SIMMONS, 1971), la lon-

gitud de los filamentos de miosina y actina permanece constante durante el acortamiento, esto es, las modificaciones de la longitud del sarcómero consisten en un deslizamiento de los filamentos gruesos y delgados, unos a lo largo de otros. Ahora bien, la ***teoría de los puentes cruzados*** (NOBLE / POLLACK, 1977), sostiene que el impulso necesario para ese proceso de deslizamiento consiste en unos movimientos parecidos a paladas de remo que efectúan las prolongaciones de miosina; éstas se van adhiriendo a los filamentos delgados, tirando de ellos y "soltándolos" nuevamente, arrastrando a los filamentos delgados entre los gruesos.

En el ***modelo*** que proponemos (fig. 32) se describe además la estructura de un mecanismo funcional por el que una conocida fuerza física, concretamente el *campo eléctrico*, es transformada en energía potencial (la fuerza elástica de la miosina) y en energía cinética (movimiento deslizante de los miofilamentos). La fuerza que sirve de base a este mecanismo cumple la ley de Coulomb.

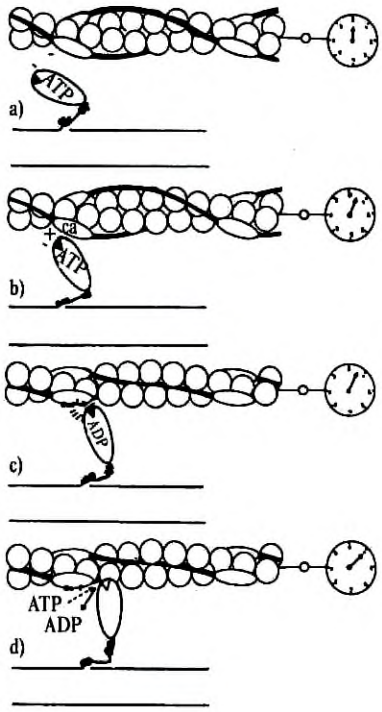


Figura 32: *Modelo de puentes cruzados con interacción electrostática (a = músculo no activado, b-d = fases de un ciclo de acción) (LEHNERTZ, 1984, 30).*

En su forma más sencilla, la ley de Coulomb sostiene que las partículas con carga idéntica se repelen, las que tienen diferente carga se atraen, y la intensidad de la fuerza de atracción o de repulsión es proporcional a la intensidad y a la distancia entre las cargas. Es decir: cuanto mayor es la carga y menor la distancia, tanto mayor es la fuerza. Esta ley de los campos eléctricos es válida en todas las dimensiones, por tanto también en el ámbito biomolecular.

En el modelo de la fig. 32, las condiciones estructurales hacen posible que los minúsculos campos eléctricos situados alrededor de los iones participantes se sumen hasta producir fuerzas con efectos macroscópicos. Una de estas condiciones es la distribución regular de las cabezas de miosina junto a los filamentos gruesos y su relación periódica con los puntos de contacto situados en dichos filamentos. Esta circunstancia determina en gran parte la dinámica que tiene lugar en el músculo activado, esto es, los ciclos de acción de los puentes cruzados.

El *ciclo de acción de un puente cruzado* depende de la síntesis de la miosina y del filamento delgado, así como de las condiciones de carga, que se modifican por el efecto de los iones (átomos o moléculas cargados) implicados en el proceso. Los puentes de miosina constan de *cuellos* elásticos y *pequeñas cabezas dobles* con centros enzimáticos de alta actividad, en los cuales tiene lugar la decisiva escisión del ATP (adenosín trifosfato o trifosfato de adenosina, la "molécula energética") en ADP (difosfato de adenosina) y P_i (fosfato inorgánico). El filamento delgado de actina, esto es, la "cadena de perlas" de doble hélice, está equipado a distancias iguales con una proteína cargada negativamente llamada *troponina* (HITCHCOCK, 1981; HITCHCOCK / ZIMMERMANN 1981). Entre las moléculas de troponina se encuentran proteínas alargadas a las que se da el nombre de tropomiosina.

Los iones más importantes que intervienen en estos mecanismos musculares son ATP-- y Ca++ (calcio) (WEBER / WINICUR, 1961; WEBER /MURREY, 1973). La figura 32 a muestra las condiciones del músculo no activado, reconocibles porque las moléculas de troponina están rodeadas de un campo negativo, como también lo están las cabezas de miosina por su "revestimiento" de ATP (para ser exactos de un compuesto de magnesio y ATP). De aquí resulta una fuerza de repulsión entre la troponina y la miosina, y existe un "colchón deslizante" comparable al de un raíl de cojín magnético. Un músculo en estas condiciones se deja distender sin dificultad. Las cosas cambian cuando el músculo es sometido a excitación. Entonces los iones calcio (Ca^{++}) fluyen en el sarcómero y recubren las moléculas de troponina (WEBER / MURREY, 1973).

Sobre los detalles de los mecanismos que tienen lugar tras la fusión del calcio y la troponina existen diferentes versiones, si bien la mayoría de los modelos hablan de un contacto entre el complejo ATP-miosina del filamento grueso y la actina del filamento delgado. En estos modelos, el calcio tiene solamente la función de deshacer, mediante su enlace con la troponina, el bloqueo existente entre la tropomiosina y la actina. Posteriores hallazgos basados en experimentos bioquímicos parecen oponerse a esta versión. Por ello nuestro modelo discrepa en un punto fundamental de los modelos tradicionales.

Según nuestra versión, la troponina "se carga en sentido contrario" a consecuencia del contacto con el calcio, y se forma un campo de fuerza que atrae al complejo miosina-ATP. De aquí resulta, en primer lugar, una aproximación de la doble cabeza de miosina a la troponina (con lo que, según la ley de Coulomb, crece la intensidad del campo de fuerza) y, segundo, un *almacenamiento de energía de tensión* (fuerza elástica) en el cuello elástico de la miosina (fig. 32 b). En la secuencia posterior, el ATP unido a la cabeza de miosina penetra hasta tal punto en la esfera de acción del calcio adherido a la troponina que se disocia súbitamente en ADP y P_i (fig. 32 c). Como consecuencia, el complejo ADP-miosina se separa en un salto de la troponina y la doble cabeza de miosina se adhiere (con pérdida del ADP) un instante a la actina, como una pinza a la cuerda (fig. 32 d). Tras incorporar una nueva molécula de ATP a los centros activos, la miosina se desprende de la actina y está otra vez preparada para un nuevo ciclo (fig. 32 a).

Para la ***cantidad de fuerza*** que una unidad muscular es capaz de generar, es decisivo el número de uniones electromagnéticas de fuerza que se producen entre los complejos ATP-miosina y calcio-troponina, antes de que el fosfato del terminal se escinda del ATP por la acción del calcio. Así pues, todo puente cruzado deja de participar en la creación de fuerza en el momento posterior a la escisión del ATP. Dado que en un músculo que se acorta activamente tiene lugar una reacción que consume ATP en cada contacto del puente cruzado, en el punto reactivo del filamento delgado, este puente deja de actuar como fuente de fuerza durante el tiempo de reacción. Ésta es una de las razones por las que un músculo que se acorta desarrolla menos fuerza que uno activado en condiciones isométricas o excéntricas (LEHNERTZ, 1984; 1988a, 114).

Como la distancia entre las moléculas de troponina es menor que entre las de miosina, en *condiciones isométricas* (sin desplazamientos de los miofilamentos) sólo uno de cada ocho puentes de ATP-miosina establece un contacto reactivo eficaz con el compuesto calcio-troponina. En *condiciones concéntricas*, en cambio, este contacto electromagnético eficaz se da en dos o tres de los ocho puentes trasversales. Finalmente, en *condiciones excéntricas*, el encuentro entre los complejos ATP-miosina y calcio-troponina tiene lugar en la dirección opuesta. En este caso no se produce escisión del ATP, con lo cual la interacción electromagnética se mantiene con toda su extensión y eficacia en cualquier contacto de los puentes. En otras palabras: un músculo activado en su forma de trabajo excéntrica presenta una notable resistencia sin consumo de fosfato (*ibídem*).

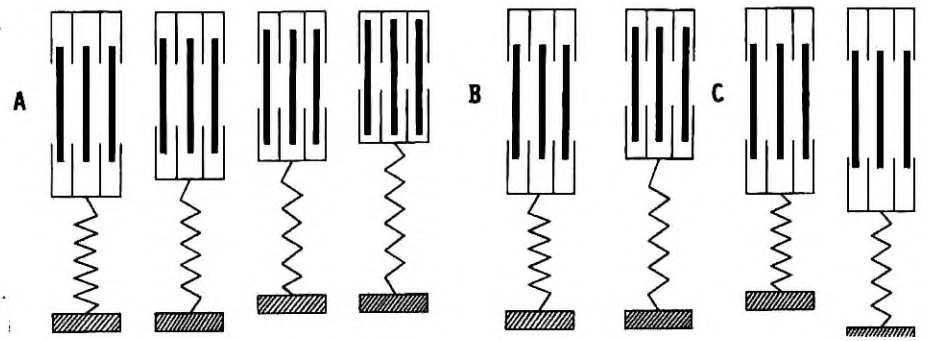


Figura 33: *A = la interacción de los elementos contráctiles y elásticos en una contracción concéntrica, B = en una isométrica y C = en una excéntrica.*

En la tabla 8 resumimos nuevamente las formas de trabajo y de contracción de los músculos esqueléticos, junto con los conceptos principales. Así pues, todos los experimentos realizados en el ámbito de la investigación sobre la fuerza muscular muestran

que un músculo que se contrae (dependiendo de la magnitud de la fuerza que actúa en su contra) puede acortarse, conservar su longitud inicial o bien alargarse. Conceptualmente se hace hoy la distinción entre *forma de contracción concéntrica* (fig. 33 A, el músculo se acorta), *isométrica* (fig. 33 B, la longitud del músculo permanece constante) y *excéntrica* (fig. 33 C, el músculo se estira), y entre *forma de trabajo positiva, estática y negativa* (Tabla. 5). Si un músculo alcanza su máxima contracción posible a causa del correspondiente estímulo, los máximos de fuerza y otros valores de medición desarrollados dependerán de las fuerzas opuestas y, por tanto, de la modificación o el mantenimiento de la longitud del músculo.

Tabla 8: *Formas de trabajo y de contracción del músculo esquelético (arriba); producción de fuerza, consumo de energía y actividad reflejada en el electromiograma (EMG) con las distintas formas de contracción (abajo) (LEHNERTZ, 1988b, 48).*

Longitud del músculo	Forma de trabajo		Forma de contracción		
más corta	positiva		concéntrica		
constante	estática		isométrica		
más larga	negativa		excéntrica		
Fuerza	concéntrica	<	isométrica	<	excéntrica
Energía	concéntrica	>	isométrica	>	excéntrica
EMG	concéntrica	>	isométrica	>	excéntrica

Dejando a un lado la sustentación del cuerpo, que se mantiene fundamentalmente mediante la contracción muscular isométrica, el modo de producción de fuerza más habitual en los movimientos relacionados con el deporte consiste en combinaciones de formas de contracción concéntricas y excéntricas. Por regla general, los músculos o grupos musculares que actúan en una determinada dirección del movimiento (llamados *agonistas*) se estiran (movimientos de preparación) por la acción de sus músculos rivales (llamados *antagonistas*). Los agonistas se contraen antes del cambio de dirección de forma *excéntrica* y realizan en esta fase un trabajo negativo. Asimismo, las fuerzas de gravedad y de inercia originan un trabajo negativo en la musculatura que se opone a ellas, la erectora. Como hemos descrito anteriormente, se ha de conseguir de esta manera un mayor rendimiento de los músculos que van a trabajar de forma *concéntrica* en la fase positiva que viene a continuación. Se denomina también músculos *sinergistas* a los que trabajan conjuntamente en una misma dirección.

3.2.3.3 Inervación muscular y tipos de fibra muscular

La base neuronal para todo desarrollo de fuerza muscular son los *procesos de excitación neuronales* (inervaciones), que surgen del sistema nervioso central (SNC) y lle-

gan al músculo como señales eléctricas a través de vías nerviosas y centros de conmutación. En el músculo son la causa que origina el trabajo muscular, que se realiza mediante los mecanismos descritos en los apartados precedentes.

Los impulsos eléctricos, que llegan al músculo esquelético a través del sistema nervioso periférico, se llaman *potenciales de acción*. Son enviados por neuronas especiales de la médula espinal –las *motoneuronas*– y son conducidos a través de *fibras nerviosas* (axones) hacia la *célula muscular* (fibra muscular). Cada neurona excita de una sola vez varias fibras musculares. El abanico se sitúa entre 5 y 2.000 fibras musculares por motoneurona. Damos el nombre de ***unidad motriz*** (fig. 34) al conjunto formado por una motoneurona con su axón, las ramificaciones del axón y las fibras musculares anexas. Una unidad motriz es la mínima subdivisión "autónoma" en el sistema neuromuscular. Puede ser activada aisladamente.

La fuerza que cada músculo desarrolla es la suma de los valores de fuerza que cada unidad motriz produce. *La fuerza de contracción de cada unidad se regula a través de la frecuencia de descarga de la motoneurona*. Llamaremos *reclutamiento neuronal* a estos dos mecanismos para la regulación de la fuerza muscular. Se habla, aparte de ellos, de *reclutamiento mecánico*. Este concepto se refiere fundamentalmente al proceso del acoplamiento electromecánico.

El ***reclutamiento neuronal*** significa la incorporación continua de nuevas unidades, inactivas hasta el momento, al proceso de trabajo muscular. Según el principio del reclutamiento, formulado por primera vez por HENNEMANN (1965), las unidades motrices se activan siempre en la misma sucesión: con *valores de fuerza bajos* trabajan sólo las *unidades menores, más lentas*, mientras que en los casos de *contracciones más fuertes* se van activando *unidades cada vez mayores, más potentes* y *más rápidas*.

Para cada unidad motriz es posible definir un *umbral de reclutamiento* como aquel valor de fuerza con el que se activan por primera vez. Este valor umbral se corresponde estrechamente con el tamaño de la motoneurona, la velocidad de conducción del axón y la fuerza potencial de la unidad. Por ello, las unidades motrices de mayor umbral de reclutamiento proporcionan un incremento de la fuerza mayor, en términos absolutos, que las de menor umbral. En cambio, el crecimiento relativo es más o menos igual en todas las unidades motrices. Así, este principio de reclutamiento hace posible una regulación uniformemente escalonada de la fuerza de contracción de un músculo (MÜLLER, 1987, 9).

En este punto hemos de llamar la atención sobre la diferencia existente entre el reclutamiento neuronal y el mecánico: se considera que una unidad motriz está reclutada neuronalmente por el simple hecho de haber sido activada, sin importar el valor de fuerza. En cambio, se entiende como reclutamiento mecánico el proceso del acoplamiento mecánico. Como se ha podido deducir de las explicaciones anteriores, el reclutamiento mecánico depende del volumen y de la intensidad del reclutamiento neuronal y de las resistencias que se oponen a las fibras musculares activadas.

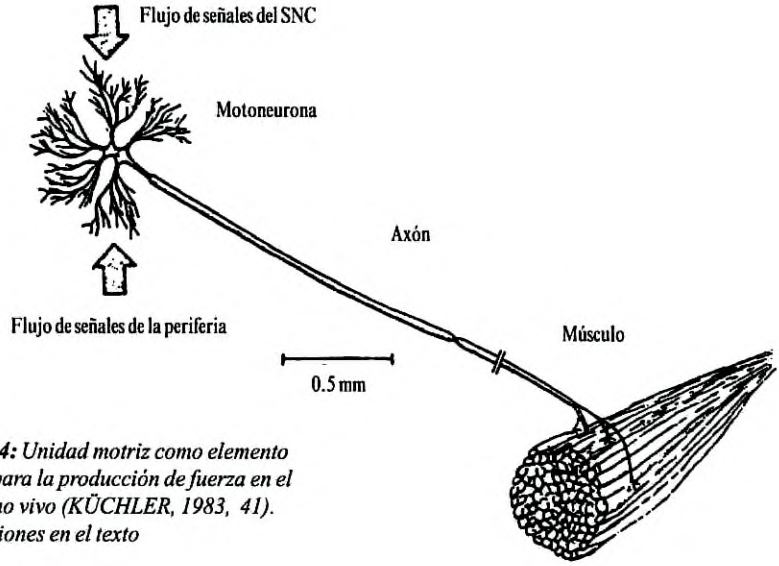


Figura 34: *Unidad motriz como elemento mínimo para la producción de fuerza en el organismo vivo (KÜCHLER, 1983, 41). Explicaciones en el texto*

Aunque todas las fibras de los músculos esqueléticos tienen básicamente la misma estructura, subsisten ciertas diferencias en las características histoquímicas, así como diferentes características de determinados componentes estructurales. Estas diferencias tienen como reflejo funcional el hecho de que en distintos músculos del organismo humano los tiempos de contracción varían desde los 25 hasta los 199 ms.

A causa de las diferentes propiedades mecánicas observadas en diferentes fibras musculares dentro de un músculo esquelético, y de otra serie de rasgos funcionales, morfológicos e histoquímicos, se ha consolidado una subdivisión en *fibras lentas* y *rápidas*. Sobre la base de investigaciones que incluyeron experimentación con animales, se ha podido refinar esta clasificación elemental. Así, dentro del espectro de las fibras rápidas existen diferencias en función de la propensión a la fatiga o del *contenido en mitocondrias*, esto es, en *sistemas enzimáticos oxidativos*. Esto supone la división en un ***tipo de fibras rápidas propensas a la fatiga*** (FF = fast twitch fatiguable o FTG = fast twitch glycolytic) y un ***tipo de fibras rápidas*** relativamente ***resistentes a la fatiga*** (FR = fast twitch fatigue resistent o FOG = fast twitch oxydative glycolytic) (KÜCHLER, 1983, 44 y s.).

Las fibras musculares rápidas se distinguen de las lentas en dos rasgos: en primer lugar, las fibras musculares rápidas tienen un tipo de *miosina* que transforma más rápidamente el ATP que la miosina de los músculos más lentos. En segundo lugar, el *retículo sarcoplasmático* es más intenso y está más regularmente formado en las fibras rápidas que en las lentas. Por ello mejora la llamada "calcium-handling" (regulación del calcio) (RÜEGG, 1987): la velocidad con la que el retículo sarcoplasmático absorbe iones calcio es entre 5 y 6 veces mayor en las fibras rápidas que en las lentas. Esto sig-

nifica un reclutamiento mecánico más rápido y un tiempo de aflojamiento más corto. A ello aún habremos de volver en el apartado 3.3.

3.2.4 Procedimientos de evaluación del rendimiento para la determinación de las capacidades de fuerza

La aevaluación del rendimiento tiene las siguientes ***funciones*** para el entrenamiento de la fuerza:

— *Determinar el estado de rendimiento actual* o bien los componentes de ese estado para poder comparar los resultados de varios individuos dentro de un grupo de entrenamiento y en un momento determinado.
— *Analizar las modificaciones que sufren los componentes del estado de rendimiento* durante el transcurso del entrenamiento para documentar la evolución del rendimiento.
— *Mostrar la incidencia* que un factor influyente del estado de rendimiento tiene sobre los demás para poder establecer, por ejemplo, qué relaciones existen entre una modificación de la fuerza máxima concéntrica en la extensión de los músculos de la pierna y los rendimientos en el *sprint* o en la fuerza de salto vertical.
— *Determinar con precisión los pesos para las distintas acciones musculares* (intensidad de carga) en los distintos métodos de entrenamiento.

No pretendemos aquí exponer la teoría de los tests, sino sólo remitir a la literatura existente sobre esta temática (BALLREICH, 1970; WURDEL, 1972; WILLIMCZIK et al. 1977; GROSSER / STARISCHKA, 1981; LETZELTER / LETZELTER, 1983; NEUMAIER, 1983).

En el entrenamiento de la fuerza es habitual la aplicación de "métodos de análisis biomecánico" y la realización de "tests deportivo-motores". Los primeros proporcionan una evaluación *completa*, los segundos son "pruebas de uso" para efectuar una *evaluacióno básica*. Ambos procedimientos han de ejecutarse en todo momento en condiciones estandarizadas, pues de no hacerse así los resultados obtenidos no serían comparables entre sí. La estandarización significa que las condiciones de ejecución en todas las fases de los tets, la evaluación y la interpretación deben establecerse de forma precisa y unitaria para todas las repeticiones (BALLREICH, 1970, 17). Otro punto de vista es que los contenidos de los tests han de consistir en formas de ejercicio que puedan encontrar aplicación en el entrenamiento de la fuerza de la modalidad deportiva en cuestión. A continuación vamos a mostrar e interpretar algunas posibilidades de la evaluación del rendimiento.

3.2.4.1 Determinación del umbral del rendimiento muscular

Dado que el empleo de la fuerza en el marco de las técnicas deportivas se produce en forma de impulsos de fuerza, el *rendimiento muscular máximo* se convierte en una

magnitud decisiva, debido también a lo limitado de la duración del impulso y de su trayecto. Pues el rendimiento es directamente proporcional a la velocidad con la que actúa una fuerza determinada (apartado 3.2.1). En nuestra opinión, la *determinación del umbral de rendimiento muscular (URM)* se va a convertir en el procedimiento de evaluación del rendimiento más idóneo en el futuro, esto es, cuando sea posible medir la velocidad de superación del peso (carga) en distintos aparatos de entrenamiento de fuerza.

Se alcanza el rendimiento muscular máximo cuando existe una relación óptima entre el peso que se ha de superar y la velocidad que se ha impuesto al peso desplazado (fig. 35). Como en la mayoría de los movimientos deportivos no se trata de mover el mayor peso posible, sino de realizar un rendimiento muscular lo más elevado posible (en modalidades de fuerza rápida), o bien de mantener un rendimiento medio durante el mayor tiempo posible (en modalidades de resistencia), pensamos que *la medición del rendimiento muscular es la magnitud más importante para determinar la capacidad de fuerza y para graduar la intensidad de carga en los métodos de entrenamiento de la fuerza.* LEHNERTZ / AMPUS (1988) han publicado un procedimiento con el que se puede calcular el URM averiguando la modificación del impulso que sufre un peso sometido a aceleración.

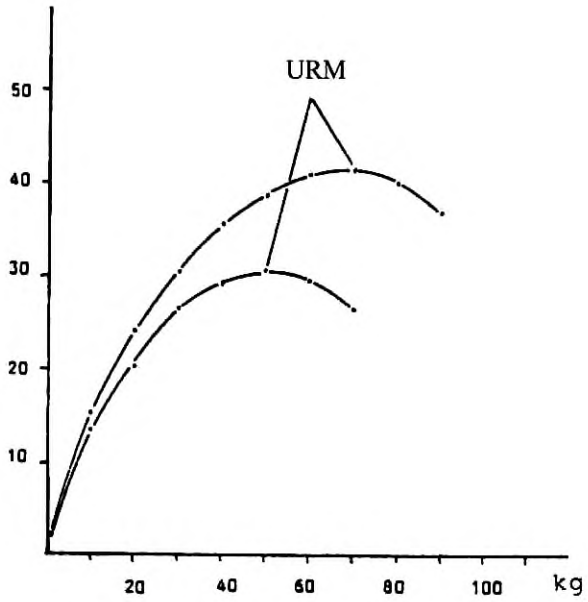


Figura 35: *Representación de la curva del rendimiento muscular (obtenida mediante el impulso de la masa sometida a aceleración) de dos sujetos con los umbrales del rendimiento muscular registrados por el impulso en 42 y 30 Ns y los pesos límite en 50 y 70 kg respectivamente. La curva del rendimiento muscular se elaboró sobre el ejercicio de press de banca (fig. 36).*

DEFINICIÓN:
Se designa como **umbral del rendimiento muscular** (URM) el punto culminante en la curva rendimiento-carga (de peso). La carga (el peso) con la que se consigue el máximo rendimiento se llama carga (peso) límite.

La figura 36 presenta la planificación de un experimento para averiguar los parámetros del rendimiento individual en el ejercicio de tracción en banca: el sujeto se encuentra tendido boca abajo sobre una tabla acolchada y a una distancia del suelo tal que pueda agarrar una haltera larga con los brazos extendidos. La haltera se ha de subir con "toda la fuerza" (poniendo en juego el máximo de voluntad) hasta el borde inferior de la tabla. Por encima de la barra de la haltera se encuentran unas células ópticas de rayos infrarrojos, que sirven para medir el tiempo que emplea la barra en pasar de una a otra. Para averiguar el rendimiento muscular máximo se ejecutan seis intentos cada vez, con un aumento progresivo de 10 kg en cada intento. Para la evaluación se toman en consideración los promedios de tiempo en los cinco mejores intentos y el impulso se calcula sobre la base del trayecto recorrido y el peso levantado (impulso = masa por velocidad). Llevando a la gráfica las modificaciones de los impulsos registradas para cada peso es posible obtener la curva del rendimiento muscular (fig. 35) y averiguar el peso (kg) con el que se ha conseguido el máximo impulso.

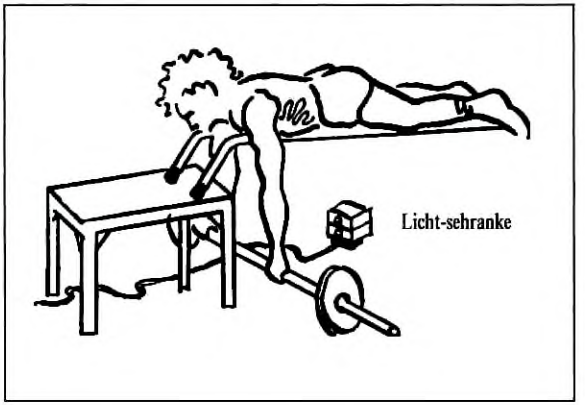


Figura 36: *Experimento para averiguar el umbral del rendimiento muscular (URM) en tracción en banca.*

La modificación del umbral del rendimiento muscular durante el proceso de entrenamiento permite una visión exacta de la evolución de la fuerza. Además, la *intensidad de carga* se determina mejor a partir de dicha modificación que midiendo los valores de fuerza máximos, isométricos y concéntricos, pues éstos son, en parte, difíciles de

averiguar (y su obtención muy dolorosa, en el caso de los isométricos) y extremadamente dependientes de la motivación.

3.2.4.2 Formas de determinar la fuerza mediante curvas de fuerza-tiempo

La evaluación biomecánica de la fuerza se apoya hoy fundamentalmente en el registro de ***curvas de fuerza-tiempo***. Con ellas es posible constatar los siguientes factores influyentes del comportamiento de la fuerza o del rendimiento muscular: (1) *fuerza máxima isométrica*;

$$\text{(2) } \textit{impulso de fuerza } I = \int_{t_0}^{t_1} F\,dt;$$

(3) *comportamiento de la fuerza incial y la fuerza explosiva*; (4) *valor de la fuerza máxima excéntrica*; (5) *gráfica fuerza-tiempo en el ciclo de estiramiento-acortamiento*; (6) *velocidades de despegue en el salto* (en m/s); (7) *valores máximos de la fuerza máxima concéntrica* ($F_{máx}$), etc.

Los aparatos que registran las curvas de fuerza-tiempo son acoplamientos mecánico-electrónicos de dinamómetros de suelo o acelerómetros registradores con ordenadores, monitores e impresoras. Estas posibilidades de evaluación están disponibles en nuestros días en diversas instituciones o instalaciones.

La importancia de las evaluaciones de la fuerza efectuadas mediante las curvas de fuerza-tiempo se explica porque en el movimiento deportivo la fuerza nunca es constante durante su acción dinámica. Se trata normalmente de fuerzas variables. En estas curvas de fuerza-tiempo se hacen visibles, las relaciones entre la fuerza empleada (F) y los dos instantes (t_1 - t_2) y con ello queda registrado el curso temporal recorrido por la fuerza. El siguiente ejemplo (fig. 37) muestra la integral temporal de la fuerza, representada por la superficie rayada, bajo la curva producida por un impulso de fuerza entre t_0 y t_1.

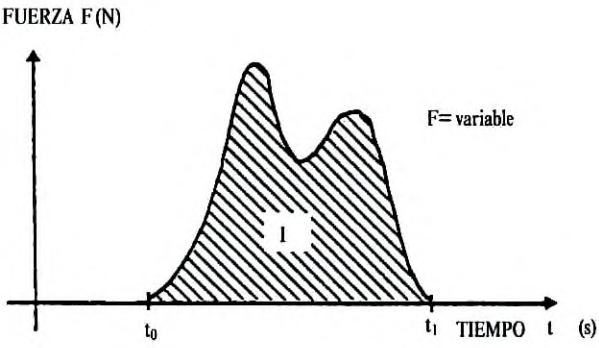


Figura 37: *Impulso de fuerza [impact] I con una fuerza variable F durante un tiempo t t_1-t_0 (según BAUMANN, 1978, 25).*

Con la ayuda de otros ejemplos vamos a describir algunas posibilidades de la evaluación de la fuerza mediante curvas de fuerza-tiempo. El primer ejemplo muestra el desarrollo de la fuerza en un ***salto en contramovimiento*** (fig. 38). La curva se puede interpretar de esta manera: al comienzo del movimiento (t_0), la fuerza (F) se corresponde con el peso del sujeto. Al ceder el cuerpo flexionando la articulación, se produce una aceleración hacia abajo del centro de gravedad del cuerpo (CGC), que alcanza su mayor valor en t_1 y que en t_2 ya ha vuelto al valor de partida. En t_4 se llega a la fuerza máxima con la mayor aceleración, si bien en este momento las articulaciones del pie, la rodilla y la cadera presentan todavía una flexión bastante marcada y se encuentran sólo en el comienzo del estiramiento. Entre t_4 y t_5 la fuerza dirigida hacia arriba disminuye, pero el CGC adquiere aquí la velocidad máxima. En el momento señalado con t_5 cruzamos de nuevo la línea del peso corporal, y al abandonar el suelo en t_6 alcanza F el valor cero.

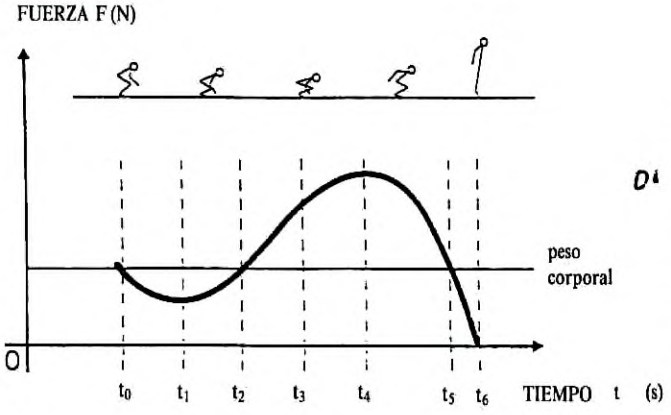


Figura 38: *Fuerza vertical F en un salto de extensión a partir de la posición en cuclillas (squat jump), con contramovimiento e impulso del brazo hacia atrás (BAUMANN, 1978, 27).*

La siguiente curva de fuerza-tiempo muestra resultados de ***fuerza máxima isométrica*** recogidos con un dinamómetro de piernas (fig. 39). El experimento tuvo lugar en condiciones estáticas, contra una resistencia imposible de superar. Los parámetros de la curva de fuerza-tiempo aquí representada son (1) los valores punta de fuerza realizados (KMI), (2) la pendiente de ascenso máxima (EXI) como indicio de fuerza explosiva y (3) el valor de fuerza alcanzado 50 ms después del inicio de la contracción, designado como fuerza inicial (STI). Se muestran además los parámetros de tiempo correspondientes. La medición de la fuerza máxima isométrica describe el valor de fuerza más alto realizado con la máxima contracción voluntaria. Además, es posible calcular, como demuestra la curva, dos componentes de la fuerza rápida, la *fuerza inicial* y la *fuerza explosiva* (apartado 3.2.2.2). La fuerza inicial caracteriza la capacidad del sistema neuromuscular para desarrollar, a partir del primer momento de tensión, la mayor fuerza posible en el mínimo tiempo (aquí 20 min). La fuerza explosiva alude a la capacidad del

sistema neuromuscular para transformar un incremento inicial de la tensión en valores de fuerza elevados con la máxima rapidez (SCHMIDTBLEICHER, 1984, 1787 y s.)

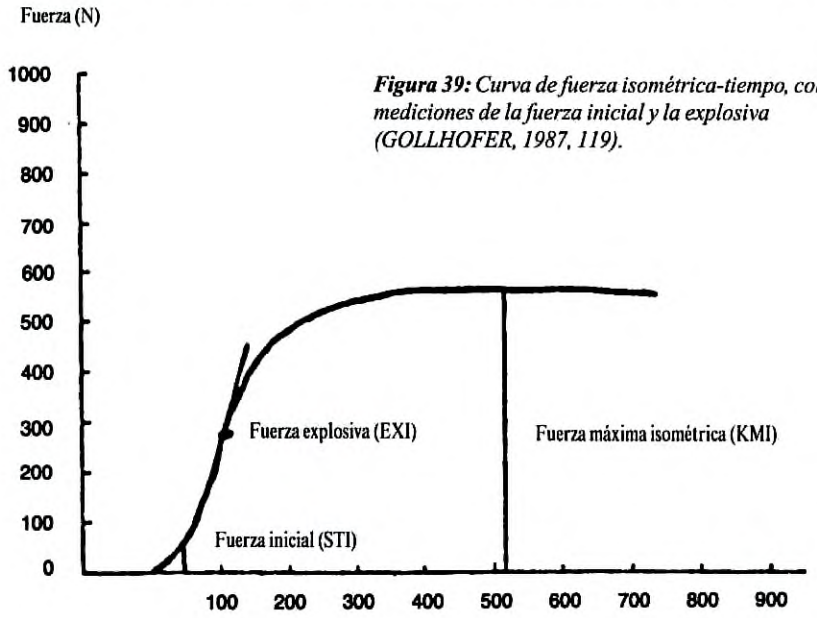


Figura 39: *Curva de fuerza isométrica-tiempo, con mediciones de la fuerza inicial y la explosiva (GOLLHOFER, 1987, 119).*

El último ejemplo muestra mediciones de la ***fuerza reactiva*** en saltos hacia abajo desde alturas de 1,10 y de 0,50 m, cayendo sobre una placa dinamométrica con un salto de despegue inmediato (fig. 40). Así es posible registrar los máximos de fuerza concéntrica, excéntrica y los tiempos de contacto con el suelo.

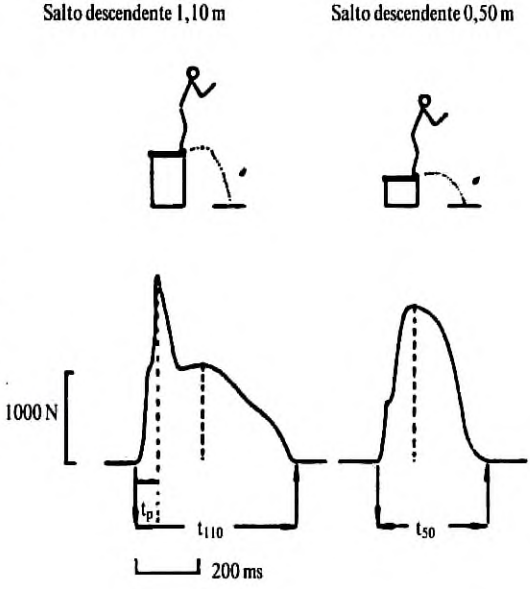


Figura 40: *Curvas de fuerza-tiempo en despegues tras saltos descendentes desde alturas de 1,10 y 0,50 m (SCHMIDTBLEICHER/ GOLLHOFER, 1985, 274).*

3.2.4.3 La prueba en dos fases para determinar la fuerza de resistencia

En el apartado 3.2.2.4 hemos descrito una nueva noción de fuerza resistencia como resultado de nuestras investigaciones en este terreno. De acuerdo con ellas entendíamos *fuerza resistencia* como la capacidad de fuerza que puede sostener un rendimiento muscular definido (registrado aquí mediante la intensidad de los impulsos) en un periodo de tiempo determinado, con una frecuencia de ejercicio determinada y con la menor disminución posible de la intensidad de los impulsos (apartado 3.2.2.4). Para medir la fuerza resistencia hemos desarrollado un ***tests en dos fases***.

En la primera fase se calcula el *umbral del rendimiento muscular* (apartado 3.2.4.1). El peso límite calculado sirve como peso de test para la segunda fase. En el ejemplo de la figura 35, el peso límite es en un caso 50 kg, en el otro 70 kg. Como ejercicios de la prueba se puede realizar el de "tracción en banca" (fig. 36) y el de "remo con banco móvil" (fig. 41).

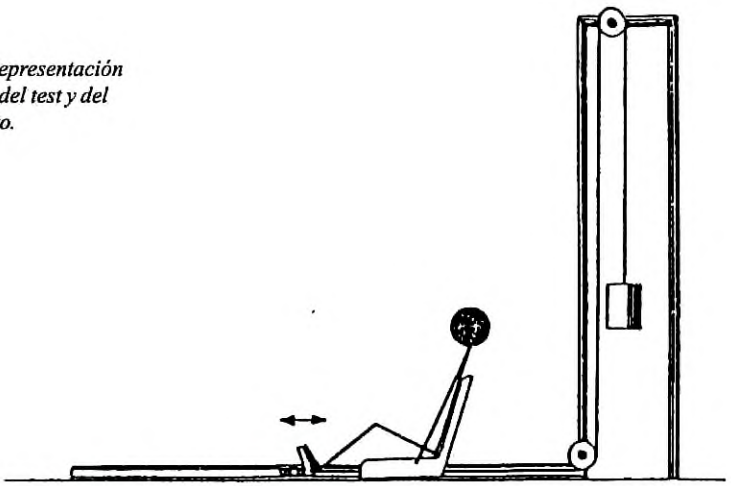


Figura 41: *Representación esquemática del test y del entrenamiento.*

En la segunda fase se mide y calcula la *disminución de la intensidad del impulso* según el siguiente procedimiento: con tracción en banca o press de piernas, los sujetos mueven el peso del test calculado en la primera fase, 24 veces en un minuto, en intervalos exactos de 2,5 segundos (señal digital) y con la velocidad idónea. Con los aparatos y los ejercicios establecidos es posible registrar, gracias a los dispositivos de medición, los tres parámetros necesarios para calcular el impulso y su modificación temporal: *recorrido del trabajo* (m), *peso* (kg) y *velocidad* (m/s). En la siguiente tabla se comparan los resultados en este tipo de test de dos sujetos (jóvenes practicantes de remo).

Tabla 9: Como valores comparativos se midieron además la fuerza máxima concéntrica y la isométrica. El cociente de fuerza resistencia resulta del impulso medio (Ns): disminución calculada (%). Los valores se obtuvieron en el test de "press de piernas" (fig. 41).

Sujeto	Fuerza máxima isométrica (kp)	Fuerza máxima concéntrica (kg)	Peso en el URM (kg)	Impulso máximo (Ns)	Impulso promedio (x) (Ns)	Disminución calculada del impulso (%)
TF	311,2	290	141,5	155,6	123,1	20,9
AH	270,6	260	136,5	154,9	146,1	5,7

Como se desprende de los valores de la tabla 9, los sujetos presentan diferentes capacidades máximas, que en todo caso no se transforman de igual modo en rendimientos musculares (intensidades de impulso), pues el sujeto AH alcanza, con menor capacidad de fuerza máxima y un peso límite algo menor, casi la misma intensidad máxima de impulso en su umbral de rendimiento muscular que el sujeto TF, aunque éste dispone de una base mejor de fuerza máxima. Las razones podrían encontrarse en una mejor calidad neuromuscular de AH. También en la resistencia de sus fuerzas se encuentra una notable diferencia entre ambos. En el suj. TF la intensidad del impulso disminuye en un 20,9 % a lo largo de la prueba; en el suj. AH, en cambio, sólo en un 5,7. Éste sostiene durante más tiempo un impulso elevado. Esta diferente disminución se muestra también en el impulso promedio (x). El ejemplo aquí representado nos indica que la capacidad de fuerza resistencia supone una cualidad en sí misma, mientras que la fuerza máxima no es más que un componente. Con 22 sujetos en el marco de esta investigación (practicantes de remo y estudiantes de Educación Física), se pudo constatar un abanico de disminuciones entre el 3,3 % y el 22,2 %, con un promedio del 13,8 % y una desviación típica del 5,1 %. Con este test en dos fases se registran exactamente las diferencias de rendimiento de las capacidades de fuerza resistencia. Lamentablemente, por razones técnicas (electrónicas), estas posibilidades de diagnóstico se limitan a dos ejercicios.

3.2.4.4 Pruebas deportivo-motrices para el diagnóstico básico de las capacidades de fuerza

Los *diagnósticos básicos* de rendimientos de la fuerza se realizan mediante pruebas deportivo-motrices. En la literatura podemos encontrar una serie de tests para medir *la fuerza de salto* (prueba del cinturón de salto, test de "detente" [*jump-and-reach*], multisalto, salto de longitud sin carrera) y *la fuerza de lanzamiento* (lanzar el balón medici-

nal, lanzamiento sin carrera), para evaluar la *fuerza resistencia* (alzar el pecho en decúbito prono, erguirse en decúbito supino, abdominales, cuclillas sobre una pierna, flexión de una sola rodilla, planchas, tracción en barra fija) y para determinar *la fuerza máxima concéntrica* (como la tracción o el press de banca). Aquí presentaremos las pruebas deportivo-motrices más adecuadas en nuestra opinión para el diagnóstico básico de la fuerza. Las pruebas de fuerza resistencia hasta ahora aplicadas apenas permiten evaluar su calidad.

Los ***rendimientos de fuerza de salto*** han de ser medidos desde la perspectiva del diagnóstico complejo. Si se calculan con pruebas deportivo-motrices, con el salto de longitud sin carrera, el salto con cuerda de goma atada a la cintura o el test de "detente", cabe extraer unas conclusiones aproximadas sobre la fuerza de salto horizontal y vertical. Una prueba más llevadera para el sujeto es el test de "detente" (salto de diferencia) (fig. 42); con ella se mide en centímetros la diferencia entre el "punto alcanzado de pie" (con uno o ambos brazos) y el "punto alcanzado en el salto"; para una mayor precisión al medir es conveniente preparar las puntas de los dedos con magnesio. Asimismo, el test adquiere un mayor valor informativo si se *estandarizan* la posición de despegue, la forma de extender brazo y mano al marcar, y el movimiento preparatorio. Esto es válido para saltos con una y dos piernas, así como para marcar con una o dos manos. Sólo en condiciones estandarizadas es posible registrar diferencias interindividuales en el rendimiento. Los valores comparativos interindividuales, por ejemplo dentro de un grupo de entrenamiento, sólo son apropiados para la evaluación tendencial de las eventuales diferencias.

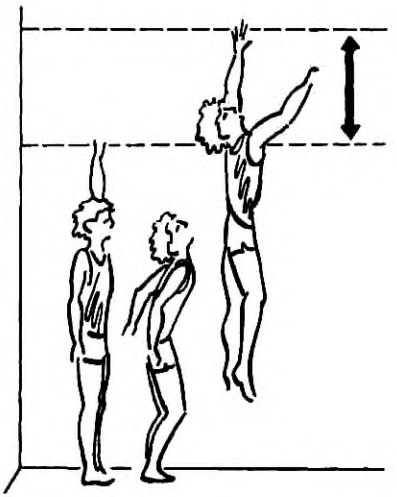


Figura 42: *Test de "detente" (salto de diferencia) para establecer el valor de diferencia del salto vertical.*

De una combinación entre *pliometría y "detente"* y del valor de diferencia alcanzado, se pueden extraer conclusiones sobre el ***comportamiento de la fuerza reactiva***, comparando este valor con la diferencia alcanzada en un test normal de "detente". También aquí rige el imperativo de *estandarizar las condiciones del test.* (Se recomienda un descenso en el salto de entre 30 y 40 cm para la ejecución con una sola pierna, y entre 50 y 70 cm con las dos, según el rendimiento que desarrollen los sujetos en el test.)

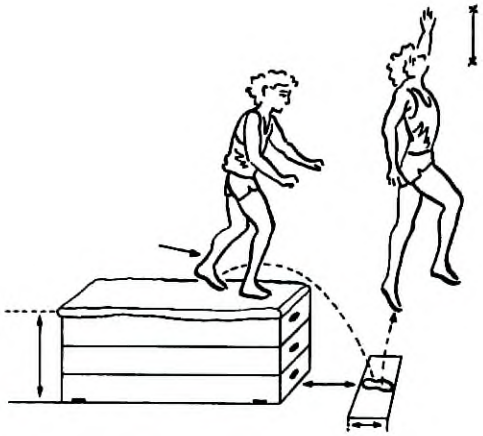


Figura 43: *Combinación de pliometría y test de "detente" (aquí con una pierna) según KUHLOW (1972, 21).*

La evaluación de la ***fuerza máxima concéntrica*** sirve para establecer cuánto peso (en kg) se puede desplazar a lo largo de un *determinado trayecto de trabajo*. Esta evaluación es posible con los ejercicios de halteras (fig. 44), pero también con aparatos de entrenamiento de fuerza si las condiciones pueden ser estandarizadas. Para evaluar la fuerza máxima concéntrica sólo se deben utilizar formas de ejercicio "sencillas", practicadas también en el entrenamiento. No obstante, la praxis de entrenamiento ha demostrado que estos cálculos dependen en gran medida de la motivación y están, por tanto, sometidos a considerables oscilaciones.

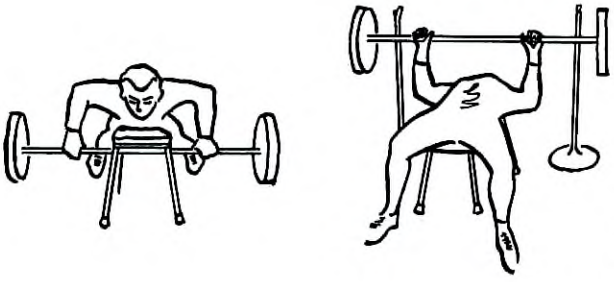


Figura 44: *Ejemplos para determinar la fuerza máxima concéntrica con "tracción y press de banca".*

3.2.5 Métodos del entrenamiento de la fuerza

3.2.5.1 Relación entre objetivos y métodos

En el apartado 3.2.1 ya indicamos que el *entrenamiento general de la fuerza* persigue dos objetivos: (1) *mejorar la capacidad de inervación de los músculos* y (2) *incrementar el potencial energético de los músculos*. Si el establecimiento de estos objetivos se pone en relación con las manifestaciones de la fuerza (fuerza máxima, fuerza rápida, fuerza resistencia y fuerza reactiva) y con los métodos del entrenamiento de la fuerza, obtenemos las relaciones que se reflejan en la fig. 45. En el entrenamiento especial de la fuerza es necesario ampliar la fijación de objetivos.

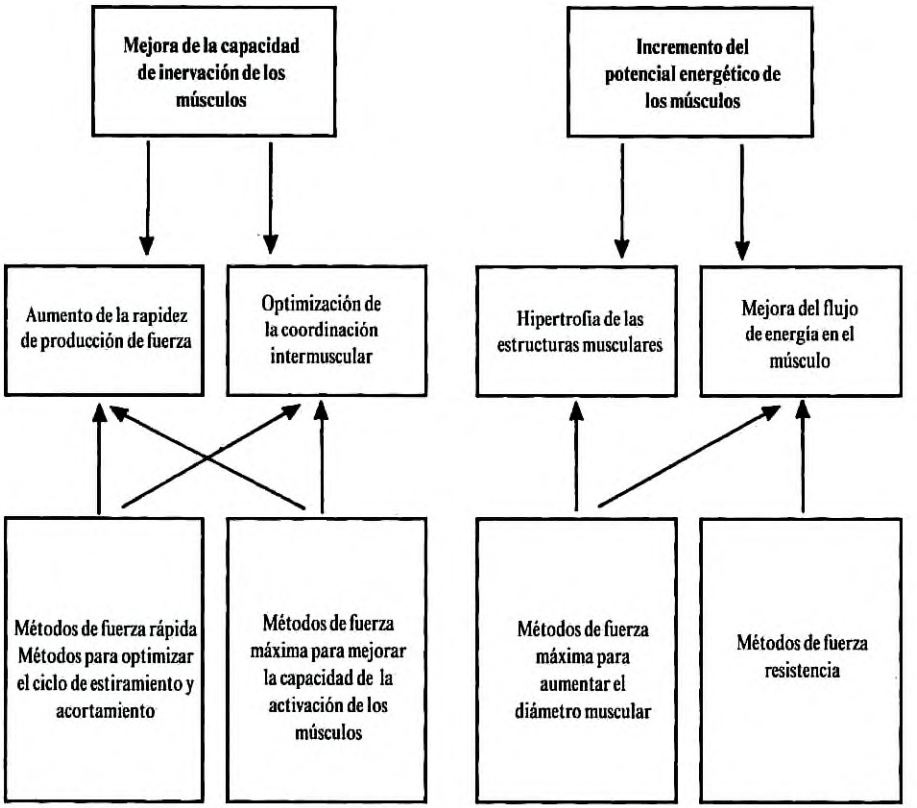


Figura 45: *Relaciones entre objetivos y métodos del entrenamiento general de la fuerza.*

El entrenamiento de la fuerza busca básicamente, en relación con el establecimiento de objetivos en cada momento, inducir el estímulo de entrenamiento óptimo. Por eso sus métodos no se clasifican según su estructura de la carga, sino según su *efecto*. El *incremento del potencial energético* depende sobre todo del aumento del diámetro muscular (fuerza máxima) y de una mejora de la fuerza resistencia; la mejora de la *capacidad de inervación*, en cambio, viene determinada por una mejora de la capacidad de activación voluntaria de los músculos y por la velocidad de la producción de fuerza (capacidades de fuerza rápida). En el estado actual de nuestros conocimientos científicos podemos dar por segura la vigencia de todas estas relaciones.

Antes de ocuparnos más en detalle de cada uno de los métodos de entrenamiento de la fuerza y de la dirección a la que apuntan sus efectos, hemos de detenernos en una serie de problemas metodológicos comunes a todos ellos, como la importancia de los componentes de la ***estructura de la carga*** (apartado 3.1.4).

El componente más importante de la estructura de la carga es la ***intensidad de la carga***. Su determinación es tanto más difícil cuanto que los fundamentos de su cálculo son diferentes para cada uno de los objetivos que se propongan en el entrenamiento de la fuerza. En la práctica se ha impuesto un procedimiento manejable para medir la intensidad. Éste consiste en averiguar el *peso máximo* (en kg) que se puede alcanzar en una determinada forma de ejercicio *con trabajo concéntrico* y designarlo como el 100 % de la intensidad. Se procede entonces mediante escalonamientos porcentuales. Esta medición de la intensidad es adecuada si los *objetivos del entrenamiento* que se pretende alcanzar son el "incremento del potencial energético", esto es, la "hipertrofia de las estructuras musculares" y la "mejora del flujo de energía en el músculo".

Si el objetivo del entrenamiento se dirige a una "mejora de la capacidad de inervación de la musculatura", es decir, "aumento de la velocidad de producción de fuerza" y "optimización de la coordinación intermuscular", tiene menos sentido orientar la intensidad de la carga en torno al peso máximo en condiciones concéntricas. Aquí, orientándonos hacia la aceleración de los pesos, deberíamos tomar como base, como el 100 % de intensidad de la carga, la intensidad máxima del impulso medida en Newtons por segundo, pues esta magnitud describe el equilibrio óptimo entre el peso, el recorrido de éste y la velocidad que se le imprime en una determinada forma de movimiento. Esto requeriría, en todo caso, la medición del umbral de rendimiento muscular (apartado 3.2.4.1), relativamente desconocido hasta ahora en la práctica y limitado en sus posibilidades.

El *impulso máximo* (como indicador del rendimiento muscular máximo) se alcanza, guiándonos por los resultados de nuestras investigaciones, bajo dos condiciones: (1) con el 60-70 % aprox. del peso máximo concéntrico (kg) y (2) si éste se mueve a la máxima velocidad que la voluntad puede conseguir. Si la carga de peso se encuentra por debajo del 60-70 % del peso máximo concéntrico, la velocidad de movimiento será mayor, pero la cuantía del impulso menor. La mayoría de los autores propone esta intensidad de la carga para el entrenamiento de la fuerza rápida. Si el peso supera el 60-70 % del máximo del peso concéntrico, la velocidad y el impulso serán menores (fig. 35). Esta intensidad de la carga se recomienda sobre todo en el entrenamiento de la

fuerza máxima intermuscular. Hemos de admitir que con un peso menor, y por tanto con una velocidad mayor, no todas las estructuras de producción de fuerza de los grupos musculares participantes pueden ser reclutadas mecánicamente (apartado 3.2.3.3) y, en cambio, con pesos superiores al peso límite cualquier "paso molecular" de la transferencia de energía discurre más lentamente. Creemos, pues, que una *intensidad* en torno al umbral de rendimiento muscular es un compromiso óptimo para la realización de cualquier clase de entrenamiento muscular.

El ***volumen de la carga*** se obtiene en entrenamiento de la fuerza, y concretamente ante la superación de pesos extraños, a partir del *número de repeticiones*, reunidas en *series*, multiplicado por el *peso* (kg) que se ha movido en ellas. En ejercicios en los que se mueve el propio cuerpo o aparatos muy ligeros (balones medicinales), el volumen resulta del número de repeticiones, reunidas en series.

También la fijación de la ***densidad de la carga***, esto es, la longitud de las pausas entre cada repetición y entre las series, es importante para la dirección metodológica del entrenamiento en este ámbito de la fuerza. Por ejemplo, para establecer la duración óptima de las pausas en el entrenamiento de la fuerza rápida, se debe tener en cuenta el principio de la resíntesis de la fosfocreatina, que sostiene que este compuesto se vuelve a sintetizar inmediatamente (de 3 a 5 segundos). Por otra parte, hay que pensar también en la concentración: en efecto, ante una intensidad de la carga que requiera la más intensa movilización de la voluntad y la mayor velocidad de ejecución, la duración de las pausas debe estar también en función de la concentración. En correspondencia con los *objetivos del entrenamiento* (fig. 45) existen tres densidades de la carga entre las repeticiones de ejercicios: (1) en el *entrenamiento de la fuerza resistencia* las repeticiones se suceden casi sin pausas (tres segundos como mucho), (2) en el *entrenamiento de la fuerza máxima para el aumento del diámetro muscular* es suficiente con pausas de entre 4 y 8 segundos, y (3) los *entrenamientos de la fuerza rápida, fuerza reactiva y fuerza máxima para la optimización de la coordinación intermuscular* necesitan a veces pausas para recuperar la concentración de más de 10 segundos. Las pausas entre las series duran entre 3 y 4 minutos. Este tiempo es suficiente para una nueva síntesis del depósito de energía tras un determinado número de repeticiones.

Para describir un método de entrenamiento, además de fijar los componentes de la carga (intensidad, volumen, densidad), también es necesario determinar la *forma de la contracción* de los músculos, y con ello describir la ejecución del ejercicio, pues existen *posibilidades de realización del ejercicio isométricas, excéntricas, concéntricas y compuestas de dos o las tres formas de contracción* (apartado 3.2.3.1).

3.2.5.2 Métodos del entrenamiento de la fuerza máxima para el aumento de la hipertrofia muscular

Siguiendo a BÜHRLE (1985, 94 y ss.) y a SCHMIDTBLEICHER (1985, 28 y ss.) pensamos que en este punto los métodos más eficaces son los de las ***cargas submáximas repetidas*** que producen un agotamiento local (tabla 10):

Tabla 10: Métodos de cargas submáximas repetidas para el aumento del diámetro muscular, según BÜHRLE (1985, 96).

		Método estándar I / pesos constantes	Método estándar II / pesos en progresivo aumento	Método de culturismo I (extensivo)	Método de culturismo II (intensivo)	Métodos isométricos
Formas de contracción – Concéntrica – Isométrica – Excéntrica		Concéntrica	Concéntrica	Concéntrica	Concéntrica	Isométrica
Intensidad	Velocidad – Rápida – Fluida – Lenta	Fluida	Fluida	Lenta	Fluida	
	% de peso respecto del máximo	80%	70-80-85-90%	60-70%	85-95%	100%
Volumen	Repeticiones	8-10	10 10 7 5	15-20	5-8	1
	Series	3	1 1 1 1	3-5	3-5	3-5
	Duración de la carga					10-12 seg.
Densidad	Pausa entre las repeticiones – 4-10 seg. – Continua (sin pausa)	4-10 seg.	4-10 seg.	Concéntrica	4-10 seg.	
	Pausa entre las series	≥ 3 min.	≥ 3 min.	≥ 2 min.	≥ 3 min.	≥ 3 min.

En los métodos estándar I y II se utilizan sobre todo *formas de ejercicio* en cuya realización participan las *cadenas musculares*, en los métodos de culturismo lo hacen sobre todo los *grupos musculares*.

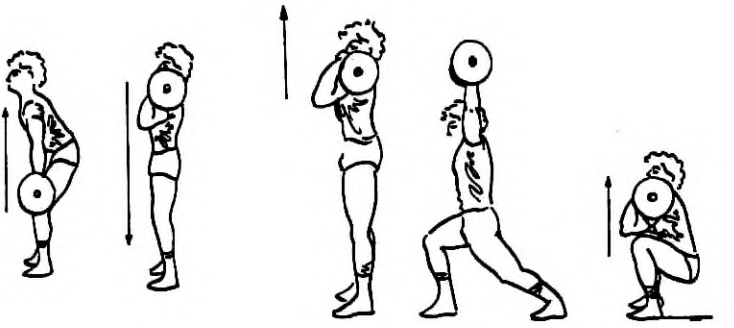
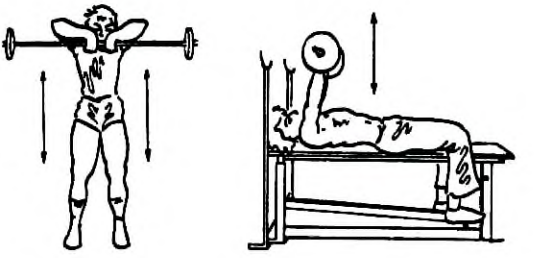


Figura 46: Seis formas de ejercicio típicas de los métodos estándar (desplazar, presionar, empujar, extensión a partir de flexión de rodilla, remo estrecho, press de banca).



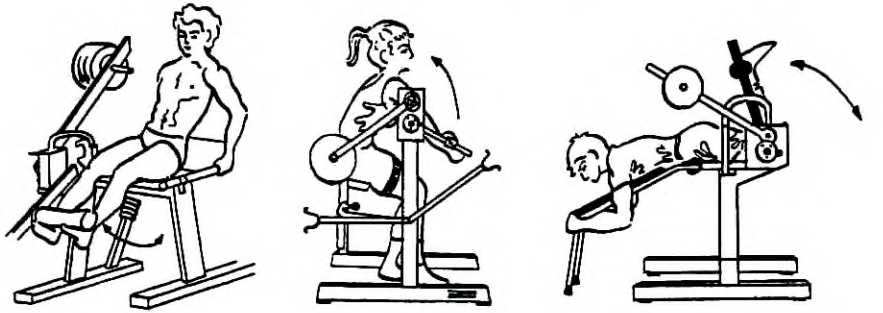


Figura 47: Tres ejercicios típicos de los métodos de culturismo.

3.2.5.3 Métodos de fuerza máxima para mejorar la capacidad de la inervación muscular

Si para mejorar la fuerza máxima no fuera necesario aumentar el diámetro del músculo, sino la *capacidad de activación voluntaria* y con ello reducir el *déficit de fuerza*, habría que modificar las condiciones metodológicas. El déficit de fuerza se reduce cuando el sujeto inerva los músculos o las cadenas musculares voluntariamente, con una mayor frecuencia y por tanto con mayor actividad eléctrica (BÜHRLE, 1985, 79;

"Métodos de las contracciones máximas breves"). Ya ZACIORSKIJ (1972, 49) formuló la regla de que el método más eficaz para mejorar la coordinación inter e intramuscular es un entrenamiento con pesos muy elevados, escaso número de repeticiones y grandes intervalos de recuperación. Semejante entrenamiento mejora la capacidad para movilizar rápidamente grandes actividades de inervación. Suponemos que la causa de esta adaptación es un reclutamiento más rápido de las unidades motrices y un aumento de la capacidad para elaborar frecuencias de inervación elevadas (SCHMIDTBLEICHER, 1985, 26 y s.).

Se acepta comúnmente que los ***métodos de utilización de la fuerza breve y máxima*** producen una mejora de la fuerza máxima sin un crecimiento significativo de la masa muscular (WERCHOSCHANSKI, 1972, 132). Nosotros creemos que un método con la intensidad de carga orientada hacia el máximo impulso de fuerza alcanzable, es decir, próxima al *umbral del rendimiento muscular*, consigue igualmente este objetivo, de lo cual resultan unas cuantas ventajas a la hora de optimizar la coordinación inter e intra-

Tabla 11: *Métodos de utilización breve de la fuerza máxima y del impulso máximo cercano al umbral del rendimiento muscular (BÜHRLE, 1985, 98).*

		Utilización de la fuerza máxima	Utilización de la fuerza submáxima	Método de carga según el principio del umbral del rendimiento muscular	Método piramidal
Formas de contracción – Concéntrica – Isométrica – Excéntrica		Concéntrica	Concéntrica	Concéntrica	Concéntrica
Intensidad	Velocidad – Rapidez óptima – Fluida – Lenta	Rapidez óptima	Rapidez óptima	Rapidez óptima	Rapidez óptima
Intensidad	Utilización de la fuerza – Explosiva	Explosiva	Explosiva	Explosiva	Explosiva
Intensidad	% de peso respecto del máximo	100%	90-95-100%	55-60%	80-85-90-95-100 -90-80%
Volumen	Repeticiones	1-2	4 3 1-2	6-8	7 5 3 2 1 / 3 7
Volumen	Series	5	2 2 2	3-5	1
Densidad	Pausa entre las repeticiones – 10 seg.	10 seg	10 seg	10 seg	10 seg
Densidad	Pausa entre las series	≥ 3 min	≥ 3 min	≥ 3 min	≥ 3 min

muscular en los casos en los que hay que aumentar la fuerza máxima como base para el desarrollo de la fuerza rápida.

3.2.5.4 Métodos del entrenamiento de la fuerza rápida

Con el entrenamiento de la fuerza rápida se pretende sobre todo mejorar la ***velocidad de producción de la fuerza*** de la musculatura.

En las técnicas deportivas encontramos diferentes ***características de aceleración*** referidas a la producción de la fuerza. Unas veces se trata de conseguir una elevada *fuerza inicial* y *explosiva* (apartado 3.2.2.2), otras veces se persigue un ascenso de la fuerza progresivo hasta llegar a la velocidad final óptima. Por ello, en un entrenamiento de la fuerza rápida hay que distinguir dos tipos con diferentes características de aceleración:

Tipo I: Una elevada *velocidad inicial* de la producción de la fuerza (comportamiento de la fuerza inicial y la fuerza explosiva).

Tipo II: Una elevada *velocidad final* de la producción de la fuerza (comportamiento de aceleración progresiva).

Tabla 12: *Métodos del entrenamiento de la fuerza rápida con la estructura de la carga y la característica de aceleración correspondiente.*

		Métodos de fuerza rápida		Métodos de carga según el principio del umbral del rendimiento muscular	
		Tipo I	Tipo II	Tipo I	Tipo II
Modo de trabajo – Concéntrico		Concéntrico	Concéntrico	Concéntrico	Concéntrico
Intensidad	Velocidad	Máxima	Máxima	Máxima	Máxima
	Característica de la aceleración 1) con velocidad inicial explosiva	Arranque explosivo		Arranque explosivo	
	2) con velocidad final máxima		Aceleración progresiva		Aceleración progresiva
	% de peso respecto del máximo	35-50%		ca. 55-60%	
Volumen	Repeticiones	7		8	
	Series	5		4	
Densidad	Pausa entre repeticiones – 10 segundos	10 seg		10 seg	
	Pausa entre las series	≥ 3 min		≥ 3 min	

Como hemos podido demostrar partiendo de nuestras investigaciones, una velocidad inicial elevada no garantiza todavía la consecución de una velocidad final óptima. Para conseguir esta última es mucho más recomendable programar, incluso en el entrenamiento, el tiempo de ejecución de los movimientos de modo que resulten buenas aceleraciones finales. Por razones de coordinación, el trabajo de fuerza rápida debería ocuparse tanto de la velocidad inicial como de la final, dándoles la importancia que les corresponde. Hemos establecido, por tanto, la diferenciación correspondiente entre los métodos de entrenamiento. A ella se añade una variante metodológica que designamos como entrenamiento de percepción de la fuerza (LEHNERTZ, 1988a, 109-123). Con este procedimiento se pretende que los atletas sean sensibles a los aspectos de la mecánica muscular.

3.2.5.5 Métodos del entrenamiento de la fuerza resistencia

El objetivo de este entrenamiento es ***mejorar el aporte de energía del músculo*** y con ello mantener durante un tiempo una determinada intensidad en el impulso de la fuerza (apartado 3.2.2.4). Dado que la *duración de la carga* de la actividad motriz desempeña un papel orientativo para desarrollar una elevada reserva metabólica y mantener un determinado impulso de la fuerza, los métodos del entrenamiento presentan la siguiente estructura de la carga:

— *elevado número de repeticiones* en relación con el peso
  Método 1: con una intensidad de la carga del 40-70 % de la máxima fuerza concéntrica, 20 repeticiones en 3, 4 o 5 series
  Método 2: con una intensidad de la carga del 30-40 %, 30 repeticiones en 4, 5 o 6 series;
— *ejecución del movimiento consciente y a cámara lenta* en los tramos concéntrico y excéntrico (como en el método de culturismo), sólo para el entrenamiento de los fundamentos de fuerza resistencia;
— o con el *impulso de fuerza óptimo*, tratando de mantener constante la intensidad de éste al paso de las repeticiones, para la fuerza resistencia especial;
— *sin pausas* entre las repeticiones (método de culturismo);
— o *longitud de las pausas* de acuerdo con el perfil de exigencia propio de la modalidad, pero menores de tres segundos;
— pausas breves entre las series
  Método 1: < 2 minutos
  Método 2: < 1 minuto.

La figura 48 muestra a continuación la decisiva importancia que tiene la ejecución motriz lenta y el ejercicio sin pausas. Dos grupos de entrenamiento de remeros (GE I y GE II) realizaron en el curso de un experimento un entrenamiento con el mismo número de repeticiones, series y carga de peso para realizar la tracción en banca. GE I lo hizo con movimientos rápidos y pausas breves entre las repeticiones, GE II sin pausas y con

movimientos más lentos. Mientras que en el GE I, tras el calentamiento, la producción de lactato disminuyó constantemente entre serie y serie, el valor del lactato aumentó en el GE II de serie en serie. Con este experimento se pudo demostrar que una reserva metabólica elevada como base de la mejora de la fuerza resistencia exige repeticiones sin pausas.

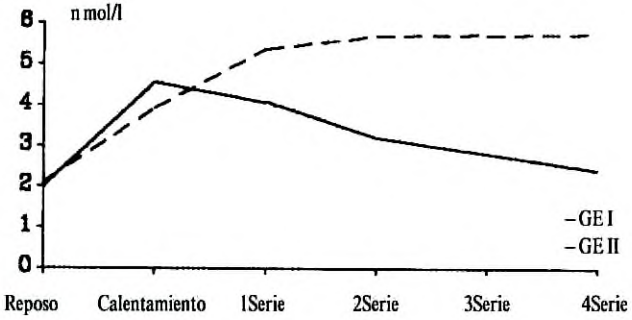


Figura 48: *Valores medios de la medición del lactato durante una sesión de entrenamiento de dos grupos (PAMPUS / LEHNERTZ / MARTIN, 1989, 9).*

3.2.5.6 Métodos del entrenamiento de la fuerza reactiva

El desarrollo del ***comportamiento de la fuerza reactiva*** tiene dos objetivos:

— Acortamiento de la *fase de acoplamiento* en el ciclo estiramiento-acortamiento con aceleración óptima del trabajo concéntrico.
— Mejora de la capacidad para mantener la *tensión muscular* ante cargas de estiramiento elevadas en la fase excéntrica del ciclo estiramiento-acortamiento (capacidad de tensión reactiva; apartado 3.2.2.3) (BÜHRLE, 1989, 323).

Para alcanzar el primero de los objetivos lo habitual es ejecutar *combinaciones de saltos* en recorridos de aparatos. Estos recorridos se componen de sucesiones de aparatos como plintos, vallas, saltómetros, colchonetas, etc. Se suele organizar el entrenamiento disponiendo cuatro recorridos de aparatos para distintas combinaciones de saltos. Estas cuatro combinaciones de saltos forman una serie. Entre cada combinación de saltos se introduce una pausa de 10-20 segundos, entre cada serie una pausa de 3 min aprox. En total se ejecutan entre 3 y 5 series. *Ha de procurarse una realización motriz exacta y explosiva, con una transición óptima entre el estiramiento y el acortamiento y con un trabajo concéntrico explosivo.*

El ejemplo de la fig. 49 muestra cuatro recorridos de aparatos con diferentes combinaciones de saltos.

Recorrido 1: 8 saltos en cuclillas sobre plintos o vallas.
Recorrido 2: Multisaltos sobre cuatro plintos o bancos con aterrizaje sobre ambas piernas e inmediata transición a ritmo de tres.

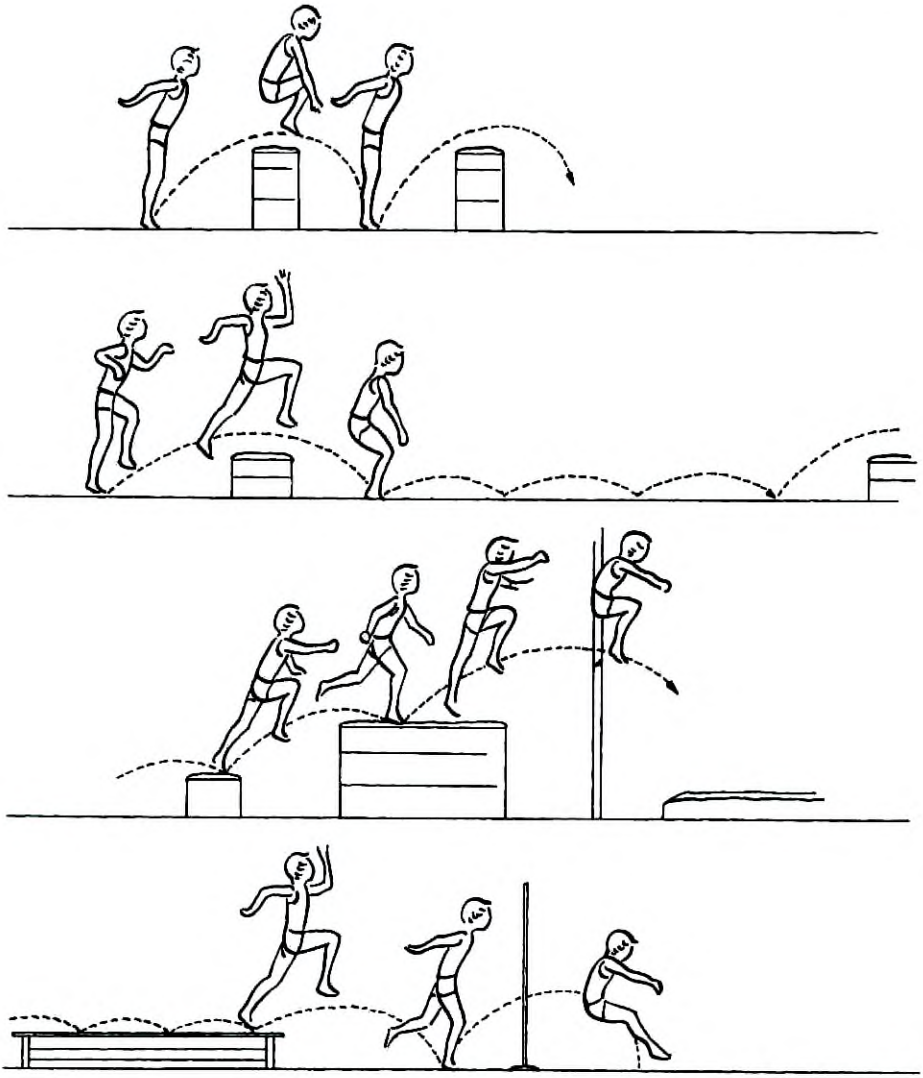


Figura 49: *Cuatro recorridos de aparatos con distintas combinaciones de salto.*

Recorrido 3: Salto de altura-longitud con ascenso sobre una escalera de plintos (ritmo de tres = sólo un contacto sobre cada plinto).

Recorrido 4: Subida a un banco, pliometría sobre la pierna de despegue con inmediato salto de altura-longitud; esta sucesión de saltos se repite dos veces sucesivas.

Para mejorar la *capacidad de tensión reactiva* se eligen aquellas formas de ejercicio y cargas que producen, dentro de un ciclo de estiramiento-acortamiento, una elevada tensión en la fase excéntrica (fig. 50).

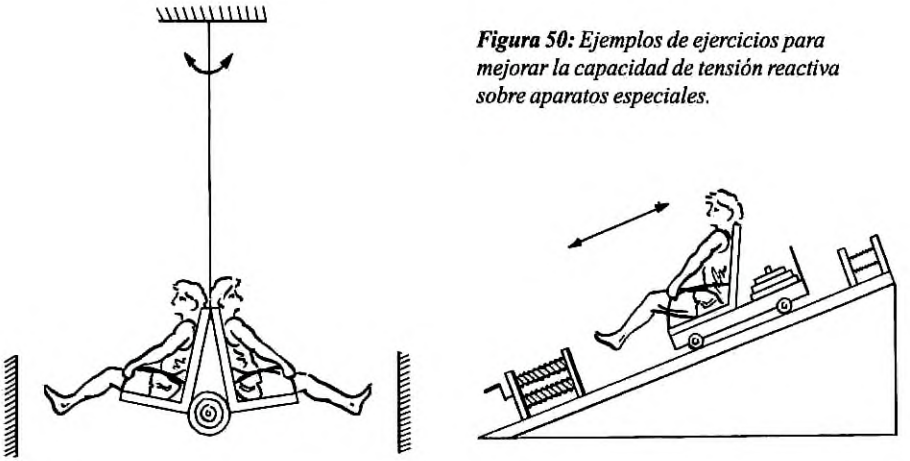


Figura 50: *Ejemplos de ejercicios para mejorar la capacidad de tensión reactiva sobre aparatos especiales.*

La estructura de la carga presenta las siguientes características: se ejecutan series de 8 repeticiones con pausas breves, la pausa entre las series dura aprox. 3 minutos. Es importante la *realización del ejercicio*. Aquí rigen las siguientes normas: (1) *La fase excéntrica debe conducir a una posición de partida inmóvil y con elevada tensión (trabajo de frenado breve), antes* de que empiece la fase concéntrica. (2) *La fase concéntrica comienza con la máxima explosividad, con un intenso trabajo de aceleración.* (3) *En cada serie se debe variar el ángulo de flexión en el trabajo de frenado (final de la fase excéntrica)*. Por ello es de gran importancia la medición individual de la carga de peso óptima.

3.2.5.7 Formas de organización del entrenamiento de la fuerza

Las decisiones metodológicas implican también cuestiones organizativas como, por ejemplo, la manera en que se puede entrenar a un grupo en las siguientes *condiciones externas*: aparatos disponibles, locales, *medidas de seguridad* necesarias; y ello con una eficacia metodológica, esto es, con las formas de ejercicio idóneas, la disposición óptima de las pausas (sin tiempos de espera), etc. (apartado 1.2.2.4). La eficacia de un entrenamiento de fuerza es a menudo un problema de organización. Para esta modalidad de entrenamiento existen cuatro formas de organización disponibles:

— En el *entrenamiento en estaciones*, los deportistas recorren una sucesión exacta de formas de ejercicio que deben solventar en los aparatos destinados a tal fin. Cada

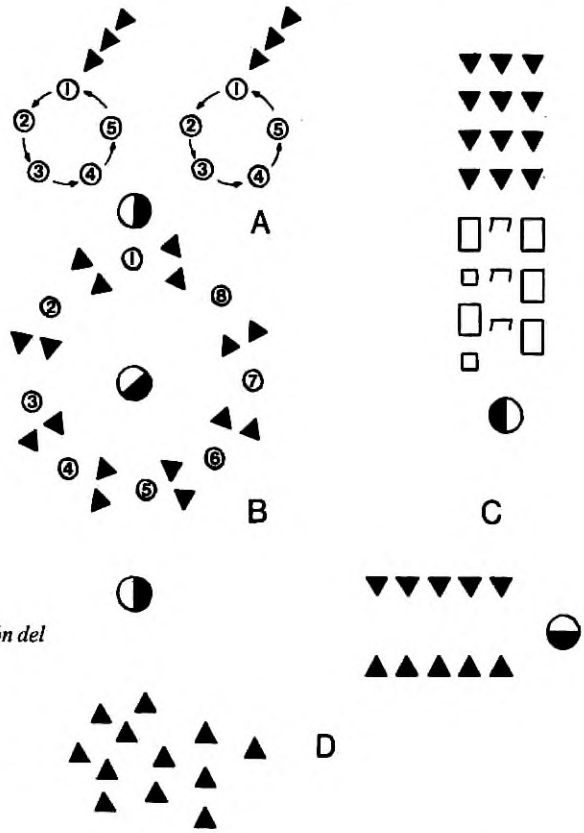


Figura 51: *Formas de organización del entrenamiento de la fuerza.*
A= entrenamiento en estaciones,
B= entrenamiento en circuito,
C= entrenamiento en filas,
D= dos formas de entrenamiento frontal.

uno entrena en la misma sucesión de formas de ejercicio (estaciones). Si se dispone de suficientes aparatos, cabe organizar dos recorridos de estaciones paralelos para mantener activo a un grupo grande (fig. 51). El entrenamiento combinado es particularmente apropiado para el entrenamiento de fuerza máxima y fuerza rápida.

— En el *entrenamiento en circuito*, las formas de ejercicio y los aparatos son resueltos también uno tras otro. Sin embargo, aquí no importa la sucesión, esto es, el grupo de deportistas puede comenzar y terminar el entrenamiento conjuntamente, pero en diferentes estaciones. El entrenamiento en circuito está especialmente indicado para trabajar la fuerza resistencia, los métodos de culturismo y otros métodos para el aumento del diámetro muscular.

— El *entrenamiento en filas* se realiza con diferentes recorridos de aparatos. Las filas cambian de recorrido simultáneamente. Cada fila ejecuta los ejercicios de cada recorrido (fig. 51). Esta forma de organización se aplica sobre todo para el entrenamiento de la fuerza de salto y de formas de salto con énfasis en el ciclo de estiramiento-acortamiento.

— En el *entrenamiento frontal* el grupo de entrenamiento realiza conjuntamente todas las formas de ejercicio. La disposición en el espacio puede llevarse a cabo con un orden laxo, filas confrontadas, etc. Esta forma de organización se aplica principalmente en los ámbitos de la fuerza resistencia y fuerza rápida (p. ej. con el balón medicinal).

3.2.6 Entrenamiento especial de la fuerza

3.2.6.1 Objetivos y tareas del entrenamiento especial de la fuerza

En su organización a largo plazo, el entrenamiento sigue básicamente la tendencia de una creciente especialización. Este tema lo tratamos en los apartados 2.1 y 5.1. Aquí intentamos responder a la pregunta de qué tareas tiene planteadas el entrenamiento de la fuerza especial en lo que respecta a la especialización. De una forma provisional y global, la respuesta puede ser la siguiente: cada técnica deportiva se realiza a través de un determinado *modelo de utilización de la fuerza*. Este modelo, como guía para la utilización de la fuerza, y el decurso dinámico-temporal que origina se reflejan en un ***perfil especial de exigencia de fuerza*** típica de cada modalidad o disciplina.

El objetivo del entrenamiento de fuerza especial es, por tanto, la optimización del modelo de utilización y del desarrollo de la fuerza en relación con el especial perfil de exigencia. Es tarea de cada modalidad "construir" este perfil, porque sólo en las condiciones de éste se puede concebir de forma eficaz el entrenamiento especial de la fuerza. Éste resulta de la fijación o descripción de los siguientes rasgos:

— las *cadenas musculares* involucradas en el desarrollo de la fuerza (cadenas extensoras y/o flexoras),
— los *ángulos articulares* con los que deben activarse los grupos musculares de una cadena,
— la *dirección* y la *intensidad* del desarrollo de la fuerza, porque el efecto global de la fuerza de una cadena muscular se obtiene sumando los momentos de giro de los sistemas articulatorios involucrados, y los brazos de palanca determinan la intensidad de los momentos de giro,
— la *combinación de contracciones*, porque la mayoría de las secuencias de movimientos constan de combinaciones excéntricas-isométricas-concéntricas,
— la *frecuencia*, número y duración de cada impulso de la fuerza.

De estos rasgos propios de un perfil de exigencia se deducen las siguientes reglas del entrenamiento especial de la fuerza:

Los rasgos cinemáticos, dinámicos y anatómico-funcionales de la *técnica* y la *estrategia de competición* propia de la modalidad determinan la concepción del entrenamiento especial de la fuerza.

Las *formas del ejercicio* dependen de las cadenas musculares involucradas, los ángulos que adoptan las articulaciones en el momento de desarrollar la fuerza y las líneas de acción de las fuerzas.

La *realización del ejercicio* se basa en la combinación de contracciones propia del desarrollo de la fuerza.

La *exigencia de la carga* está dependiente de la intensidad, la frecuencia y la duración del impulso de la fuerza, entre otros factores.

Vamos a explicar estas reglas con más detalle, sirviéndonos de un ejemplo práctico que nos muestra la importancia de los *datos biomecánicos* para la elaboración de un perfil de exigencia de fuerza.

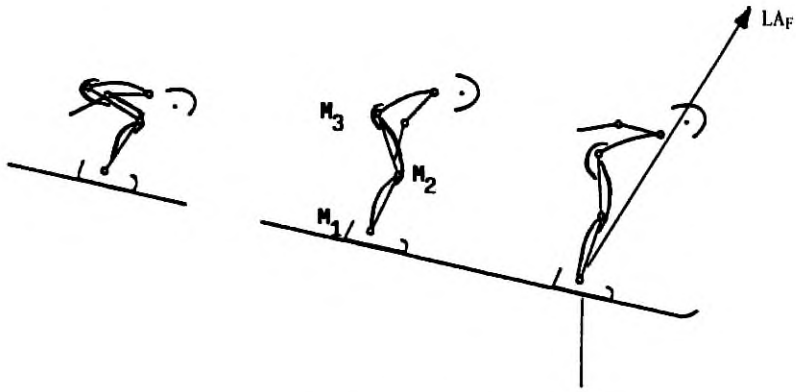


Figura 52: *Movimiento de despegue en el salto de esquí, con movimientos articulares, grupos musculares involucrados, momentos de giro M1-M3 y línea de acción (LA) de la fuerza (F) (según BAUMANN, 1978, 7).*

La fig. 52 describe el despegue en salto de esquí. Aquí, sobre una determinada línea de acción de la fuerza y un breve trayecto de aceleración del centro de gravedad del cuerpo (CGC), se debe generar un elevado impulso de fuerza en los músculos de la cadena extensora de las extremidades inferiores. Para ello, la articulación de la cadera se estira desde 25° hasta 115° aprox. y la de la rodilla de 85° a 156° aprox. El cómputo de fuerza total del impulso de la fuerza (N) resulta de la suma de los momentos de giro $M_1 + M_2 + M_3$. Esta fuerza "especial" de las piernas se suele entrenar con levantamiento de haltera desde la rodilla flexionada o con ejercicios en la prensa de piernas, porque aún no se dispone de aparatos especiales. Los rasgos propios del perfil especial de exigencia de fuerza no suelen recibir una atención suficiente en la mayoría de los casos.

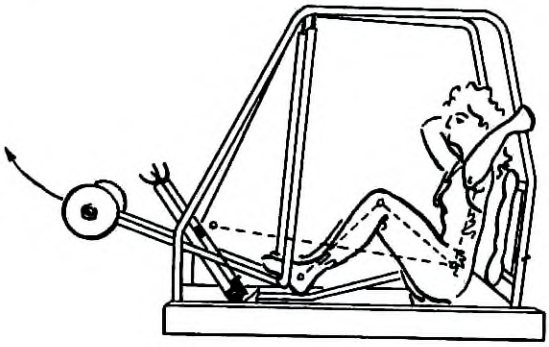


Figura 53: *Ejemplo de una forma de ejercicio dentro de un perfil especial de exigencia, que no satisface los requisitos ni del modelo de utilización de la fuerza ni del recorrido de la fuerza.*

En la forma de ejercicio descrita en la fig. 53, la línea de acción de la fuerza discurre sobre un arco circular. Con un ángulo de las rodillas de 90°, el ángulo de la cadera alcanza unos 65° aprox. Al final del estiramiento de las piernas (ángulo de las rodillas = 175° el ángulo de la cadera mide 93°. La coordinación intermuscular de los tres momentos de giro en las cadenas musculares extensoras que actúan en el despegue (fig. 52) apenas se puede trabajar aquí satisfactoriamente. En cambio, la forma de ejercicio representada en la fig. 54 cumple bastante mejor las condiciones del perfil especial de exigencia, a saber: utilización de la totalidad de la cadena extensora con los ángulos articulares correspondientes y sobre la línea de acción de la fuerza. Si además se ajusta a la combinación de contracciones correspondiente, la forma del ejercicio se cumple con aquellos rasgos que anteriormente hemos postulado como criterios.

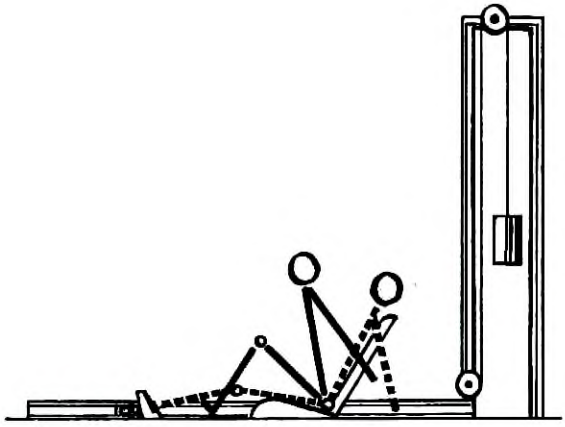


Figura 54: *Forma de ejercicio en la máquina de banco móvil, adecuada para los ángulos articulares que se producen en el salto de esquí: ángulo de la cadera al inicio de la extensión = 85°, al final 156°; ángulo de la cadera = de 25°a 115°. La realización del ejercicio discurre de la siguiente forma: 5 segundos de frenado en la posición inicial (contracción isométrica) - impulso de fuerza explosivo con extensión de rodilla y cadera.*

3.2.6.2 Ejemplo: descenso alpino

Los modelos de entrenamiento surgieron en colaboración con entrenadores de la Asociación Alemana de Esquí, sobre la base de investigaciones biomecánicas, observaciones fenomenológicas de las diferentes técnicas de esquí y experiencias prácticas de los entrenadores. Se elaboraron los siguientes principios básicos buscando un perfil especial de exigencia de fuerza:

— Para los valores de fuerza elevados y explosivos al hundir el esquí (cambio de dirección), producidos básicamente por la *extensión* de la articulación de la rodilla, con mínima extensión de la cadera, es preciso desarrollar una *fuerza concéntrica inicial y explosiva* máxima con un trayecto de aceleración del CGC relativamente breve.

— Esta fuerza concéntrica se genera desde una determinada posición de descenso = *situación de partida isométrica* o desde una breve descarga hacia abajo = *desarrollo de fuerza reactiva*. Las secuencias de fuerza en los diferentes balanceos son, de acuerdo con esto, diferentes combinaciones de contracciones (isométrica - concéntrica; isométrica - excéntrica - concéntrica; concéntrica - excéntrica - isométrica).

— La *duración de la competición* exige sostener durante el tiempo correspondiente una utilización de la fuerza óptima y unas posiciones de descenso (por tanto, un *rendimiento especial de la fuerza resistencia*).

Partiendo de estas exigencias de fuerza especiales se han diseñado los siguientes métodos:

Método 1

Objetivo del entrenamiento: mejora de la combinación de las contracciones isométrica-concéntrica-excéntrica-isométrica. Para ello hay que entrenar ante todo la capacidad de tensión reactiva de los músculos (apartado 3.2.2.3).

Forma del ejercicio (véase. fig. 55).

Combinación de las contracciones (realización del ejercicio):

— mantenimiento breve del peso (3 seg), con un ángulo de las rodillas de 80-90° = *fase isométrica*;

— arranque explosivo del salto = *fase concéntrica;*

— aterrizaje y frenado con un ángulo de las rodillas de 80-90° = *fase excéntrica*;

— mantenimiento del peso con este ángulo de las rodillas (3-5 seg) = *fase isométrica*, siguiente realización del ejercicio.

Exigencia de carga para una unidad de entrenamiento: 3-4 series, cada una de 8-10 repeticiones con el 70-80 % (según el estado de entrenamiento) del peso soportable en trabajo concéntrico; 3-4 min de pausa entre series.

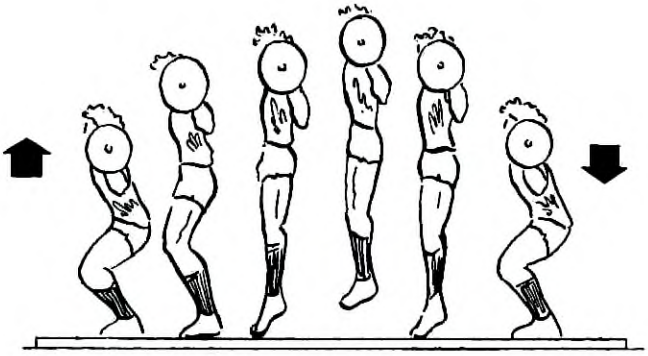


Figura 55. Ejercicio de fuerza reactiva, salto desde una posición estática, trabajo de salto vertical con la haltera en la nuca.

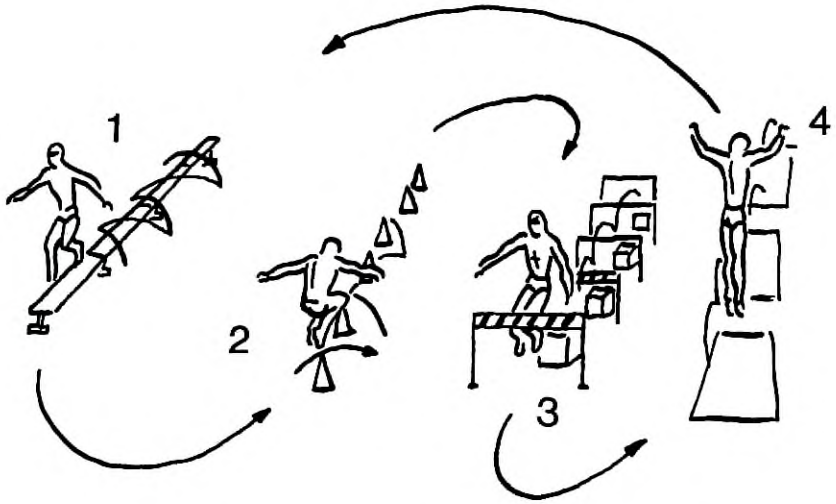


Figura 56: Cuatro recorridos de aparatos para el entrenamiento de la fuerza resistencia.

Método 2

Objetivo del entrenamiento: Mejora del flujo de energía en el músculo para desarrollar la fuerza resistencia en los grupos musculares de la pierna y el tronco.

Organización y formas del ejercicio: Se disponen en el recinto recorridos de aparatos para ejercicios de salto (fig. 56) y a su lado un circuito para ejercicios del tronco y de los brazos (fig. 57). En este entrenamiento se ejecutan primero los ejercicios de salto e inmediatamente después los de tronco y brazos.

Estos cuatro recorridos de aparatos contienen las siguientes formas de ejercicio: (1) salto por encima del banco sueco, lateral y continuado (de dcha. a izq., de izq. a dcha.) = 12 saltos; (2) en cuclillas, multisalto lateral con ambas piernas, hacia delante en diagonal, a través de una fila de pequeños conos de señalización; (3) combinaciones de saltos desde plintos pequeños, pliometría, rebote con despegue por encima de la valla, y de nuevo sobre el plinto, y así sucesivamente (ejecución del ejercicio lo más rápida posible y sin interrupciones); (4) saltos con extensión de las piernas sobre un recorrido de colchonetas, desde y hasta la posición en cuclillas.

Exigencia de carga: Salto continuo durante un periodo de tiempo entre 60 y 120 segundos, con realización exacta del movimiento. Inmediatamente después se recorre el circuito de ejercicios de tronco y brazos.

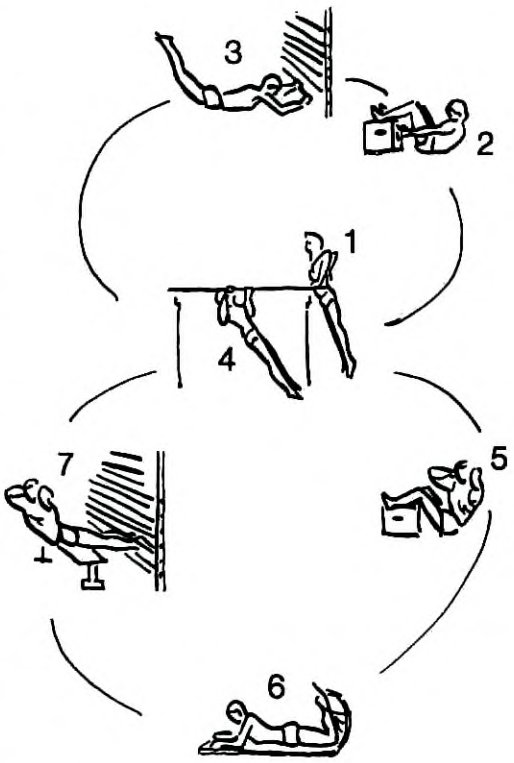


Figura 57: *Circuito para el entrenamiento de la fuerza resistencia.*

Este circuito contiene las siguientes formas de ejercicio: (1) flexión y extensión de los brazos con apoyo en la barra; (2) abdominales con rodilla flexionada y cuerpo encorvado; (3) levantar las piernas estiradas en decúbito prono; (4) tracciones de escalada en posición diagonal en barras paralelas; (5) abdominales con giro de hombro hacia derecha e izquierda; (6) levantar las pantorrillas en decúbito prono, los pies tiran de un cordel amarrado en torno a una colchoneta y la levantan; (7) levantar el tronco en decúbito prono con giro de hombros a izquierda y derecha. Todos los ejercicios han de ser ejecutados con exactitud.

Exigencia de carga: Los ejercicios se realizan en cada aparato a ritmo fluido y sin pausas, el tiempo de carga alcanza unos 30-45 segundos en cada estación, según los estados de rendimiento, sin pausa entre las estaciones.

Ambas combinaciones de aparatos, los recorridos y el circuito, se recorren al principio como una sola unidad, de dos a tres veces sin interrupción. Con un estado de rendimiento mejor se elevan los tiempos de carga, los recorridos hasta 180 s y las estaciones del circuito hasta 60 segundos.

3.2.6.3 Ejemplo: natación

Como segundo ejemplo escogemos una *modalidad de resistencia* y resumimos aquí los trabajos de COUNSILMAN (1980, 112 y ss.) y SCHRAMM (1987, 290 y s.). De ello resultan los siguientes principios básicos para el entrenamiento de la fuerza especial en natación:

— Fuerza máxima, fuerza rápida y fuerza resistencia se desarrollan sobre todo para los *grupos musculares* que cargan con el *trabajo principal de propulsión* en las técnicas natatorias.

***Tabla 13:** Ejemplo de una sesión de entrenamiento para desarrollar la fuerza resistencia especial (SCHRAMM, 1987, 291).*

Objetivo pedagógico Máxima atención a la constante frecuencia de los movimientos y aprovechamiento del trayecto de trabajo	
Introducción 15 min. Calentamiento	Gimnasia especial para calentamiento ligero
Parte central 25 min. Entrenamiento en circuito – 10 estaciones – 90 s de carga – 60 s de pausa	1. "Mini-gim": brazada de mariposa 2. Poleas de pared: extensión de piernas 3. Aparato especial de tracción de brazos: 70 % FM 4. Cuerda de goma en decúbito supino 5. Empuje de piernas contra la barra de la haltera en decúbito supino 6. Poleas de pared: brazada de mariposa 7. "Mini-gim": brazada de crol 8. Extensión de piernas en el "Hércules". 9. "Mini-gim": brazada de crol sentado 10. "Mini-gim": brazada de braza en decúbito supino
Parte final Ejercicios de estiramiento y relajación (sobre todo estiramiento permanente y post-isométrico)	
Características – La frecuencia de competición es el criterio para determinar la intensidad – De forma individual, se podrá comprobar la capacidad de movilización mediante un aumento de la frecuencia en los últimos 10 s del ejercicio – Criterios de control: Número de repeticiones, pulsación durante la carga, cumplimiento de las orientaciones técnicas	

Tabla 14: *Orientación para el entrenamiento especial de la fuerza en natación (FM = fuerza máxima)*

		Tiempo de la carga	Pausas
Entrenamiento de la fuerza máxima	70-90 % de la FM concéntrica	breve	larga
Entrenamiento de la fuerza rápida	menos del 50 % de la FM concéntrica	breve	larga
Entrenamiento de la fuerza-resistencia	50-70 % de la FM concéntrica	largo	de breve a intermedia

— Por ello se utilizan sobre todo *formas de ejercicio especiales* (fig. 58).
— Los grupos musculares que aquí se emplean no han de aumentar excesivamente su *masa muscular*, lo cual rige en particular para los nadadores de larga distancia.
— La estructura espacio-temporal y dinámico-temporal de la realización del ejercicio ha de coincidir en gran medida con la dinámica de la secuencia de fuerza en cada

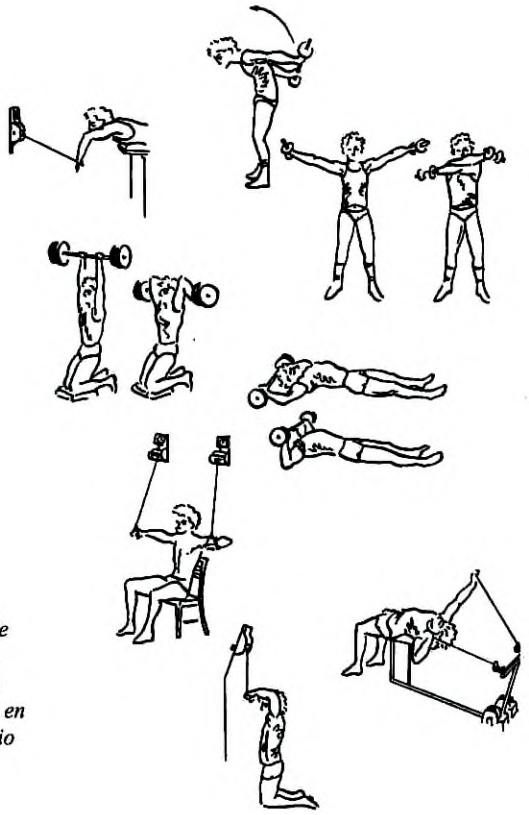


Figura 58: *Una selección de formas de ejercicio especiales para los músculos de brazos y hombros, con movimientos que imitan la propulsión principal; la figura muestra formas de ejercicio isocinéticas en aparatos de tracción y formas de ejercicio concéntricas con las halteras (según COUNSILMAN).*

técnica natatoria, por lo cual nos servimos sobre todo de *aparatos de entrenamiento isocinéticos*. Con ellos aumenta, de igual modo que en el agua, la resistencia al movimiento en proporción con la velocidad.

— Para el *entrenamiento de la fuerza rápida y fuerza máxima*, las formas de ejercicio en (sledge) trineo de tracción, con halteras y otros aparatos de fuerza se ejecutan de forma concéntrica.

A partir de estos principios básicos obtenemos los siguientes criterios metodológicos para el entrenamiento de la fuerza especial en natación:

— El *entrenamiento de la fuerza-resistencia* (ejemplo en la tabla 13) se realiza sobre todo con formas de ejercicio especiales y en condiciones isocinéticas.
— La *rapidez* (velocidad de la producción de fuerza de los músculos) se entrena básicamente con los métodos del entrenamiento de fuerza máxima, pero también con los de la fuerza rápida. También se utilizan aquí sobre todo formas de ejercicio especiales.
— Las *exigencias de la carga* para el entrenamiento de la fuerza especial se resumen en la tabla 14.

3.2.7 Planificación y dirección del entrenamiento de la fuerza

El entrenamiento de la fuerza está sometido a diferentes valoraciones dentro del perfil de exigencia de cada modalidad deportiva. Común a todas es el hecho de que cada rendimiento motor se basa en determinados esfuerzos musculares (cuantitativos, cualitativos). Por ello, el entrenamiento de la fuerza debe ser un componente de toda modalidad deportiva, con el rango que se le dé según su importancia. Éste es un principio básico en el que coinciden todos los autores. Las cuestiones que trataremos en este apartado intentarán aclarar cómo se ha de guiar y planificar a largo plazo el entrenamiento de la fuerza en distintas modalidades para que los rendimientos musculares deseados, en el marco de un ciclo de entrenamiento, puedan alcanzar su punto óptimo en el momento idóneo. El estado actual de la ciencia no permite una respuesta inequívoca a esta pregunta. Los resultados de investigaciones que a continuación presentamos serán aclarados mediante ejemplos. La mayor parte de estos conceptos se refieren a la evolución temporal de las manifestaciones de la fuerza rápida. Como muchas modalidades se fundamentan marcadamente en capacidades de fuerza rápida, el modelo que a continuación describimos es válido en una larga serie de modalidades.

3.2.7.1 Modelo para un entrenamiento con efectos retardados a largo plazo

WERCHOSCHANSKI (1988, 109 y ss.) propone un modelo para la modificación cíclica de las capacidades de fuerza rápida. Parte de los resultados de investigaciones propias y se apoya además en los de otros científicos soviéticos (NIKITIN, MIRONENKO, ANTONOVA, LEVCENKO). Los modelos basados en éstos parten de que

todo deportista es capaz de superar una determinada cantidad de *exigencia de carga*. Si la exigencia de carga se encuentra constantemente por debajo de ese nivel, el rendimiento muscular empieza a decrecer al cabo de un cierto tiempo. Si nos excedemos considerablemente en el nivel de carga individual, se produce en primer lugar un descenso de los rendimientos musculares, que vuelven a subir fuertemente si se rebaja a tiempo la exigencia de carga (fig. 59). Este ascenso lo entendemos como *efecto retardado del entrenamiento a largo plazo*, y es una expresión de las *adaptaciones compensatorias* después de cargas voluminosas.

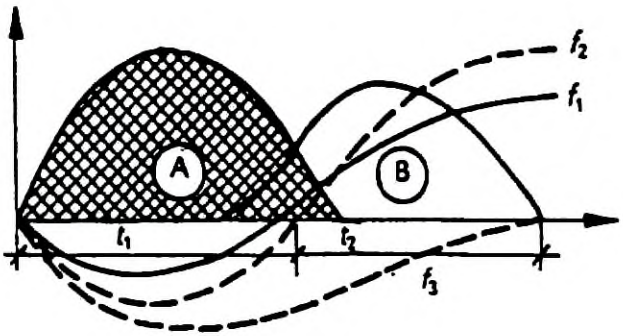


Figura 59: *Modelo del efecto retardado del entrenamiento a largo plazo. A = etapa de entrenamiento de la fuerza muy voluminoso, B = etapa de volumen reducido con intensidad elevada; t_1 y t_2 = tiempos de duración de las etapas; f = curvas de los rendimientos de la fuerza.*

De la fig. 59 cabe deducir los siguientes aspectos que definen el principio del efecto retardado a largo plazo: (1) Un *bloque voluminoso de entrenamiento de la fuerza* es condición necesaria para que se dé el mencionado efecto retardado. (2) Cuanto más marcado –dentro de los límites idóneos– sea el *descenso del rendimiento* en este bloque de entrenamiento, tanto mayor será el *ascenso del rendimiento* que viene a continuación (f_{1-3}). (3) En el primer bloque del entrenamiento la intensidad de la carga no es aún la máxima, está pensada para la *ampliación del potencial de la fuerza*. (4) Tras la realización del primer bloque de entrenamiento (A) vienen *exigencias de carga más intensas*, pero menores *en cuanto al volumen*. (5) La duración del efecto retardado del entrenamiento a largo plazo depende fundamentalmente de la duración del primer bloque del entrenamiento. Con deportistas muy entrenados, sus características se pueden observar cuando el primer bloque del entrenamiento de la fuerza dura entre 4 y 12 semanas.

El modelo que aquí describimos (fig. 59) puede ser considerado como un esquema de validez general para la periodización del entrenamiento de la fuerza en modalidades con un elevado componente de fuerza rápida.

Según MATWEJEW/ NOWIKOW (1982, 153), los modelos del entrenamiento de la fuerza utilizados dentro de estos bloques (formas del ejercicio, intensidad de la car-

ga) se mantienen sin modificación durante 6 semanas. En este periodo cambia sólo la cantidad de la carga, que aumenta continuamente. La frecuencia de los entrenamientos por semana se eleva, según los experimentos a los que se remiten estos autores, a tres o cuatro unidades de entrenamiento de la fuerza por semana (4 en un estado de entrenamiento excelente, 3 en uno todavía insuficiente). A continuación vamos a exponer algunos ejemplos prácticos que se han concebido de acuerdo con este modelo.

3.2.7.2 Periodización del entrenamiento de la fuerza para velocistas

El ejemplo que aquí exponemos es una propuesta de GROSSER / ZIMMERMANN / EHLENZ (1985, 301 y ss.) para el entrenamiento de la fuerza de los velocistas. Está pensado, como mostramos en el modelo precedente, para obtener un *efecto retardado del entrenamiento a largo plazo*. Prevé un voluminoso bloque de trabajo de fuerza, de 4 a 8 semanas de duración, llevado a cabo en pretemporada (PR) II con un doble objetivo: la *musculación* y el *entrenamiento de la coordinación intramuscular* (entrenamiento de la fuerza máxima). Esto se corresponde con el bloque A de la fig. 59. A continuación viene una breve transición al bloque B con un *entrenamiento de la fuerza más intenso*: 2 veces a la semana *fuerza rápida*, 1 vez *fuerza máxima*. Finalmente, en el periodo de competición se entrena una vez la *fuerza máxima* y de dos a tres veces la *fuerza rápida*, con una notable reducción en cuanto al volumen.

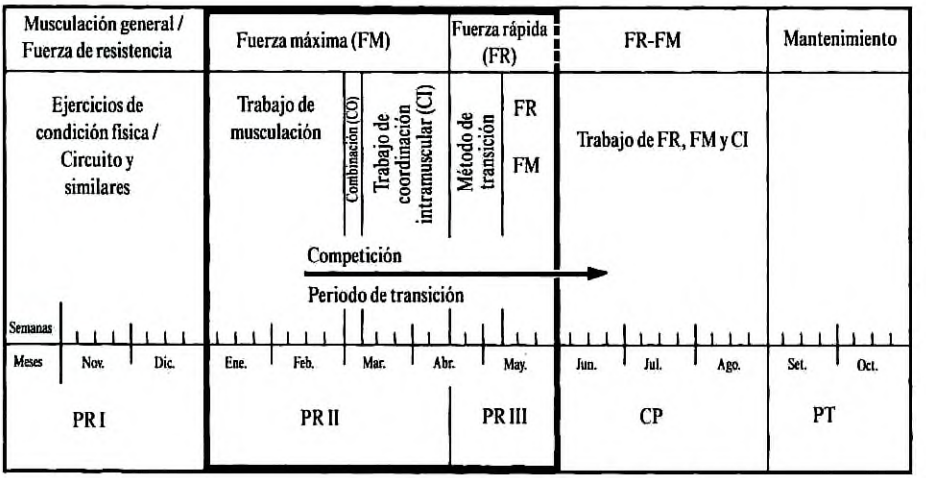


Figura 60: *Propuesta para la periodización del entrenamiento de la fuerza para velocistas. La primera parte de la PR II corresponde al bloque A, la segunda parte de la PR II y la PR III corresponden al bloque B de la fig. 59 (GROSSER / ZIMMERMANN / EHLENZ, 1985, 310).*

3.2.7.3 Entrenamiento de la fuerza para disciplinas de resistencia

El modelo de entrenamiento de la fuerza que proponemos aquí difiere considerablemente de los que han sido descritos hasta el momento, porque no se intenta directamente obtener un efecto retardado a largo plazo. Este entrenamiento de la fuerza sirve sólo para apoyar directamente determinadas características de los rendimientos de resistencia.

Aunque apenas hay deportistas y disciplinas de resistencia que renuncien a practicar el entrenamiento de la fuerza, la observación muestra que el grado de sistematización cíclica o metodológica no es suficiente para este entrenamiento. Dos razones hacen imprescindible este entrenamiento de la fuerza sistemático para las modalidades de resistencia: (1) El desarrollo de unos ***músculos capaces de un rendimiento óptimo***; esto es válido para las cadenas musculares participantes en la locomoción, pero también para los grupos musculares implicados en la sustentación del aparato locomotor. (2) El desarrollo de las ***capacidades de fuerza rápida*** que sirvan de base energética a las *capacidades de "sprint"* y a la *economía y eficacia de la técnica* en cada disciplina. Partiendo de estos objetivos obtenemos tres diferentes contenidos y métodos del entrenamiento.

Tabla 15: *Contenidos y métodos del entrenamiento de la fuerza para disciplinas de resistencia.*

Entrenamiento general de la fuerza-resistencia	**Entrenamiento especial de la fuerza-resistencia**	**Entrenamiento de la fuerza rápida**
– La carga afecta a todos los grupos musculares, sobre todo a los músculos de sustentación – Método: entrenamiento en circuito con los siguientes componentes de carga: de 8 a 12 estaciones 15-20 repeticiones – Formas de ejercicios simples, dirigidas con precisión a grupos musculares concretos – Realización del ejercicio lenta-fluida	– Los grupos musculares involucrados en la locomoción se someten a cargas de una forma técnicamente idónea y una elevada resistencia de peso (p. ej., multisaltos en sentido ascendente) – Método de repeticiones en ejercicios de locomoción, 5-10 s aprox. de tiempo de carga en series – Realización del movimiento lenta-fluida	– Los músculos involucrados en la locomoción – Métodos reactivos con diferentes ejercicios de salto – Métodos de fuerza rápida con intensidad de la carga del 35-50 % y 5 x 7 repeticiones con 4 min de pausa – Realización del movimiento explosiva

La cantidad anual de entrenamiento de la fuerza supone:

— En *disciplinas de resistencia de larga duración* un 5 % aproximadamente, esto es, unas 45 horas de entrenamiento de fuerza contando con unas 900 horas de entrenamiento anuales.
— En *disciplinas de resistencia de media y corta duración* un 7 % aprox., esto es, unas 50-60 horas contando con unas 600 anuales.

La sesión de entrenamiento de la fuerza dura unos 30-40 minutos. Dentro de una sesión debe situarse alternativamente antes o después de un bloque de resistencia que dure también unos 30-40 minutos y se realice con menor intensidad. Por lo general, estas sesiones de entrenamiento combinadas tienen lugar dos veces a la semana durante la totalidad de la pretemporada, y asimismo alternando entre:

— Semana 1: una vez trabajo *general* de fuerza resistencia y otra *especial*
— Semana 2: una vez trabajo general de fuerza resistencia y otra trabajo de fuerza rápida.

El entrenamiento de la fuerza tiene lugar a lo largo de toda la pretemporada. Durante el periodo de competición la vertiente que más se trabaja es la *fuerza rápida*. El mantenimiento del nivel de fuerza queda además garantizado por un *entrenamiento* semanal *de la fuerza rápida* de 20 minutos de duración.

3.2.7.4 Principios generales para la dirección y planificación del entrenamiento de la fuerza

❶ En la etapa de la ***pretemporada*** donde se planifica que, de acuerdo con la periodización, la mayor cantidad de entrenamiento de la fuerza (fig. 59), debe realizarse, según la modalidad en cuestión, el siguiente número de *sesiones de entrenamiento de la fuerza*: en

— *modalidades de fuerza rápida*, como mínimo de 3 a 5
— *modalidades de lucha entre dos*, como mínimo de 3 a 5
— *modalidades de juego*, de 2 a 3
— *modalidades de resistencia*, 2

El *volumen de la carga* es relativamente elevado en estas sesiones de entrenamiento.

❷ En la etapa siguiente de la pretemporada, y durante el periodo de competición, se trata de mantener en condiciones óptimas el ***nivel de rendimiento de la fuerza***. Ello tiene lugar mediante (1) la *disminución del número de sesiones de entrenamiento*, (2) la *disminución del volumen de la carga* dentro de cada sesion y (3) la *elevación de la intensidad de la carga*.

❸ Al *planificar la microestructura* se debe tener en cuenta el necesario margen de recuperación, variable según el volumen del entrenamiento de la fuerza. Para ello he-

mos de contar con un ***periodo de recuperación*** de aprox. 48-72 horas para un entrenamiento de la fuerza voluminoso, de aprox. 48 si es más escaso y de 72-84 si es más intenso y sobrecarga el sistema neuromuscular.

4. El *entrenamiento de la fuerza voluminoso* debería realizarse en ***sesiones de entrenamiento*** propias. En cambio, es posible realizar un entrenamiento de la fuerza, de *volumen escaso* e *intensidad* elevada y explosiva, como ***sección dentro de una sesión de entrenamiento*** junto con otros contenidos. Las secciones de fuerza, más breves, se deberían realizar *después* del entrenamiento de la velocidad, pero *antes* del de la técnica (apartado 2.6.1).

5. El entrenamiento de la fuerza requiere unos ***músculos preparados en condiciones óptimas***, con un buen calentamiento y estiramiento previos. La *descarga* comienza inmediatamente después del entrenamiento de la fuerza, con relajación de las articulaciones y estiramientos de recuperación.

6. Todas las modalidades deben disponer de ***procedimientos*** sencillos ***para evaluar el rendimiento***, que sean fácilmente aplicables en el entrenamiento y tengan valor informativo. No se deben cambiar los que se hayan escogido en un primer momento. Con ellos se calcula el estado real antes de la pretemporada y después estas pruebas se repiten cada cuatro semanas hasta el comienzo del periodo de competición para observar la evolución del rendimiento. Se repiten nuevamente en medio y al final del periodo de competición para comprobar cómo se ha mantenido o reducido el nivel conseguido en la pretemporada.

3.3 Velocidad y entrenamiento de la velocidad



La teoría de la velocidad y del entrenamiento de la velocidad ha permanecido desde ZACIORSKIJ (1972) casi sin cambios en la literatura sobre los métodos (HARRE, 1971-1986; MARTIN, 1977; LETZELTER, 1978; WEINECK, 1980; GROSSER / STARISCHKA / ZIMMERMANN, 1981; MATWEJEW / NOWIKOW, 1982, etc.). En nuestra opinión, sin embargo, y debido al progreso de la ciencia en este ámbito, se hace necesario discutir y elaborar el fenómeno del *rendimiento de la velocidad* en el deporte desde un punto de vista más extenso.

3.3.1 Velocidad - Características y concepto

La inclusión de la velocidad dentro de las *capacidades de la condición física* ha de realizarse con ciertas reservas. Los factores que la originan no son todos de tipo *ener-*

gético. La velocidad se basa en gran parte en *procesos reguladores del SNC*. Si tiene lugar esta inclusión en el ámbito de la condición física, ello se debe a motivos prácticos y a que se ha convertido en una costumbre dentro de la literatura sobre los métodos.

Los esfuerzos de velocidad tienen causas complejas, pero podemos destacar los siguientes componentes como factores decisivos:

— la *movilidad de los procesos nerviosos*, que permite alternar en un instante excitaciones e inhibiciones para que los músculos puedan realizar movimientos en unidades de tiempo idóneas,

— la *capacidad* para reaccionar a estímulos con la rapidez adecuada,

— el *potencial técnico de rendimiento* (experiencia motriz), que permite transformar de forma idónea el potencial de velocidad del sistema neuromuscular,

— la capacidad para desarrollar una *elevada velocidad de producción de fuerza* muscular,

— el *"talento de velocidad"*.

Los rendimientos de la velocidad aparecen en el deporte de la manera más diversa y se aplican técnicamente de múltiples modos.

DEFINICIÓN:
La **velocidad** en los movimientos deportivos es la capacidad para reaccionar con la mayor rapidez posible ante un estímulo o señal y/o ejecutar movimientos con la mayor velocidad posible ante resistencias escasas.

La metodología del entrenamiento habla sólo de rendimientos de la velocidad cuando las resistencias exteriores son escasas. Esta delimitación se hace necesaria debido a su concepción de la fuerza, con el fin de mantener la diferenciación entre los rendimientos de la fuerza y la velocidad (apartado 3.2.1).

3.3.2 Estructuración y formas de aplicación de la velocidad

Para describir el fenómeno y clasificarlo en componentes, esto es, en formas de manifestación, la metodología procede de forma *fenomenológica*, es decir, a partir de la observación de la materia, *teórica* y *empírica*, o sea, *guiándose por la experiencia*. Creemos que es razonable una distinción básica que se suele establecer entre *velocidad de reacción* y *velocidad de acción* (o rapidez y rapidez de movimientos) y, como ilustra el siguiente ejemplo (tabla 16), a partir de ella surgen nuevas distinciones.

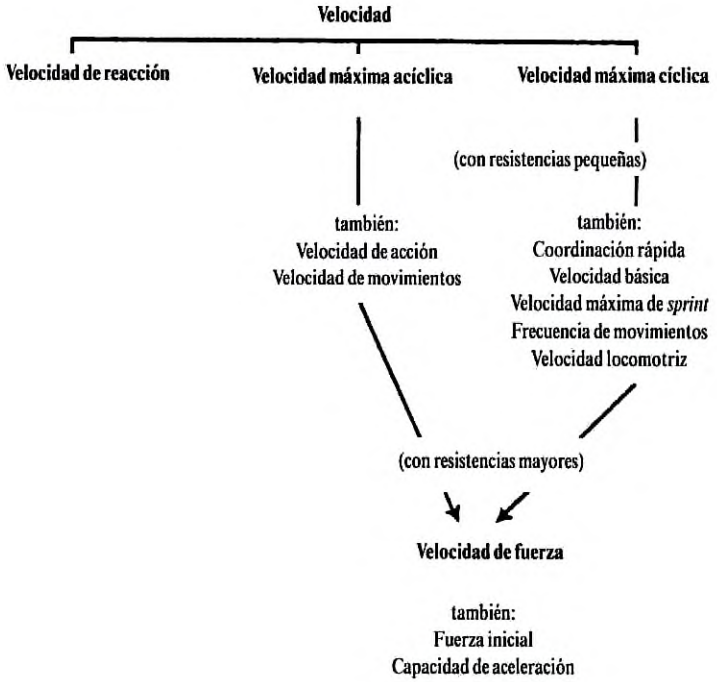


Tabla 16: *Componentes de los rendimientos de la velocidad y sus sinónimos (GROSSER/ STARISCHKA / ZIMMERMANN, 1981, 81).*

Para nosotros esta clasificación del rendimiento de la velocidad es válida, si bien quisiéramos diferenciar cada una de las formas de manifestación en el sentido de un enfoque analítico según cada una de las *fases*, esto es, de las *formas de transcurso*. Si observamos fenomenológicamente un rendimiento de la velocidad es posible describir en él las siguientes fases: (1) *fase de reacción* - (2) *fase de aceleración positiva* - (3) *fase de velocidad constante* - (4) *fase de velocidad decreciente*. Este modelo en fases se basa en gran medida en las características del rendimiento de un *sprint* de corto recorrido con arranque, y por ello no es vinculante para todos los rendimientos deportivos de la velocidad (golpeo en boxeo, lanzamiento explosivo en balonmano, *smash* en voleibol, etc.). Si analizamos los rendimientos de la velocidad en las diferentes modalidades y buscamos un tipo de transcurso con un alto *grado de generalidad*, resultan dos secuencias modelo de rendimientos de la velocidad (fig. 61):

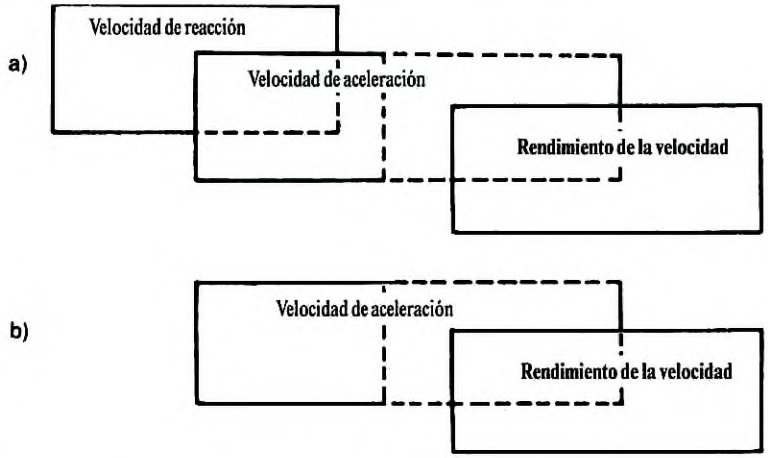


Figura 61: Las dos secuencias modelo de rendimientos de la velocidad en el deporte.

El primer modelo (fig. 61a) presenta *tres fases*. Comienza con una *velocidad de reacción*, a la que sucede sin solución de continuidad una *velocidad de aceleración*. El tiempo que dura esta última depende de la cuantía de la resistencia externa y de lo que se tarde en alcanzar la velocidad buscada mediante la aceleración. Con una transición sin interrupciones se incorpora a continuación la *velocidad de acción*. Este modelo en tres fases tiene cabida siempre que es preciso reaccionar de forma idónea ante estímulos externos, por ejemplo en el arranque del *sprint* hasta alcanzar la velocidad máxima, al reaccionar con un regate a una acción del jugador contrario, al intentar marcharse de éste mediante la velocidad de reacción, de aceleración, de velocidad, etc.

El segundo modelo (fig. 61b) presenta *dos fases*. En sus coordenadas discurren todos aquellos rendimientos de la velocidad que se realizan con una velocidad inicial elegida por el sujeto, como por ejemplo la carrera previa al salto de longitud, el lanzamiento de pes, y otros. Aquí la *velocidad de aceleración* se transforma sin transición en la propia *velocidad*. Asimismo, rige el principio de que la eficacia alcanzada con el rendimiento de la velocidad es inversamente proporcional a la resistencia externa que hay que superar. A continuación describiremos las características de estas tres fases y de las ***manifestaciones*** de la velocidad que de ellas se derivan, con el fin de deducir las consecuencias metodológicas.

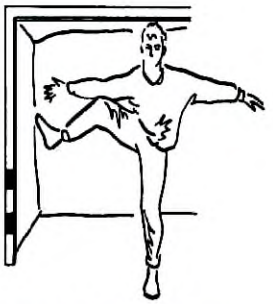
3.3.2.1 Velocidad de reacción

DEFINICIÓN:
La **velocidad de reacción** es la condición psicofísica del rendimiento que permite al ser humano reaccionar con una determinada velocidad ante estímulos, indicios o señales.

Desde una perspectiva analítica, la velocidad de reacción ha de transcurrir en fases. ZACIORSKJ (1972, 52) distingue cinco fases en el transcurso de la reacción: (1) la *aparición de una excitación en el receptor* (ojo, oído, piel); (2) la *transmisión de la excitación al SNC*; (3) el *paso del estímulo a la red neuronal* y la formación de la *señal efectora*; (4) la *llegada al músculo de la señal procedente del SNC* y (5) la *estimulación del músculo operada por el SNC* y la aparición de *actividad mecánica en el músculo*. En psicología se utiliza un modelo de cuatro fases con la siguiente secuencia de la reacción: (1) fase de preparación, esto es, actitud de espera ante la aparición de un estímulo esperado; (2) fase de provisión del estímulo, esto es, percepción del estímulo esperado; (3) fase de latencia, esto es, secuencia de procesos asociativo-sensoriales en preparación de la actividad de reacción; (4) fase de la acción efectiva (CLAUSS et al., 1976, 445).



Defensa de balones altos



Defensa de balones a media altura



Defensa de balones rasos



Defensa de balones desde la posición exterior



Defensa en abanico

Figura 62: *Algunos movimientos defensivos convencionales del portero de balonmano.*

Para obtener una visión más detallada será necesario ampliar, en el punto 3, las secuencias que acabamos de describir mediante el parámetro de la ***anticipación***. La relación entre anticipación y velocidad de reacción no sólo se demuestra sobre la base de los conocimientos científicos, sino que también es observable en la praxis del entrenamiento, como vamos a exponer con el ejemplo del portero de balonmano. Aquí, como es sabido, se aplica la regla de que "rendimiento del portero y velocidad de reacción presentan una inseparable vinculación mutua" (SINGER, 1983, 43). En las teorías hasta ahora vigentes en metodología se postulaba que la mejora de la velocidad de reacción podía tener lugar sobre todo por el acortamiento del tiempo de reacción, esto es, por una mayor rapidez de la transmisión del estímulo desde los órganos de los sentidos al SNC, de la elaboración de un programa y de la transmisión de la orden hacia los músculos (GROSSER / STARISCHKA / ZIMMERMANN, 1981, 83; y muchos otros). Sin embargo, investigaciones con porteros de balonmano han mostrado que para reacciones electivas, voluntarias, se necesita un tiempo de reacción de 0,3 segundos. Así pues, sólo en los lanzamientos desde lejos tendrían la oportunidad de reaccionar, pues los próximos al área tendrían un tiempo de vuelo considerablemente inferior a los 0,3 segundos. Estos lanzamientos no permiten al portero un tiempo para reaccionar en el sentido de la teoría de la reacción. Sólo puede actuar con éxito con movimientos de defensa estandarizados, automatizados y anticipados de forma correcta y al azar (HARTMANN, 1988, 21). Por ello, el entrenamiento de la adquisición de la técnica de los porteros consiste fundamentalmente en el trabajo de este tipo de movimientos defensivos (fig. 62).

En el entrenamiento de la aplicación de la técnica los porteros trabajan la utilización correcta de ésta, esto es, la necesaria *capacidad de anticipación* (apartado 3.3.3.1). Ello tiene lugar mediante la observación de una serie de regularidades en el comportamiento del lanzador, por ejemplo, los lanzamientos retardados suelen ir rasos, cuando el atacante cae sobre la mano que lanza suele lanzar recto, si no cae sobre un punto del cuerpo que no sea la mano también van rasos, etc. Para trabajar la anticipación los porteros de balonmano efectúan actualmente observaciones muy sistemáticas del contrario. Así, en los últimos años ha tenido gran aceptación el método de representar imágenes de lanzamientos. Cada atacante posee unos esquemas motrices individuales, referentes a su forma y posición habituales de lanzamiento, que caracterizan su disparo a puerta. Si el portero conoce dichos esquemas, podrá entonces anticipar el lanzamiento. KLUSSOW (1986, 85) contaba, por ejemplo, que los mejores porteros soviéticos elaboraban incluso ficheros a partir de sus experiencias con los distintos rivales.

De acuerdo con esto, lo que a menudo calificamos como velocidad de reacción, como un tiempo de reacción extraordinariamente breve, consiste en muchos casos en una amalgama de experiencias y programas utilizados para anticipar una acción y una situación. Así pues, el entrenamiento de reacción se incluye en su mayor parte en el entrenamiento de la técnica. Esto es válido para ambos tipos de velocidad de reacción, a saber, reacciones sencillas y/o complejas. Por motivos de sistematización, la metodología distingue estos dos tipos.

En los casos de ***reacciones sencillas*** actuamos ante señales establecidas (por ejemplo, señales de salida en el *sprint*, natación, carrera sobre hielo, etc.) con realizaciones motrices establecidas. El entrenamiento de las reacciones sencillas produce una serie de programas precisos y por tanto de posibilidades de anticipación.

En los casos de ***reacciones complejas*** (también llamadas a veces reacciones electivas) actuamos ante estímulos o señales múltiples, previsibles o imprevisibles (comportamiento del rival en el juego deportivo, judo, trayectoria en vuelo de una pelota, etc.), con un movimiento que suele ser conocido, aunque en muchas situaciones disponemos de varias posibilidades de decisión. Cuando se trata de deportistas experimentados la decisión se toma ya durante la anticipación.

3.3.2.2 Velocidad de aceleración

Todo movimiento rápido se pone en marcha mediante la velocidad de aceleración. Dos circunstancias determinan la dinámica y la longitud de la fase de aceleración. En primer lugar, la *magnitud de la resistencia externa*. Cuanto mayor es ésta, mayor ha de ser la fuerza de aceleración que actúa contra ella. En segundo lugar, la opción de que en el *trayecto de aceleración* la *velocidad máxima posible* se alcance tan pronto como se pueda, como ocurre en el *sprint* o en la carrera previa al salto de longitud, o bien de que se alcance sólo al final, como es el caso en lanzamiento de peso, lanzamiento explosivo en balonmano, etc. La dinámica y la longitud de la fase de aceleración varían con las diferentes técnicas y actividades motrices del deporte; por ello no se puede hablar generalizando de "la" capacidad de aceleración (apartado 3.3.3.2).

DEFINICIÓN:
La **aceleración** es la relación (cociente) entre el incremento de la velocidad y el tiempo que éste requiere;

$$\text{Aceleración} = \frac{\text{Incremento de la velocidad}}{\text{tiempo empleado}}$$

(BAUMANN, 1989, 24).

La aceleración sólo se produce si existe una modificación de la velocidad. A una velocidad constante no existe aceleración. Un ejemplo nos sirve para elucidar la naturaleza de la aceleración: un velocista alcanza al cabo de dos segundos (momento t_1) una velocidad de 6 m/s (v_1), y de 7 m/s (v_2) a los 2,5 segundos (momento t_2). De aquí resulta el siguiente cálculo:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{7\ \text{m/s} - 6\ \text{m/s}}{2{,}5\ \text{s} - 2\ \text{s}} = 2\ \text{m/s}^2$$

Los rendimientos de la velocidad tienen una relación directa con el nivel de la *fuerza máxima*, la *fuerza rápida* y, en algunas disciplinas, también la *fuerza inicial*, ya que en la fase de aceleración se trata de actualizar *valores de impulso* elevados. El impulso es, como sabemos, aquella magnitud del movimiento que resulta del producto de la masa por la velocidad. La problemática de la velocidad de aceleración se trata en el apartado 3.3.3.2 con mayor detalle.

3.3.2.3 Velocidad en sentido estricto - velocidad de movimiento

La velocidad de movimiento en sentido estricto depende de la ***velocidad*** con la que se ejecuten movimientos aislados dentro de secuencias motrices cíclicas o acíclicas. La velocidad da cuenta de la relación entre la distancia recorrida y el tiempo empleado para hacerlo:

$$\text{Velocidad (v)} = \frac{\text{espacio (s)}}{\text{tiempo (t)}} \text{ en m/s.}$$

El *complejo de componentes* que determinan la *velocidad de movimiento* se designa en metodología como *velocidad de acción* (WEINECK, 1980, 176) o *velocidad de movimiento* (LETZELTER, 1978, 195 y ss.).

DEFINICIÓN:
La **velocidad de acción** en sentido estricto son las velocidades de movimiento y contracción actualizadas por el sistema neuromuscular contra resistencias de escasa magnitud.

Esta definición, sin embargo, no explica ni por aproximación las causas de los rendimientos de la velocidad en los movimientos. El 15 de enero de 1989 Florence Griffith-Joyner explicaba en un programa de la cadena de televisión alemana ZDF que la mejora brusca de su rendimiento entre 1987 y 1988 se produjo por haber aprendido, de un lado, a ejecutar exactamente el movimiento de carrera, la conducción de brazos y rodillas y, de otro, a permanecer relajada "interiormente" al *sprintar* con la máxima intensidad. El preparador de las velocistas de la antigua RDA dijo en la televisión de su país, a propósito del triunfo olímpico de Florence Griffith-Joyner, que había visto ese día una "nueva dimensión de la técnica del *sprint*", ante la cual sería necesario adoptar una postura en el futuro. Ya en 1960 escribía Toni NETT en su libro sobre la carrera (26 y ss.) que los *sprinters* de elite llamaban la atención por la soltura de su movimiento de carrera, esa "relajación dentro de la tensión" o "tranquilidad en el movimiento". "Los deportistas que relajan completamente sus músculos (...) en movimientos cíclicos están, muy probablemente, en condiciones de sostener un ritmo de movimiento más intenso durante más tiempo". Como menciona NETT (1960, 27), ALBALKOW (sin indi-

cación bibliográfica), en la ex-Unión Soviética, había llevado a cabo en los años 50 investigaciones específicas para averiguar si al aumentar la relajación aparecía una pérdida de velocidad. Con la ayuda de un espirograma se demostró que era posible aumentar la velocidad cuando el velocista cedía en su intento de intensificar el ritmo con todo el esfuerzo de su voluntad y la tensión de su musculatura.

En esta primera aproximación nos hemos limitado a algunas explicaciones fenomenológicas acerca de la velocidad de movimiento en rendimientos de la velocidad *stricto sensu*, que nos proporcionan unos indicios muy valiosos sobre la naturaleza de dichos rendimientos. Ahora merece la pena observarla más en detalle, sobre la base del estado actual de nuestros conocimientos científicos.

En primer lugar, nos quedaremos con la idea de que los rendimientos de la velocidad basados en la velocidad de la contracción muscular con resistencias externas de poca cuantía son, al contrario que los rendimientos de la aceleración, prácticamente independientes de los rendimientos de la fuerza rápida y la fuerza máxima. Se basan en primer lugar en la *velocidad de la contracción activable del individuo* y en segundo en los *rendimientos de la coordinación inter e intramuscular*. Aparentemente esto es aplicable también a los rendimientos de la aceleración con pesos muy reducidos, como se puede deducir de la siguiente investigación:

La fig. 63 muestra que con resistencias externas escasas las diferencias del rendimiento de la aceleración son mínimas, esto es, el peso se mueve sobre la escala de medición con casi la misma velocidad. El distinto fundamento individual de la fuerza máxima no se deja ver con claridad hasta que no aumenta el peso. Con los 5 sujetos varones los valores de kgm/s con un peso de 10 kg se hallan entre 13,79 y 16,14 (dife-

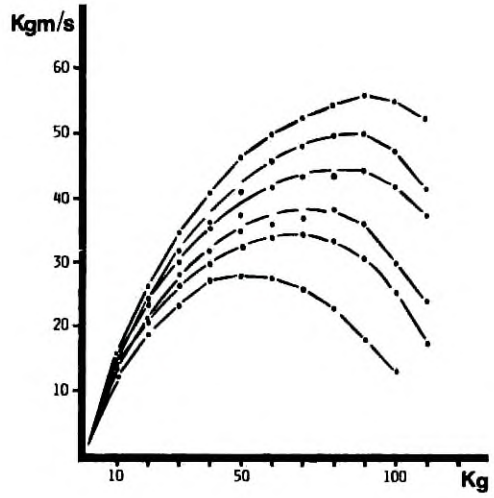


Figura 63: *Resultados del comportamiento de la fuerza en press de banca (fig. 36) con pesos crecientes, desplazados sobre una escala de medición por cinco sujetos de sexo masculino y uno de sexo femenino (curva inferior).*

rencia = 2,35 kgm/s o 14,6 %), con un peso de 20 kg los valores se hallan entre 21,22 y 26,43 kgm/s (diferencia = 5,21 kgm/s o 19,7 %); con 80 kg, en cambio, se hallan entre 33,45 y 54,55 kgm/s (diferencia = 21,1 kgm/s y por tanto 38,6 %), y con 100 kg los valores están ya entre 29,84 y 55,13 (diferencia = 25,29 kgm/s o 45,8 %). Esta situación se refleja en todas nuestras investigaciones. Esto quiere decir que con cargas escasas la producción de fuerza no se corresponde estrictamente con el nivel de fuerza máxima, pues al faltar mayores resistencias "la fuerza de una velocidad de contracción elevada no se incorpora al proceso". Acerca de la velocidad de los movimientos, en el apartado 3.3.3.3 presentamos nuevos hallazgos científicos para explicar su naturaleza con una base más sólida.

3.3.3 Modelos de explicación científica para la velocidad

3.3.3.1 Nociones de psicología y de teoría de la información sobre la velocidad de reacción

En la teoría de la información se describe el flujo de reacción de la siguiente forma (KÜCHLER, 1983, 78 y ss.): Más de diez mil millones (10^{10}) de neuronas se encuentran disponibles en el SNC para elaborar las informaciones que entran a través de las fibras nerviosas aferentes (fig. 64). Una fibra nerviosa puede transmitir entre 10 y 50 bits por segundo. El flujo máximo de noticias de todas las fibras nerviosas aferentes se encuentra alrededor de los 100 millones de bits/s (10^8 bit/s). A la hora de su elaboración en los centros del encéfalo, sólo unos 10 o 20 bit/s de este inmenso caudal informativo son percibidos conscientemente (véase la línea inferior de la fig. 64). Así pues, tiene lugar una reducción de 10^7 bit/s.

De acuerdo con esto, son sólo los mensajes más importantes los que llegan a la conciencia, todos los demás son excluidos, si bien una pequeña parte de éstos se utiliza inconscientemente en el plano de la motricidad refleja. Aunque esta descripción que aquí hacemos del flujo informativo tiene un carácter básicamente estimativo, se puede ver con claridad que el *ámbito de la acción motriz* formado por movimientos reflejos, acciones instintivas y actividad motriz aprendida en circunstancias variables es mucho más reducido que el *ámbito de la percepción sensorial*. De ello es responsable la cifra de neuronas motrices, cinco veces menor que la de neuronas sensoriales. Además, los rendimientos motores están limitados por la fuerza de la gravedad, la inercia, la movilidad de las articulaciones, la velocidad de acortamiento y la producción de fuerza de la musculatura. Esto implica la práctica imposibilidad de mejorar la velocidad de reacción incrementando el flujo informativo en las estructuras involucradas; el rendimiento sólo mejora a través de un ejercicio constante del movimiento y de un aprendizaje de *programas motores* complejos, con los que se pueda adaptar de forma duradera las reacciones a los estímulos o señales principales (KÜCHLER, 1983, 79).

El trabajo de RÜSSEL (1976, 75 y ss.), que aporta una serie de investigaciones experimentales en esta dirección, es un apoyo más de nuestra tesis. Sus hallazgos comple-

mentan lo que hasta ahora hemos sostenido: la anticipación, mejor o peor, de la velocidad de reacción en el deporte depende de la experiencia individual de que se disponga.

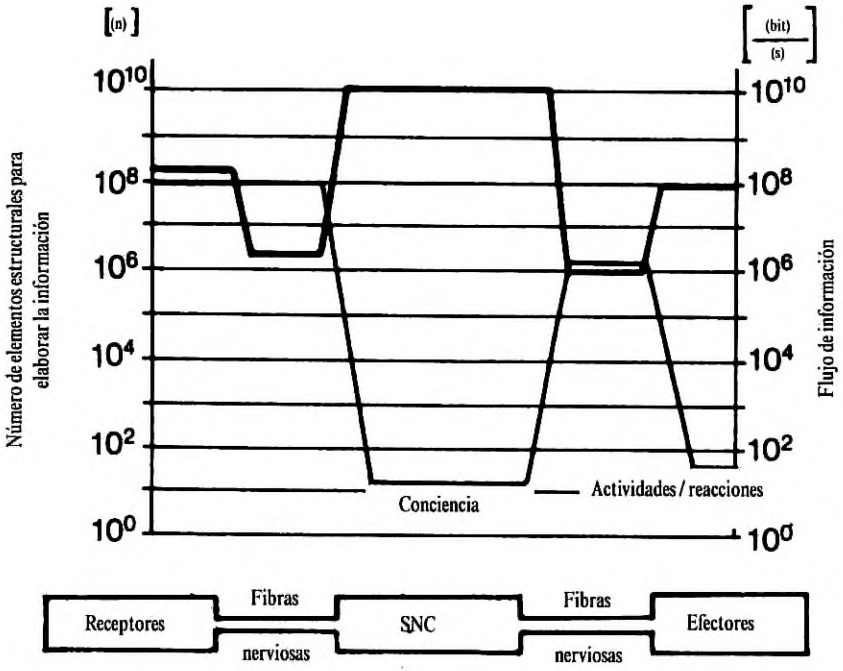


Figura 64: *Flujo de información en el SNC. La curva superior, en trazo grueso, muestra el número de elementos estructurales (n). La línea inferior, en trazo más fino, muestra el flujo de información en bits/s (KÜCHLER, 1983, 79).*

En el ejemplo de la velocidad de reacción del portero de balonmano descrito en el apartado 3.3.2.1 hemos mostrado que estos rendimientos no se basaban en modelos de reacción sencillos en el sentido tradicional, sino que el portero anticipaba estas situaciones, y el hecho de que detuviera o no los lanzamientos dependía del dominio de una técnica.

La ***anticipación*** es un proceso psíquico por el cual, con sólo unas pocas informaciones sobre el inicio y los fenómenos concomitantes de determinadas situaciones, se construye previamente su posterior transcurso y resultado. El grado de moldeado de la anticipación en la velocidad de reacción depende, tanto en las *reacciones sencillas* como en las *complejas*, de experiencias motrices almacenadas como ***programas*** estables, de modo que para la realización de las reacciones sólo se necesita una cierta flexibilidad que asegure la adecuación a la situación en cada momento.

Es posible mejorar la anticipación hasta el punto de que la secuencia de la velocidad de reacción quede firmemente programada sobre la base de las experiencias. En éstas no sólo se reflejan las actividades motrices con las que se reacciona, sino también las percepciones precedentes. Sobre todo las reacciones complejas que se producen en modalidades de juego o de lucha están unidas a múltiples anticipaciones, porque aquí la actividad propia se anticipa sobre la base de la percepción situacional y las experiencias disponibles. En cualquier caso, la anticipación ha de ser considerada en dos fases. Al comienzo se anticipa la situación y se pasa después a anticipar la acción.

La *anticipación situacional* prepara una reacción sobre la base de percepciones analíticas de la situación y de experiencias, sin que la reacción se produzca, pues se ve retrasada por el tiempo de reacción. En estos casos, los datos de la percepción y de la experiencia están disponibles a partir de anteriores situaciones equivalentes, que permiten prever las condiciones espacio-temporales. El llamado tiempo de reacción no tiene pues lugar en los modelos de fases.

En la *anticipación de la acción* respondemos con aquellas acciones que han demostrado empíricamente su éxito y su idoneidad ante la situación. Para los deportistas experimentados se trata de programas de acción.

Como resumen de esta exposición podemos retener lo siguiente: *La velocidad de reacción, medida por el tiempo de reacción y evaluadas, por el éxito de la reacción, se basa fundamentalmente en la capacidad de la anticipación. La mejora del tiempo de reacción depende sobre todo de que se optimice la anticipación situacional, porque ésta adelanta la puesta en marcha de la reacción en sus coordenadas espacio-temporales idóneas; la mejora del éxito de la reacción depende sobre todo de que se optimice la anticipación de la acción, porque ésta adelanta la secuencia motriz con la que hay que reaccionar en una situación determinada. Optimizar la anticipación de la acción es, por tanto, un objetivo fundamental para mejorar la llamada velocidad de reacción, susceptible de ser orientada mediante un entrenamiento apropiado.*

3.3.3.2 Explicaciones biológicas y mecánicas sobre la velocidad de aceleración

En el apartado 3.2.3.3 hemos descrito la inervación muscular y el reclutamiento de las *unidades motrices*. Continuaremos aquí con esta descripción relacionándola con la ***aceleración***.

Con la actividad corporal, la excitación de los músculos que participan en un movimiento se produce en una sucesión determinada, que sirve de base a un *orden de reclutamiento* del siguiente tipo: Con una inervación voluntaria débil se activan aquellas unidades motrices cuyas motoneuronas presentan un bajo umbral de excitación. Con una "demanda de fuerza" elevada, otras unidades pasan progresivamente a tomar parte en la producción de fuerza, dependiendo del umbral de excitación de sus motoneuronas. Los indicios apuntan a que el tamaño de la motoneurona es el único factor que determina su umbral de excitación (FREUND, 1983).

Sobre la base de los mecanismos de reclutamiento (para el reclutamiento neuronal y mecánico véase el apartado 3.2.3.3) se puede explicar por qué al acelerar diferentes pesos con un "impulso de voluntad" máximo se desarrolla menos fuerza muscular con los pesos ligeros que con los pesados. Comprender esto requiere una descripción detallada del ***mecanismo muscular interno***, para la cual partiremos de la teoría de los puentes cruzados expuesta en el apartado 3.2.3.2.

GONZÁLES-SERRATOS (1971) pudo observar que al excitarse las fibras no todas las miofibrillas inician la contracción activa al mismo tiempo. Antes bien, la fuerza que realiza la contracción se forma en primer lugar en la zona marginal de una fibra. En esta fase las miofibrillas situadas en el centro de la fibra son contraídas pasivamente por las fibrillas activas de la periferia. GONZÁLES SERRATOS, sin encontrar para este fenómeno una explicación específica, lo atribuye a procesos de conducción de tipo electroquímico, condicionados por el tiempo. Complementariamente, y teniendo en cuenta los hallazgos de la investigación muscular sobre el proceso de producción de fuerza en las miofibrillas, podemos representarnos la siguiente imagen.

Los puentes cruzados de miosina, situados entre los filamentos delgados y los gruesos, constan de un "cuello" elástico y una pequeña "cabeza" que contiene un centro químicamente activo. Al producirse la excitación, los iones calcio fluyen entre los filamentos como consecuencia de la señal electroquímica que penetra en las fibras de fuera hacia dentro y recubren las plaquetas proteícas (troponina) que están adheridas a unos delgados filamentos proteícos (tropomiosina). De este modo, dichas plaquetas se convierten en puntos de atracción para las cabezas de miosina. Éstas, debido a la carga química de su centro activo (MgATP—), son atraídas por estos puntos de reacción, cargados positivamente, estiran así sus cuellos elásticos y ejercen una fuerza de tracción sobre los filamentos de miosina (fig. 32).

Así, por ejemplo, con una fuerza contraria escasa (pero suficiente) se producen ya contracciones de las miofibrillas y por tanto de las fibras, aun antes de que todas las moléculas de troponina se hayan saturado con el ion Ca^{++}. Como el calcio "consumido" se aleja inmediatamente de la troponina al producirse la contracción, si se da una estimulación mantenida van quedando constantemente sitios de troponina libres en la periferia de las miofibrillas para los iones calcio que afluyen, y pueden ser ocupados por Ca^{++} "recién llegados". Si los filamentos se desplazan rápidamente, la oferta de calcio no es suficiente para ocupar todos los sitios activos, de modo que allí (es decir, sobre todo en el centro de las fibrillas) las moléculas "gancho" se deslizan sobre los puntos potenciales de reacción, sin posibilidad de que ésta se produzca, y dejan de participar en la producción de fuerza. Pero si la "presión de aflujo" del calcio se mantiene mediante una estimulación sostenida, con una fuerza contraria elevada o insuperable, y no se producen desplazamientos de filamentos unidos a los procesos de acortamiento, queda tiempo suficiente para ocupar todos los sitios de troponina. Esto quiere decir que sólo con fuerzas contrarias adecuadas –que retrasen el proceso de acortamiento– cabe la posibilidad de que todos los puntos de reacción situados a lo largo del filamento delgado se vuelvan reactivos para las cabezas de miosina (LEHNERTZ, 1985b, 36 y s.).

Dejando aparte la acción de los músculos antagonistas, el origen de las fuerzas opuestas a la fuerza muscular puede encontrarse bien en resistencias insuperables o bien en objetos susceptibles de ser acelerados por el músculo, que ofrezcan un peso y una inercia en correspondencia con su masa.

Si la fibra muscular, con una estimulación sostenida, queda ahora liberada para contraerse (*quick release*), todos los componentes elásticos se "descargan" inmediatamente y arrastran durante un trayecto, con la correspondiente pérdida de tensión, masas que actúan en sentido contrario (pesos). El trayecto de esta contracción de fibras inicial y repentina disminuye cuanto mayor es la fuerza de inercia de los pesos. La energía potencial de la estructura elástica se transforma pues en energía cinética de las masas sometidas a aceleración. Al mismo tiempo se producen en los sarcómeros nuevos desplazamientos de los filamentos, con lo cual quedan libres más puntos de enlace del calcio y se hace posible una elevada transformación de energía química en los puntos de reacción (*ibídem*).

Tras el "impulso" producido por la energía elástica, el peso adquiere tal rapidez que momentáneamente, y a causa de su inercia, se sustrae a nuevos influjos de la fuerza de contracción del músculo. Designamos este estado de cosas como un *efecto de huida de la fuerza condicionado por la inercia*. En esta fase, esto es, cuando actúa este efecto de huida de la fuerza, la fibra se contrae por un breve instante sobre el vacío, y esto se refleja en la gráfica fuerza-tiempo como un descenso de la curva. Sólo cuando las fuerzas contrarias frenan el peso, el aparato contráctil encuentra otra vez la "conexión" y lo acelera nuevamente, pero con una fuerza notablemente menor, pues la fuerza que opone un peso susceptible de ser desplazado por una unidad muscular ha de encontrarse por debajo del nivel de fuerza isométrico de dicha unidad. Pero en principio surge otro fenómeno similar al que acabamos de describir: La fibra se "tensa" a causa de la inercia de la masa que hay que acelerar, y no por fijación isométrica, se produce de nuevo una "carga" elástica y entonces un "disparo". Esto se continúa en una serie de "minidisparos" y se refleja en un trazo oscilante de la curva fuerza-tiempo. Al final desaparecen las oscilaciones de la fase de transición y la fibra se contrae con una velocidad casi constante, que depende del peso de la masa en suspensión. En una contracción "libre" se dispone sólo de la inercia de los pesos que hay que acelerar como fuerza contraria que determine la tensión. El "fenómeno del disparo" adopta básicamente el mismo curso que tomaba en condiciones de "*quick release*", si bien está menos marcado. En cambio, al acelerar aparatos deportivos, miembros del organismo o el organismo entero, el potencial muscular movilizado y la masa sometida a aceleración son mucho mayores, de modo que en este caso el efecto de huida de la fuerza condicionado por la inercia aparece de forma llamativa, también con las llamadas contracciones libres (LEHNERTZ, 1985b, 37). En los siguientes ejemplos (fig. 65) se muestra la forma en la que este efecto de huida de la fuerza que aquí postulamos se refleja en las curvas de saltos verticales sin preparación.

Las curvas que presenta la fig. 65 corroboran los siguientes hechos: En la posición de partida (fase 1) la curva discurre sobre el nivel del peso corporal. A partir de ahí, en

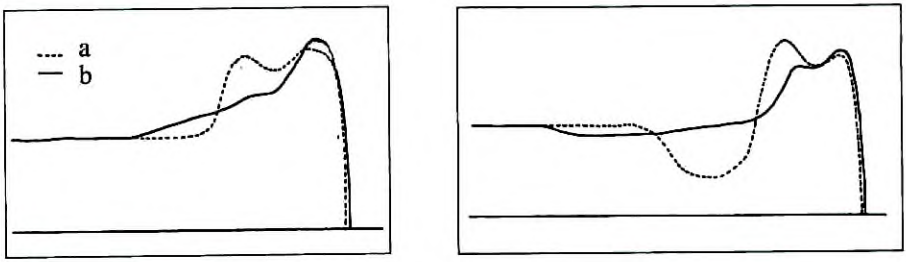


Figura 65: (Izquierda): Curvas de fuerza-tiempo en saltos verticales sin movimiento preparatorio: a) salto con fuerza inicial máxima; b) salto con incremento continuo de la fuerza en su inicio. (Derecha): Tendencias del decurso fuerza-tiempo en saltos verticales con ambas piernas: (----------): salto con utilización máxima de fuerza; (velocidad alcanzada al final del salto = 2,39 m/s); (————): salto con incremento continuo de la fuerza en su inicio; (velocidad alcanzada al final = 2,68 m/s) (LEHNERTZ, 1985b, 39).

el momento de la fase 2, la curva asciende con una pendiente tanto más pronunciada cuanto mayor sea la fuerza desarrollada y alcanza un primer pico de fuerza. Durante la fase 3 la curva se allana nuevamente y recorre un "valle de fuerza" en la fase 4: mientras dura el efecto de huida de la fuerza, para ascender nuevamente en la fase 5. Tras alcanzar el segundo pico de fuerza, la curva cae con una pendiente cada vez mayor y termina en cero tan pronto como el saltador ha despegado. Si esta argumentación describe correctamente los hechos, el primer pico de fuerza habrá de ser tanto más elevado, y el valle a continuación tanto más profundo cuanto mayores sean la fuerza inicial y la explosiva. Por el contrario, con una producción escasa de fuerza inicial y explosiva sólo debería producirse un pico de fuerza.

Los resultados de los ensayos que hemos llevado a cabo se corresponden exactamente con las expectativas. La figura 65 (izquierda) reproduce dos curvas típicas de los "casos extremos": la curva a si se aplica fuerza máxima desde el inicio del salto hasta su final, y la curva b si el rendimiento aumenta de forma continuada al inicio y se aplica la máxima fuerza hacia el final del salto. El "valle de fuerza" que se observa en las curvas fuerza-tiempo no sólo es conocido por los diagramas de función fuerza de salto-tiempo, sino que también aparece en otros procesos de aceleración con utilización de la fuerza máxima. Además, se ha vuelto a constatar el decisivo influjo de la fuerza de inercia sobre la evolución de la tensión en el músculo. Al descender el centro de gravedad del cuerpo, antes de utilizar los músculos extensores para el salto, la fuerza de inercia aumenta debido al impulso contrario, y en consecuencia también la altura del primer pico de fuerza en comparación con los saltos sin movimiento preparatorio; igualmente, el efecto de huida de la fuerza se marca con mayor claridad. En relación con la velocidad del despegue se obtuvo el mismo resultado que habíamos observado en nuestros experimentos con movimientos de impulso, a saber, que un impulso de fuerza máximo prematuro no produce la mayor velocidad final posible (fig. 65 derecha).

Al comienzo del apartado ya hemos mencionado que las aceleraciones en rendimientos y/o técnicas del deporte pueden tener dos secuencias dinámicas diferenciadas: (1) Secuencias en las que hay que alcanzar inmediatamente la velocidad máxima y (2) secuencias en las que la velocidad máxima de despegue o de lanzamiento se alcanza al final de un impulso de fuerza (fig. 65).

Dado que una aceleración óptima es decisiva para todo rendimiento de velocidad, a la hora de entrenar la aceleración hemos de tener en cuenta sobre todo lo siguiente:

Desde el punto de vista de la condición física, la velocidad de aceleración se basa en el modelado de los componentes de la fuerza rápida; desde la perspectiva técnica, se basa en el punto de la curva fuerza-tiempo en donde el centro de gravedad del cuerpo debe haber alcanzado su velocidad máxima. Además, para conseguir velocidades finales elevadas rige el siguiente principio: para el lanzamiento, el impulso o el golpe hay que configurar el movimiento global de modo que para los últimos grupos musculares utilizados se disponga aún de una resistencia de inercia suficiente, dentro de una secuencia de fuerzas óptima. Para esta tesis hemos acuñado el concepto de ***distribución temporal de la inercia*** (LEHNERTZ, 1984, 32; 1988c, 46).

3.3.3.3 Modelos explicativos para la velocidad de movimiento

¿Es posible mejorar mediante el entrenamiento la ***velocidad de movimiento*** basada en la *velocidad de contracción* de la musculatura? Muy probablemente, la respuesta habrá de ser negativa y terminante.

Basándonos en hallazgos de la experimentación animal y en métodos bioquímicos desarrollados para analizar la estructura molecular de la proteína contráctil, podemos valorar en su medida la decisiva importancia de los factores genéticos en la velocidad de movimiento de los músculos. Según estos datos, la miosina es la proteína más importante en la contracción muscular. Debido a su estructura es responsable de la mecánica de la contracción y del desarrollo de la fuerza, y al mismo tiempo cataliza (= acelera) la hidrólisis de ATP en ADP y P_i con ayuda de la actividad de la ATPasa (apartado 3.2.3.2). La velocidad de la actividad ATPasa depende de las llamadas cadenas ligeras de las moléculas de miosina.

En los filamentos de miosina de los músculos esqueléticos se encuentran entre 300 y 400 moléculas de miosina. Cada una de ellas consta de dos cadenas pesadas y varias ligeras. La actividad ATPasa, y con ella las características de velocidad de un músculo, están estrechamente vinculadas con el contenido de cadenas ligeras de miosina. Las fibras-F (rápidas) contienen siempre las mismas tres cadenas rápidas y ligeras, mientras que las fibras-S (lentas) pueden presentar de una a tres cadenas ligeras y rápidas y dos ligeras y lentas (BILLETTER et al. 1981). Así queda claro que en las modalidades de fuerza rápida la disponibilidad de fibras-F (= una elevada cantidad de moléculas de miosina con tres cadenas ligeras) es, más que cualquier otro factor, determinante para el rendimiento.

La cantidad de miosina con tres cadenas ligeras y rápidas que desarrolla una fibra muscular depende fundamentalmente de la *dotación genética*; dicho de otra manera, a nivel molecular, los estímulos del entrenamiento que mejoran la fuerza rápida sólo al-

canzan el nivel de eficacia que permita la estructura genética. Es cierto que en condiciones experimentales extremas (p. ej. mediante la llamada inervación cruzada) se activan genes que habitualmente se encuentran en reposo y otros se inhiben al mismo tiempo; pero es muy improbable que estas condiciones extremas de estimulación puedan ser reproducidas mediante algún tipo de medidas de entrenamiento. *Por ello, un entrenamiento dirigido al desarrollo de la velocidad debe plantearse otros objetivos. El entrenamiento de la velocidad puede y debe mejorar sobre todo la coordinación inter e intramuscular.*

La ***coordinación intermuscular*** –sobre todo en movimientos rápidos de *sprint* y despegue– se basa en gran medida en conexiones y programas elementales de la ***sensomotricidad espinal***, esto es, de los reflejos motores espinales, que actúan en forma de bucle de control y que aquí representamos simplificadamente. En ellos participan las *motoneuronas* de la médula espinal (fundamentalmente las motoneuronas - alfa), cuyas descargas eferentes a través de las *fibras Ia* originan la contracción de los músculos. El arco reflejo más sencillo, el *reflejo miotático* o *de estiramiento*, parte del *huso neuromuscular*, un instrumento de medición de longitudes. Las modificaciones de la longitud son enviadas a la motoneurona-alfa a través de las *fibras aferentes Ia*. Si se produce una modificación de longitud a causa del estiramiento, aumenta la frecuencia de los impulsos aferentes del huso neuromuscular. Los impulsos eferentes retroactivos procedentes de la motoneurona contraen a continuación el mismo músculo para oponerse a la acción del estiramiento (fig. 66). Este fenómeno nos ocupará de nuevo al tratar del estiramiento muscular (*stretching)* (apartado 3.5.3.2). En todos los demás circuitos reguladores de la sensomotricidad espinal actúan *en la conexión interneuronas*, encargadas de elaborar la excitación (HAASE, 1976, 99 y ss., HENATSCH, 1976, 193 y ss. y HENATSCH / LANGER 1983, 27 y ss.).

Estas mismas aferencias Ia que acabamos de describir inhiben la motoneurona antagonista mediante una interneurona (inhibición recíproca de los antagonistas) y colaboran para armonizar el funcionamiento combinado de agonistas y antagonistas. Los circuitos reguladores que transcurren por las fibras Ia tienen una *función estabilizadora de la longitud*. Los que están conectados a través de las *fibras Ib* actúan limitando la tensión. Parten de los *órganos tendinosos de Golgi* (zona de paso entre músculo y tendón), los aparatos que tiene el músculo para medir la tensión. Las aferencias Ib inhiben además la motoneurona propia y excitan la motoneurona antagonista en el sentido de una "inhibición autógena" (fig. 66).

Estos ejemplos representan sólo los mecanismos básicos de conexión. La interacción que se produce entre ambas extremidades, flexionando una y extendiendo la otra, se efectúa a través de la llamada *aferencia del reflejo del flexor*, un reflejo cruzado de flexión y extensión. Éste ofrece la posibilidad, a nivel espinal, de un ajuste mutuo por la vía piramidal, entre el desarrollo de la fuerza y la coordinación motriz.

La función coordinadora y sensomotriz de la *sensomotricidad espinal* engloba, según KÜCHLER (1983, 103), las siguientes funciones parciales y mecanismos de control:

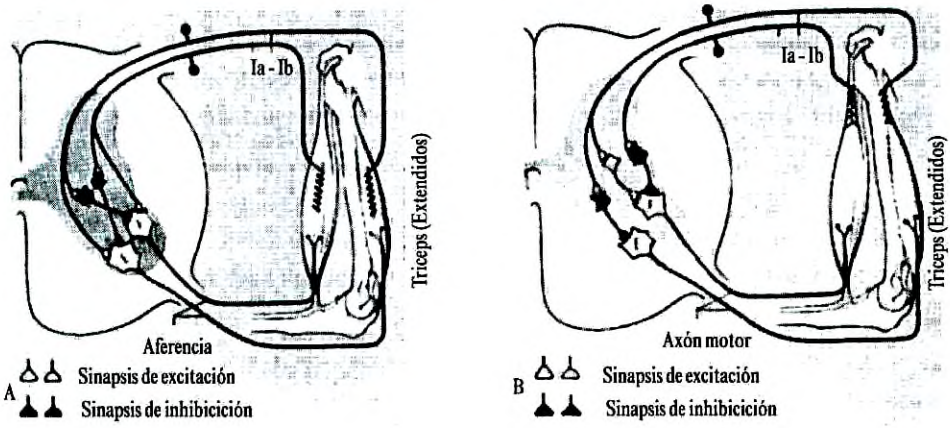


Figura 66: *a: conexión espinal básica del reflejo miotatico y de la inhibición recíproca del antagonista, transmitida mediante la aferencia Ia de los husos neuromusculares de flexor y extensor. b: conexión espinal básica de la inhibición autógena de las motoneuronas-alfa propias a través de la aferencia Ib de los órganos de los tendones (HENATSCH / LANGER, 1983; 31 ss.).*

— Controles de la *longitud* y *tensión muscular* de una extremidad, armonización con el lado opuesto y compensación de efectos no deseados en la secuencia motriz.
— Generación de los *programas de movimiento elementales* (memoria motriz elemental, centros locomotores) para movimientos coordinados de desplazamiento.
— *Mecanismos de adaptación*, con los que los centros locomotores se adecuan a las secuencias motrices.

Por lo general se activan siempre varias unidades motrices de un músculo alternativa y/o simultáneamente. Los efectos de contracción se superponen hasta producir la contracción global, esto es, la tensión global, con la cual las diferentes contracciones de las unidades motrices se equilibran en gran medida. Este proceso se conoce como coordinación intramuscular, y puede ser mejorado a través de un entrenamiento constante de las técnicas que lo utilizan, con elevada velocidad de movimiento (FINDEISEN / LINKE / PICKENHAIN, 1980, 53).

Así pues, hemos de afirmar de modo concluyente que, en determinadas condiciones, también los rendimientos de la velocidad en sentido estricto presentan unas posibilidades considerables de mejora.

El *entrenamiento de la velocidad* tiene como objetivo parcial, en base a estos postulados, la mejora de la *coordinación intermuscular*. Ésta se lleva a cabo, sobre todo, me-

diante una *sensomotricidad espinal programada de forma idónea*. Así, cuando Florence Griffith-Joyner decía que sus mejoras de rendimiento se debían sobre todo a que había aprendido a permanecer interiormente relajada en medio del esfuerzo máximo, aludía a la problemática de la coordinación intermuscular. Muy probablemente, la mejora de la coordinación intermuscular sólo es posible cuando se aprende a ejecutar movimientos rápidos con un *nivel ideal de tensión muscular*. Ello exige moldear los correspondientes *programas* de la sensomotricidad espinal.

La ***coordinación intramuscular*** se refiere al reclutamiento y ajuste de magnitudes de desgaste de las unidades motrices (HETTINGER, 1968, 3). El reclutamiento transcurre en un *orden* determinado, basado en diversos mecanismos (apartados 3.2.3.3 y 3.3.3.2). Normalmente, una corriente de impulso activa primero aquellas neuronas que presentan el umbral de excitación más bajo, esto es, la mayor excitabilidad. Éstas suelen ser las células más pequeñas que inervan las unidades motrices más lentas, mientras que las motoneuronas mayores, que activan las unidades motrices con fibras musculares rápidas, tienen un umbral de excitación mayor. Ahora bien, este orden de reclutamiento parece ser modificable si cambian la velocidad de movimiento o el movimiento mismo a través de la aferencia Ia. Así, las fibras musculares rápidas, resistentes a la fatiga, pueden ser activadas de forma rápida y directa a través de acoplamientos espinales, es decir, al comienzo de la transmisión de impulsos (KÜCHLER, 1983, 50).

3.3.4 Procedimientos para la evaluación del rendimiento en el entrenamiento de la velocidad

En el apartado 3.2.4 describimos las funciones de la valoración del rendimiento en el entrenamiento de la fuerza. Éstas siguen siendo válidas, en general, para el entrenamiento de la velocidad. No obstante, hemos de analizar con más detalle y desde un punto de vista crítico la evaluación del rendimiento para las distintas manifestaciones de la velocidad, como son la velocidad de reacción, de aceleración y de movimiento.

La capacidad de aceleración se basa en los componentes de la fuerza rápida; se puede por tanto determinar mediante curvas de fuerza-tiempo y otros métodos biomecánicos del análisis de la fuerza (apartado 3.2.4.2).

Sólo en ciertas condiciones es posible medir la *velocidad de reacción*. Los motivos son diversos. En primer lugar, porque estos esfuerzos tienen en gran medida un origen anticipatorio, y los movimientos de anticipación son difíciles de "medir"; en segundo lugar, por la adscripción causal y, en tercer lugar, por la falta de instrumental adecuado de medición o test. Las mediciones sólo abarcan determinados parámetros de las reacciones simples.

Los movimientos de velocidad, basados en la *velocidad de movimiento,* sólo pueden ser registrados mediante técnicas de medición de precisión. Las pruebas de motricidad deportiva, con sus requisitos de valoración poco elaborados, tienen una utilidad limitada para la evaluación del rendimiento.

3.3.4.1 *Procedimientos para la medición de la velocidad*

La ***prueba de aceleración de Kassel*** ha dado buenos resultados para medir la velocidad del *sprint*. Esta prueba se realiza en un recinto cubierto, sobre un trayecto de 30 m de *sprint*, y en ella interesan el registro del tiempo entre los 10 y 20 y el tiempo global de los 30 m. El trayecto de prueba ha de ser siempre el mismo, dada la importancia de las condiciones del suelo. La medición se efectúa con un sistema de células fotoeléctricas de infrarrojos, que trabaja con una resolución de 10 microsegundos (cienmilésimas partes de segundo). Las celulas se colocan en la línea de salida y en los 10, 20 y 30 metros, instaladas siempre a la altura de la cabeza del sujeto, para que no se activen con los movimientos oscilatorios de las extremidades. El *sprint* se realiza con salida de pie, en postura de dar un paso. Se miden los segundos (p. ej., 1,281 s para el tramo de los 10 a 20 m, 4,017 s para los 30 m). De dos pruebas de *sprint* se evalúa el mejor resultado. Esta prueba ha demostrado ser muy fiable y de gran valor informativo para la rapidez de movimientos en la locomoción (MARTIN / LEHNERTZ, 1986, 12).

Otro ejemplo es la medición de la ***velocidad horizontal de extensión del brazo***.

Se utiliza un aparato de fuerza para el fortalecimiento del tríceps (fig. 67), en el cual los sujetos se encuentran de pie, con la espalda contra una superficie de apoyo vertical. Una serie de correas fijan a los sujetos en una única posición. Los pies se sitúan por detrás de una marca. La palanca se proyecta hacia delante y atraviesa una célula fotoeléctrica de infrarrojos. El valor del tiempo se calcula sobre un trayecto de medición de 3,5 cm, con una resolución de 10 microsegundos.

El sujeto puede leer sobre la marcha los tiempos que va produciendo (que se encuentran entre las 120 y 140 cienmilésimas de segundo) y en cada prueba intenta mejorar el mejor de sus valores. Al cabo de 10 o 12 repeticiones los tiempos se hacen más lentos. Los ensayos más rápidos se obtienen, como promedio, a partir de la quinta repetición. La palanca alcanza una velocidad tal, que debe ser recogida por un ayudante (MARTIN / LEHNERTZ, 1986, 13).

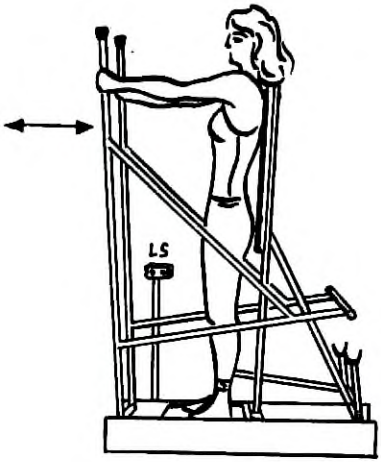


Figura 67: *Ejercicio de test. No se colocan pesos. CI= célula de infrarrojos.*

Para ***identificar los puntos débiles y fuertes específicos de un tramo del "sprint"***, BAUMANN / SCHWIRTZ / GROSS (1986) proporcionan un ejemplo pensado para establecer un *diagrama de tiempos de diferencias*. Estos diagramas pueden aplicarse en el *sprint* de aceleración de 30 m, en trayectos de *sprint* mayores, para *sprints* en natación, carreras sobre hielo o carreras de vallas. A partir de la representación gráfica se obtienen secciones de aceleración positiva, negativa o

máxima, y los grados en que han sido moldeados la capacidad de aceleración, la velocidad de movimiento máxima y el mantenimiento de esta velocidad (resistencia del *sprint*). Para la elaboración de la gráfica se elige una carrera de referencia, cuyos tiempos intermedios se llevan sobre el eje de las abscisas en un sistema de coordenadas, y sus tiempos de diferencia. La fig. 68 muestra un ejemplo obtenido de la final de los 100 m en los Juegos Olímpicos de Munich en 1972. Como tiempo de referencia se toma el de Borsow, el ganador de la prueba.

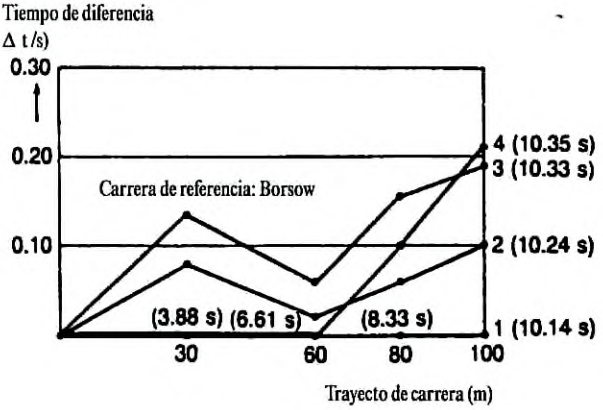


Figura 68: *Diagrama de los tiempos de diferencia tomados en la final masculina de los JJ.OO. de 1972 (BAUMANN / SCHWIRTZ / GROSS, 1986, 5).*

3.3.4.2 Pruebas de motricidad deportiva

Estas pruebas aportan un valor informativo propio de valoraciones poco elaboradas. GROSSER / STARISCHKA (1981, 65 y ss.) mencionan las siguientes, clasificadas según la capacidad de velocidad y la modalidad deportiva: para la *velocidad de reacción,* (1) la "prueba de reacción *boxeo*" y (2) la "prueba de la caída de la pértiga". Para la *velocidad* (velocidad de movimiento), (1) el "*sprint* de 20 m" (salida de pie) en atletismo o en juegos deportivos, (2) el "*sprint* de 30 m lanzado" en atletismo o en juegos deportivos, (3) el "*sprint* oscilante de 7 x 30 m" en juegos deportivos, (4) el "test japonés" en voleibol, (5) el "skipping-test" en atletismo y (6) el "test 9-3-6-3-9" en voleibol y tenis.

Las *pruebas de motricidad deportiva* han de presentar a la hora de su aplicación un alto grado de *estandarización*. Para obtenerlo proponemos una serie de instrucciones: dar indicaciones precisas para la prueba, fijar el número de ensayos, ya sean de tanteo o reales, determinar qué instrumentos hay que utilizar, qué aparatos de medición, la organización, la localización de los observadores, etc. Para garantizar la objetividad en la ejecución, dos o más investigadores deberían realizar la prueba con el mismo sujeto. Finalmente, se comparan las estadísticas obtenidas sobre los resultados de los entrenadores.

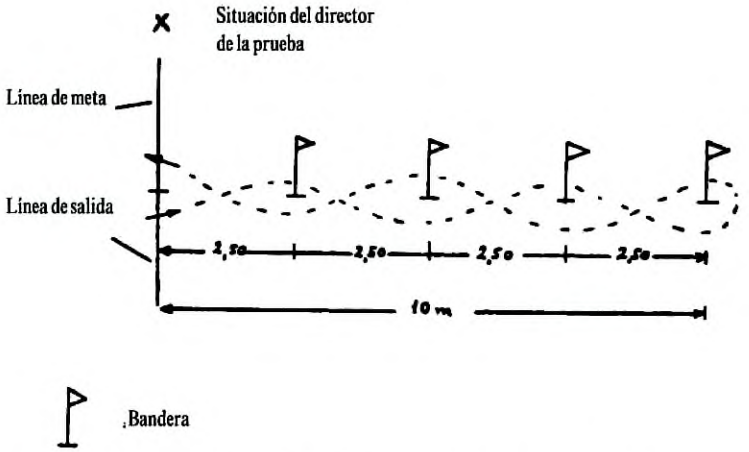


Figura 69: *Carrera de slalom - Bosquejo de organización (NEUMAIER, 1983, 153).*

Aquí mencionaremos y comentaremos tres pruebas:

La ***carrera de eslálom*** para los deportistas de modalidades de juego somete a prueba la *capacidad de "sprint"*. Sus resultados sólo presentan valor informativo si es posible compararlos con la *velocidad* básica del sujeto en el trayecto de 20 m y mostrar la diferencia porcentual.

La ***prueba de regate*** de GERISCH / REICHL (1978) incluye la *capacidad de regate fuera de las condiciones de juego*. Esta prueba parece, en un principio, tener la nece-

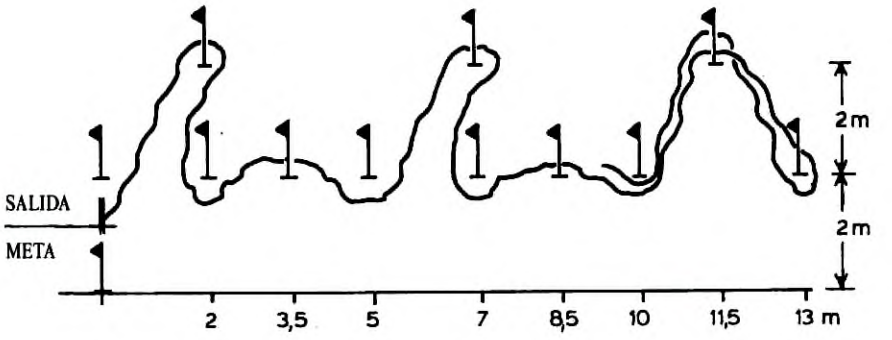


Figura 70: *Prueba de regate (de GERISCH / REICHL, 1978).*

saria validez en cuanto a su contenido; no obstante, un ensayo realizado sobre 53 futbolistas en activo no dio como resultado ningún valor aceptable de fiabilidad tras la repetición de la prueba. Esta circunstancia obliga a comprobar la fiabilidad de las pruebas aplicadas en el entrenamiento, pues sólo así se puede defender la validez de su contenido y aplicarlas posteriormente. Dicha fiabilidad resulta de obtener la menor diferencia posible en el valor de un determinado rasgo después de efectuar una nueva prueba en idénticas condiciones.

El ***lanzamiento del balón medicinal con ambas manos*** es utilizado a menudo por los entrenadores de balonmano y jabalina. Con él valoran la capacidad general de lanzamiento, esto es, la *capacidad de aceleración en movimientos de lanzamiento*. Sin embargo, con esta prueba sólo es posible obtener conclusiones sobre la distancia del lanzamiento. La prueba exige, antes de obtener resultados de fiabilidad en la repetición, una buena técnica de lanzamiento explosivo con ambos brazos, con movimiento preparatorio y partiendo de la posición de dar un paso.

Para abarcar el ***complejo de la velocidad*** en cada modalidad, se recurre a varios tests en determinados intervalos de tiempo y relevantes. Esta batería de tests estandarizados registra con bastante exactitud determinados parámetros del complejo de la velocidad y de su dinámica de rendimiento. Un entrenador de balonmano de la Bundesliga, que colabora con nosotros, lleva unos años aplicando las siguientes pruebas a intervalos de tiempo regulares: (1) la *prueba de aceleración de Kassel*, siendo el valor medido el tiempo del tramo 10-20 m (apartado 3.3.4.1), (2) el test de "detente" (fig. 42), (3) una *prueba de regate específica del balonmano* y (4) el *lanzamiento del balón medicinal con ambas manos*.

3.3.5 Métodos del entrenamiento de la velocidad

Debido a la elevada *complejidad* (rendimiento mixto de reacción, aceleración y velocidad) y *especificidad técnica* que presentan los esfuerzos de velocidad en las distintas modalidades deportivas, en este libro sólo nos limitaremos a ilustrar con unos cuantos ejemplos los métodos y modelos del entrenamiento de la velocidad. Dado que la velocidad de locomoción (*sprint*) es un componente de muchas de estas modalidades, nos ocuparemos de este entrenamiento a modo de ejemplo.

3.3.5.1 Ejemplo: entrenamiento del "sprint"

Aquí describiremos sólo el entrenamiento especial de la velocidad, sin los componentes de fuerza, movilidad y resistencia. Se compone de las siguientes secciones:

— el *entrenamiento de la aceleración y de la velocidad en el "sprint"*
— el *entrenamiento de la coordinación*
— el *entrenamiento de la resistencia en el "sprint"*
— el *entrenamiento de la salida y la aceleración de la salida*

La ***aceleración*** y la ***velocidad en el "sprint"*** se entrenan dentro del complejo del entrenamiento de la velocidad, porque la velocidad máxima sólo se alcanza al cabo de un trayecto de unos 30 m aprox. Según GUNDLACH (1973) y BALLREICH (1969), el trayecto de *sprint* se divide en "fase de aceleración", "fase de velocidad máxima" y "fase de velocidad decreciente", disminuyendo la fase de aceleración si se reduce la duración del *sprint*. La fase previa a la consecución de la velocidad máxima (fase de aceleración) dura más o menos hasta los 30 m, como hemos indicado, pero el aumento de velocidad entre los 20 y los 30 m es bastante escaso, de modo que el trabajo de aceleración propiamente dicho ocupa unos 20 m, pues, como se puede ver en la fig. 71; llegados a esta distancia, la frecuencia y la longitud de los pasos han alcanzado su máximo.

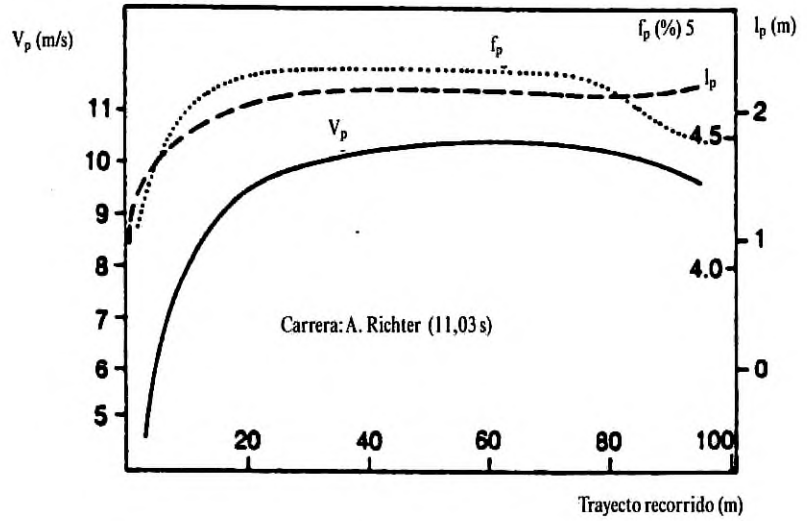


Figura 71: *Desarrollo de la velocidad (m/s), representada aquí mediante la velocidad (V_p), frecuencia (f_p) y longitud del paso (l_p); tomado de BAUMANN / SCHWIRTZ / GROSS (1986, 6).*

Esto muestra que los *sprints* de entre 30 y 40 m de longitud se prestan de forma idónea para trabajar el rendimiento combinado aceleración-*sprint*. En cualquier caso, estos *sprints* deben realizarse en unas condiciones externas óptimas y estandarizadas. La duración de la carga para esta longitud de trayecto puede extraerse de la siguiente tabla.

Tabla 17: *Valores aproximados para los 20, 30 y 40 m en determinados tiempos de carrera de 100 m, recopilados tras una serie de experimentos (GUNDLACH, 1973; BALLREICH, 1969; BAUMANN, 1976).*

Tiempo de los 100 m (s)	20 m (s)	30 m (s)	40 m (s)
10,2-10,6	3,12	3,94	4,9
11,6-12,4	3,40	4,50	5,6
11,0-12,2	3,42	4,20	5,3
12,2-14,0	3,80	5,10	6,5

Estos tiempos dan pie para suponer que el aporte energético trascurrirá de forma anaerobia-aláctica, lo cual se apoya además en experimentos propios (LEHNERTZ / MARTIN, 1986, 14).

El número de repeticiones de estos *sprints* debe ser establecido con exactitud. Nuestros propios experimentos muestran que los deportistas acostumbrados al entrenamiento de *sprint* pueden correr a lo largo de un día, sin pérdidas importantes en los tiempos, 60 x 30 m, en casos extremos 60 x 60 m. En cualquier caso, después de estas elevadas cifras de repeticiones suelen aparecer durante un cierto tiempo dolores y tensiones musculares, así como rigideces, que con toda probabilidad se explicarían por microtraumatismos producidos en los tejidos muscular y conjuntivo (STOBOY, 1972, 31; RUSKO, 1985, 6).

Si queremos examinar la evolución de los tiempos, deberíamos realizar entonces diez repeticiones por entrenamiento, porque este volumen se encuentra en el punto óptimo individual de los tiempos, y tampoco puede producir tensiones y rigidez musculares. También se puede considerar un entrenamiento de dos series de 2 x 8 *sprints* con 4 minutos de pausa entre las series, o bien de 1 x 10 y 1 x 5 *sprints*. En nuestros experimentos se ha podido ver que, de acuerdo con el funcionamiento metabólico, el músculo se recupera súbitamente por la nueva síntesis de fosfocreatina. Hemos comprobado que en tramos de *sprint* de hasta unos 40 m basta con 2 minutos para que se produzca esta recuperación.

Resumiendo, para el *entrenamiento de la aceleración y la velocidad en el "sprint"*, resultan los siguientes *componentes de carga*:

Intensidad: Recorrer el 100 % del trayecto y acelerar de forma óptima, con esfuerzo de voluntad máximo

Volumen: 2 series de 8 x 30-40 m cada una, o bien 1 serie de 10 x 30 m y 1 serie de 5 x 40 m

Densidad: Pausa entre cada repetición = 2 min, entre las series > 4 min

Es sumamente importante que todas las carreras tengan lugar con control de tiempos. Junto al tiempo global se mide el invertido en el trayecto 10-20 m, pues, como han demostrado nuestros experimentos al cabo de los años, en este tramo aparecen reflejadas con mayor precisión que en otros las mínimas desviaciones de los valores de tiempo medidos y, por tanto, también las modificaciones del rendimiento.

El ***entrenamiento de la coordinación*** ha de trabajar los movimientos del *sprint* de forma *intermuscular*, dirigiéndose sobre todo a las conexiones espinales y a la interacción de agonistas y antagonistas (apartado 3.3.3.3); asimismo, ha de llevar a los músculos que participan en los movimientos del *sprint* a un estado de *hiperestiramiento*. Por ello, el entrenamiento de la coordinación habrá de presentar las siguientes características:

— *Movimientos de "sprint" exageradamente preparados* para obtener con ellos un mayor estiramiento que el conseguido con los movimientos de *sprint* normales.
— *Carrera relajada*, tan lúdica como sea posible, y a partir de ahí intentar llegar a la velocidad máxima.

En este ámbito se han impuesto las *carreras progresivas* de entre 80 y 100 m, en las cuales la velocidad aumenta de forma continuada hasta alcanzar su máximo. También se utilizan las *series de carreras* con velocidad en aumento de repetición en repetición, en trayectos de 60-80 metros. Y asimismo las series de cuatro, en las cuales la última repetición se corre con la mayor velocidad posible. En estos casos hay que considerar las siguientes características de la carga:

Carreras progresivas

Longitud del trayecto:	80-100 m
Intensidad:	los últimos 10-15 min a la velocidad máxima
Volumen:	6 repeticiones
Densidad:	3 minutos de pausa entre cada repetición

Carreras repetidas con velocidad progresiva

Longitud del trayecto:	60 metros
Intensidad:	80 - 90 - 95 - 100 %
Volumen:	2 series de 4 repeticiones cada una
Densidad:	3 minutos de pausa entre las repeticiones, 5 minutos entre las series

También requiere nuestra atención el ***entrenamiento de la resistencia en el "sprint"***. Siguiendo a SALTIN (1986, 101), definimos la resistencia del *sprint* como la capacidad para realizar esfuerzos con intensidad máxima durante unos 30 s aprox. En estos esfuerzos, los factores de limitación no son ni el aumento de lactato ni el déficit de oxígeno, sino muy probablemente el *empeoramiento de la conducción diferenciada de los programas motores* (designamos ese estado como fatiga de programas). Para el entrenamiento de la resistencia en el *sprint* SALTIN (1986, 106 y s.) propone las siguientes características de la carga:

Sprints de entre 20 y 30 segundos de duración con 3 a 8 repeticiones, según el estado de forma, el objetivo y la microestructura del entrenamiento. Según la teoría de la restitución inmediata de fosfocreatina son suficientes aquí pausas de 3 a 5 minutos, aun cuando de carrera a carrera se produce una acumulación de protones en los músculos (acidificación), que tiene como reflejo, entre otros, una elevación progresiva del nivel de lactato en la sangre. De acuerdo con esto, si se sobrepasa la cifra de 5 repeticiones el entrenamiento habrá de realizarse en dos series con una pausa entre ellas de 10-15 minutos, y así se garantiza que la velocidad en todas las repeticiones se aproxime al máximo.

El entrenamiento de las ***reacciones sencillas***, como por ejemplo las salidas, tiene dos componentes:

— el *moldeado de la técnica* del movimiento de reacción o de salida, con la transición hacia la fase de aceleración;
— *trabajo de la percepción temporal* (anticipación situacional).

En el apartado 3.3.2.1 ya hemos expuesto con detalle que el entrenamiento de reacción es en gran medida un trabajo de la anticipación. El entrenamiento de la salida es un buen ejemplo de esta anticipación situacional. Aquí se trata de aprender a reaccionar de forma explosiva en diferentes intervalos de tiempo situados entre el anuncio previo y la fase de preparación. En este ámbito de la reacción también hay que mejorar la *concentración* (= parte sensorial) y la *tensión muscular previa* (= parte motriz) (MATWEJEN/NOWIKOW, 1982, 157).

3.3.5.2 Entrenamiento de la velocidad en las modalidades de juego - Ejemplo: fútbol

El entrenamiento de la velocidad en las modalidades de juego consta de (1) *trabajo de "sprint"*, (2) *trabajo de aceleración* y (3) *trabajo de velocidad de reacción*.

El ***trabajo de "sprint"*** se realiza con y sin balón, los trayectos han de tener una longitud de 30 m aprox., las pausas entre los *sprints* una duración de 2 minutos y la cifra de repeticiones no ha de pasar de cinco.

La parte principal del entrenamiento de la velocidad consta de ***trabajo de aceleración*** con las siguientes formas:

— todo tipo de *juegos de atrapar*, con la posibilidad de acotar zonas de tregua,
— *carreras de líneas - sprints* de aceleración hasta tocar una línea situada a 5 metros, vuelta para tocar la línea de salida, nueva vuelta, *sprints* hasta tocar línea a 10 metros, etc.,
— *"sprints" de persecución de compañeros* de hasta 15 metros, dando 2 o 3 m de ventaja al compañero,
— de cono a cono: se colocan de 8 a 10 conos a los lados de una línea, en diferentes distancias; del cono 1 al 2, desbordar al rival; del 2 al 3, escapar de él; del 3 al 4 desbordar, etc. (AUSTE, 1987, 105),

— regates en es*lálom* a través de los conos,
— regates en zig-zag desbordando y escapando, etc.

El *entrenamiento de la reacción* en las modalidades de juego es un "trabajo técnico", puesto que es preciso dominar tanto los movimientos con los que se reacciona como su aplicación en el momento oportuno. Así, el objetivo de este entrenamiento de la reacción ha de ser el trabajo de la *anticipación situacional* y *de la actividad* (apartado 3.3.3.1). La reacción, según una perspectiva psicológica, transcurre en las siguientes fases: por ejemplo, ver la pelota, evaluar la dirección y velocidad del vuelo, elegir un plan de acción y efectuar el movimiento de reacción (ZACIORSKIJ, 1972, 55 y s.). Esto requiere entre 0,25 y 1, con lo que el tiempo de 1 s se aprovecha casi exclusivamente para ubicar la pelota y evaluar su dirección y velocidad de vuelo, pues la fase sensorial no suele ocupar más de 0,05 s. Según investigaciones de NELSON / USA (1964, sin indicación bibliográfica), en un golpe de ataque en voleibol la pelota alcanza una velocidad de unos 30 m/s, y su tiempo de vuelo dura entre 0,10 y 0,12 s (ZACIORSKIJ, 1972, 56). Es imposible, pues, "evaluar" en tiempo tan escaso la dirección y velocidad de la pelota. El hecho de que los jugadores puedan, no obstante, devolver a veces la pelota tiene que ver con su capacidad de anticipación, adquirida mediante el entrenamiento y la experiencia.

También AUSTE (1987, 118 y s.) escribe que las reacciones de un portero de fútbol requieren en primer lugar el completo dominio de las técnicas del portero, pero también otros movimientos que en gran parte han de ser calculados previamente. Aunque en su opinión es muy difícil adquirir las reacciones por entrenamiento, el trabajo constante de un portero ha de mejorar de muchas maneras la concentración y la anticipación. La literatura especializada aporta en este punto una serie de ejercicios como ejemplo.

Las posibilidades metodológicas sólo han sido tratadas aquí a modo de ejemplo. Como los esfuerzos de velocidad están unidos siempre a determinadas técnicas deportivas, tienen que ser moldeados y entrenados en relación con las técnicas propias de la modalidad. Así, cada modalidad ha de plantearse la tarea de elaborar un esquema de entrenamiento de la velocidad.

3.3.6 Planificación y dirección del entrenamiento de la velocidad

3.3.6.1 Problemas de la microestructura

En el apartado 5.2.4 tratamos más detalladamente los problemas de la microestructura. Por ello aquí sólo vamos a resumir algunas nociones que tienen que ver con el problema de encajar el entrenamiento de la velocidad en el microciclo.

En primer lugar: En el capítulo sobre *entrenamiento de la técnica* (apartado 2.6.1) hemos expuesto y fundamentado la hipótesis de que *"las pérdidas de rendimiento en los músculos se recuperan a corto plazo, en paralelo con el proceso de la resíntesis de*

la fosfocreatina". Según esto, la recuperación de los músculos es un proceso de gran rapidez. Partiendo de esta premisa, en el entrenamiento de la velocidad apenas se deberían producir fatiga de origen muscular, dado el volumen de carga que en él se practica. Esto es válido particularmente en aquellos casos en los que los tiempos de ejecución de cada una de las repeticiones se mantienen en el ámbito del suministro energético anaerobio-aláctico.

En segundo lugar: Si se acumulan exigencias de carga debido a una elevada frecuencia de entrenamiento, se origina no obstante un cierto proceso de fatiga. Basándonos en las investigaciones que durante cinco años hemos llevado a cabo en este ámbito, podemos afirmar que, muy probablemente, la *fatiga de entrenamiento* debida a la típica *acumulación de cargas* en el marco de un microciclo presenta dos fases (apartados 5.2.4 y 5.4.1): en la primera fase es posible recuperar las pérdidas de rendimiento provocadas por las cargas si se vuelve a llenar el depósito de energía muscular. Pero si aumentan los estímulos de carga se produce, a partir de un determinado momento, una acumulación de residuos de carga y, por tanto, una disminución del rendimiento no superable a corto plazo. A esta segunda fase, la denominamos fatiga compleja, que podría tener su origen en el SNC. La capacidad de rendimiento coordinativo rápido se había recuperado plenamente a mediados de la semana tras los periodos intermedios que se habían dispuesto para el descanso. Sobre la base de estos resultados es posible establecer las siguientes normas.

El entrenamiento de la velocidad que hubiera de efectuarse en condiciones *de recuperación* debería tener lugar en los primeros tres días de un microciclo. En cambio, el trabajo de resistencia al *sprint*, que ha de contrarrestar una posible fatiga en el programa, debería realizarse tanto a mediados de semana, aún en condiciones de recuperación, como en la segunda mitad de ésta, ya bajo recuperación incompleta.

En tercer lugar: Un *trabajo de fuerza máxima* breve pero intenso, intercalado inmediatamente antes del trabajo de velocidad, parece ejercer un *influjo positivo* sobre los músculos. Experiencias prácticas como las de ALLMANN (1985, 294 y ss.) apuntan a que después de un trabajo semejante se manifiesta una mayor disponibilidad de rendimiento neuromuscular, la cual es también percibida subjetivamente por el deportista. El efecto positivo de un trabajo de fuerza sobre el subsiguiente de velocidad dura –según la carga de fuerza– entre 5 y 20 minutos. Por tanto, un bloque de fuerza breve pero intenso debería preceder al trabajo de velocidad una o dos veces en el marco de la primera mitad de un microciclo.

3.3.6.2 Principios generales para estructurar y dirigir el entrenamiento de la velocidad

La estructura y dirección del entrenamiento de la velocidad están sometidas, más que otras condiciones, a determinadas exigencias previas que optimizan su eficacia. Nos referiremos a estas condiciones previas, que a continuación exponemos, con la denominación genérica de ***principios metodológicos del entrenamiento de la velocidad.***

— En esfuerzos de velocidad, la *temperatura corporal* debe encontrarse considerablemente por encima de la temperatura del entorno. En efecto, todos los procesos químicos dependen de la temperatura y, por tanto, también los del metabolismo orgánico y de la velocidad de transmisión nerviosa. La transformación de energía por unidad de tiempo crece, de acuerdo con la regla RVT (reacción - velocidad - temperatura), si aumenta también la temperatura. Merece la pena esforzarse por alcanzar una temperatura corporal de 38,5 grados, lo cual requiere un trabajo sistemático de calentamiento de entre 15 y 30 minutos y la conservación de esta temperatura. Se ha podido demostrar que los tiempos de *sprint* mejoraban entre un 2,5 y un 6 % con el aumento de la temperatura corporal (STOBOY, 1972, 31).
— Para mejorar los rendimientos de velocidad conviene ejecutar las secuencias motrices con la mayor precisión técnica. Por ello no se debe ejecutar rápidamente un movimiento (salida o secuencia motriz cíclica) hasta que no se haya estabilizado la *técnica* correcta. Esta exigencia tiene un fundamento neurofisiológico. Los movimientos rápidos circulan, debido a la presión de tiempo, fundamentalmente por las vías espinales (apartado 3.3.3.3). El ejercicio de estas rápidas secuencias se efectúa a la vez que su programación, con la cual mantiene una estrecha vinculación. Y como los programas almacenados han de tener una calidad "técnica" óptima, la precisión al ejecutar los movimientos en el entrenamiento de la velocidad es un requisito extremadamente importante.
— Antes de cualquier trabajo de velocidad, los *músculos* han de ser preparados para su *estiramiento* para minimizar las resistencias internas. Cuando un músculo se contrae, su antagonista se ha de poder estirar ligeramente para oponer una resistencia óptima a los músculos agonistas.
— Las *condiciones externas del entrenamiento* han de ser configuradas, organizadas y dirigidas de forma óptima para moldear secuencias motrices rápidas, de forma que el entrenamiento pueda transcurrir sin factores de distorsión. Las condiciones de trabajo deberían incluso estandarizarse, esto es, ser siempre las mismas.
— El entrenamiento de la velocidad debe efectuarse siempre en condiciones de *resultado-retroalimentación* (células fotoeléctricas, barreras de infrarrojos, *sprints* por parejas, grabaciones de vídeo y otras observaciones), pues de otro modo no es posible evaluar los resultados del rendimiento obtenidos al entrenar.
— El entrenamiento de la velocidad debe realizarse con una *elevada motivación* y con *voluntad* de obtener rendimientos óptimos.

3.4 Resistencia y entrenamiento de la resistencia



3.4.1 Resistencia - Características y concepto

En relación con otros ámbitos parciales de la metodología del entrenamiento, la resistencia dispone de una funda-

mentación científica comparativamente extensa gracias a un amplio volumen de investigaciones básicas llevadas a cabo por la medicina deportiva y la bioquímica; ello permite mejorar la adecuación de los métodos de entrenamiento a sus objetivos, así como aplicar y dirigir el trabajo de resistencia con mayor objetividad. Esto no equivale a decir que se sepa ya todo acerca de los rendimientos de resistencia. Así, el *concepto resistencia* aún no ha encontrado en la metodología una definición universalmente aceptada. Sabine WEDEKIND (1985, 89 y ss.), por ejemplo, constata treinta definiciones diferentes de la resistencia en la literatura especializada. Los elementos o criterios que más a menudo aparecen tratándose de resistencia son la *ejecución de un trabajo de larga duración*, y la asociación de la resistencia con la *capacidad para soportar la fatiga*. Esta última asociación la compartimos con bastantes reservas, pues los rendimientos humanos en muchos ámbitos, ya sea en el trabajo científico, técnico o de precisión, exigen una concentración sostenida y un aguante frente a la fatiga, sin que en estos casos se hable de rendimientos de resistencia. En la mayoría de los ámbitos de la vida se exige una capacidad para soportar la fatiga y con esta noción, por tanto, no explicamos suficientemente la importancia que la resistencia tiene para el deporte. Datos de bastante peso apuntan a que una buena capacidad para rendir en resistencia es un requisito previo para las *capacidades para soportar la fatiga*, de *recuperación* y de *tolerancia al entrenamiento*.

La resistencia no existe como un objetivo en sí mismo. Forma parte siempre de un objetivo en el ámbito del deporte, esto es, de un rendimiento determinado y buscado, que requiere un cierto moldeado de la resistencia. Los rendimientos de la resistencia dependen siempre de las siguientes magnitudes: (1) *economía de la técnica*, (2) *metabolismo energético*, (3) *capacidad de consumo de oxígeno*, (4) *peso corporal idóneo*, (5) *voluntad de resistir* y (6) *capacidad de resistencia hereditaria*.

Así, una técnica insuficientemente pulida (esquí nórdico, natación, remo, etc.) no puede ser compensada por una capacidad de rendimiento metabólico, por grande que ésta sea (MADER / HOLLMANN, 1977, 1), y una elevada capacidad de consumo de oxígeno aún no garantiza un elevado rendimiento de resistencia, pues este último exige la utilización simultánea de varias capacidades de la condición física, junto a mecanismos de regulación refinados que pueden ser clasificados en "procesos de dirección y regulación energéticos" y "propios del SNC". No obstante, lo que entendemos como capacidades de resistencia consiste fundamentalmente en rendimientos del *metabolismo energético* y *el consumo de oxígeno*. Así, NEUMANN (1984, 174) constata que los programas de movimiento en todos los rendimientos deportivos de resistencia han de producir conducciones nerviosas diferenciadas de fibras musculares rápidas y lentas. Pero una carga de resistencia solamente se puede sostener si los músculos son capaces de reaccionar *de forma energética* ante estas señales del SNC. Así, es en esta interacción donde se nos muestran los aspectos esenciales de la resistencia. La praxis del *entrenamiento de resistencia* está no obstante dirigida al desarrollo de unos *fundamentos de rendimiento energético-muscular* en cargas duraderas. Por ello definimos el concepto *resistencia* de la forma siguiente.

DEFINICIÓN:
La **resistencia** es la capacidad para sostener un determinado rendimiento durante el más largo periodo de tiempo posible.

Durante mucho tiempo prevaleció el criterio de que la resistencia era entrenable en gran medida y no requería una predisposición genética tan específica como, por ejemplo, la velocidad en el *sprint*. Se solía decir que los *sprinters* nacen y la resistencia se puede entrenar. Hoy es general la convicción de que el *factor genético*, interpretable como *talento para las modalidades de resistencia*, o bien la reserva de adaptación (apartado 3.1.5.2), desempeñan un papel más relevante para la entrenabilidad de la resistencia de lo que hasta hace unos años se pensaba. Así, la capacidad máxima alcanzable de consumo de oxígeno depende de la predisposición genética, principalmente del tipo de fibra muscular que se posee de nacimiento. Un deportista que pretenda llegar a la elite mundial en una modalidad de resistencia debe presentar ya de nacimiento una elevada capacidad de consumo de oxígeno, pues el entrenamiento sólo puede incrementar esta capacidad en la mitad, aproximadamente, de su cuantía originaria. Si el consumo de oxígeno alcanza en un individuo no entrenado unos 40 ml por kilo de peso corporal, mediante el entrenamiento se puede aumentar hasta unos 60 ml como mucho. Si por herencia genética el consumo de oxígeno se sitúa ya en los 50-55 ml/kg de peso corporal, la capacidad funcional máxima rondará los 75-80 ml/kg. En la elite mundial de las disciplinas de resistencia los valores habituales rondan los 80 ml/kg, y este volumen sólo se adquiere mediante entrenamiento y sobre la base de una elevada capacidad hereditaria de consumo de oxígeno (LIESEN et al., 1977, 66; KEUL et al., 1985, 3).

Resumiendo, podemos decir lo siguiente sobre el concepto y las características de la resistencia: Ésta es una capacidad de la condición física cuyo nivel alcanzable depende de la herencia genética y del entrenamiento. Se trata de una capacidad compleja, en la cual participan la economía de movimientos y las capacidades de fuerza, velocidad y esfuerzo continuo de la voluntad. A través de ella se consiguen unas premisas energético-musculares para las cargas prolongadas, una elevada tolerancia al entrenamiento, y una mayor capacidad para soportar la fatiga y de recuperación; asimismo, asegura que las pérdidas causadas por la fatiga en rendimientos prolongados de fuerza, velocidad y mantenimiento del nivel técnico se retrasen durante un determinado periodo de tiempo. Debido al beneficioso influjo que ejerce sobre el sistema cardiocirculatorio y el metabolismo, el entrenamiento de resistencia se ha convertido, por motivos de salud tanto preventivos como de recuperación, en la *modalidad más habitual de entrenamiento* y sirve a muchas personas ajenas al profesionalismo deportivo para compensar la tensión laboral o medioambiental y las cargas psico-físicas que de estas tensiones se derivan (apartado 7.2).

3.4.2 Estructuración y manifestaciones de la resistencia

Por varias razones conviene estructurar los diferentes tipos de resistencia sirviéndonos de una aproximación teórica adecuada. En metodología y en medicina deportiva se han establecido modelos de estructuración que clasifican el complejo de la resistencia desde distintos puntos de vista. Creemos que es importante exponer los modelos relevantes para el entrenamiento y vincularlos entre sí.

3.4.2.1 Resistencia de corta, media y larga duración

Un modelo de clasificación procedente de la teoría del entrenamiento de la antigua RDA (HARRE, 1979, 156 y ss.; NEUMANN, 1984, 174 y s., etc.) ha adquirido en nuestros días una aceptación general. En él la resistencia se clasifica según el criterio de la *duración de la competición* en

1. ***Resistencia de corta duración*** (RCD; duración de la competición = 35 s - 2 min)
2. ***Resistencia de media duración*** (RMD; duración de la competición > 2 min - 10 min)
3. ***Resistencia de larga duración*** (RLD; duración de la competición > 10 min).

Aquí, el complejo de la resistencia de corta y media duración interactúa con las capacidades de fuerza y velocidad en cada caso. La diferente duración de las competiciones de resistencia hace necesario un examen más detallado. De éste resulta una nueva clasificación en:

— Resistencia de larga duración I (RLD I; duración de la competición > 10 min - 35 min)
— Resistencia de larga duración II (RLD II; duración de la competición > 35 min - 90 min)
— Resistencia de larga duración III (RLD III; duración de la competición > 90 min - 360 min)
— Resistencia de larga duración IV (RLP IV; duración de la competición > 360 min).

La tabla 18 muestra a continuación una serie de magnitudes empleadas para medir el desgaste de los sistemas funcionales en diferentes modalidades de resistencia. En ella se refleja el *carácter* de los diferentes rendimientos de resistencia. Así, por ejemplo, estas magnitudes indican que el *consumo máximo de oxígeno* alcanza sus valores más elevados con la resistencia de corta y media duración, aunque el *suministro de energía aerobio* sólo participa en la RCD con un 20 % y el *anaerobio* lo hace en la RMD todavía con un 40 %.

Los dos sistemas funcionales de suministro energético apuntan a otros dos esquemas clasificatorios del complejo resistencia. Normalmente los rendimientos de resistencia se dividen en *resistencia aerobia* y *anaerobia*. No obstante, a la vista de los complejos procesos que confluyen en el suministro energético parece menos razonable,

incluso inadmisible, adoptar esos esquemas clasificatorios (tabla 18). Con ello no estamos afirmando que se pueda entrenar voluntariamente la capacidad aerobia o bien la anaerobia de forma específica.

Tabla 18: Magnitudes para medir el desgaste de los sistemas funcionales con diferentes formas de resistencia (NEUMANN, 1984, 175).

Sistema funcional	Magnitud de medición	RCD 35 s - 2 min	RMD > 2-10 min	RLD I > 10-35 min	RLD > 35-90 min	RLD > 90-360 min	RLD > 360 min
Frecuencia cardiaca	Fc (lat.min.)	185-200	190-210	180-190	175-190	150-180	120-170
Consumo de O_2	% del VO_2 máx.	100	95-100	90-95	80-95	60-90	50-60
Transformación de energía	Porcentaje de aerobia y anaerobia	20 80	60 40	70 30	80 20	95 5	99 (1)
Consumo de energía (1 kcal = 4,19 kJ)	kJ/min. kJ en total	250 380 -460	190 545 -1680	120 1680 -3150	105 3150 -9660	80 9660 -27000	75 >27000
Desintegración del glucógeno	% del glucógeno muscular	10	30	40	60	80	95
Lipólisis	Ácidos grasos libres (mmol/l)	0,50	0,50	0,80	1,0	2,0	2,5
Glucólisis	Lactato (mmol/l)	18	20	14	8	4	2

3.4.2.2 Resistencia general (resistencia básica) - Resistencia especial

En orden a la dirección del entrenamiento conviene distinguir entre resistencias especial y general. Este modelo se basa en los trabajos de NABATNIKOWA (1974) y no está en contradicción con el que acabamos de exponer, sino que ha de entenderse como una ampliación, que HARRE (1979, 157) relacionó de la siguiente forma con la clasificación RCD - RMD - RLD: Las secciones de resistencia general y resistencia especial ocupan cada una un 50 % del entrenamiento de la RCD; en el de la RMD la relación entre resistencia general y especial es de 75 % a 25 %, y en el de la RLD es de 90 % a 10 % aprox.

El entrenamiento de la ***resistencia general*** persigue el objetivo de mejorar de forma sistemática la capacidad de rendimiento aerobio, esto es, los rendimientos del sistema cardiopulmonar y del metabolismo energético, para reforzar con ello los fundamentos generales aerobios en los que se apoya la resistencia especial. La resistencia general se entrena en parte sin tener en cuenta la modalidad deportiva, de forma inespecífica e independiente de una técnica, y en parte de forma específica, teniendo en cuenta la modalidad. Por estar inserta en este marco de objetivos, la resistencia general ha de cumplir los siguientes cometidos:

— *Mejora de las premisas para la capacidad de rendimiento aerobia* por debajo del umbral aerobio-anaerobio.
— *Economización máxima de las técnicas específicas de la modalidad* en los niveles de intensidad inferiores.

La ***resistencia especial*** es, frente a la anterior, la capacidad compleja para movilizar unos rendimientos de resistencia óptimos, *propios de la modalidad y la competición.* El *entrenamiento* de la resistencia especial sirve directamente para desarrollar rendimientos de competición propios de la modalidad. Ha de cumplir, por tanto, las siguientes tareas:

— Desarrollar el *ritmo de carrera* y la *frecuencia de movimiento* idónea junto a la *maximización de la técnica* en el marco de este ritmo.
— Aprender a soportar la *duración de la competición* a alto ritmo.
— Aprender a variar el *ritmo* en la competición según la táctica de la carrera y adquirir la capacidad para soportar grandes desgastes en la fase final.
— Aprender a modificar los rendimientos en las *condiciones externas de competición* (perfiles del trayecto, etc.).
— Adquirir las *condiciones de voluntad* y la *capacidad para soportar* la dureza de los grandes desgastes.

3.4.3 Modelos de explicación científica para la resistencia

Los modelos de explicación científica en el ámbito de la resistencia se basan en gran parte en conocimientos de la biología. Desde esta perspectiva, los rendimientos de resistencia son básicamente, como cualquier otro rendimiento corporal, el resultado de la utilización coordinada de la fuerza muscular. No obstante, el sistema músculo-esquelético, sin un suministro suficiente de moléculas energéticamente aprovechables, no está en condiciones de producir fuerza ni de efectuar trabajo más que durante un breve espacio de tiempo. El trabajo muscular de larga duración sólo es posible sobre la base de un suministro constante (p. ej. de oxígeno) y de una evacuación de residuos (p. ej. de dióxido de carbono) a través de la circulación sanguínea. Así, desde el punto de vista de la biología, la resistencia se basa en la *capacidad metabólica de la musculatura de trabajo* (aspecto muscular) y en la *capacidad de transporte del sistema circulatorio*, y dentro de esta última la capacidad de rendimiento del corazón (aspecto cardiaco) adquiere la mayor importancia.

Para la capacidad del sistema circulatorio, la capacidad de rendimiento del corazón es la magnitud determinante, junto al buen funcionamiento del sistema vascular. Sin embargo, desde el punto de vista de la cronología del entrenamiento, la adaptación orgánica tiene lugar en primer lugar en la periferia del *sistema de la resistencia*, concretamente en los *músculos de trabajo*, y sólo en una segunda fase ejerce el entrenamiento de resistencia su influjo sobre el sistema cardiovascular.

3.4.3.1 Aspectos musculares de la resistencia

A la hora de exponer los fundamentos biológicos de la resistencia con respecto al trabajo muscular, hablamos en un primer momento de *consumo energético muscular*. Es en la musculatura donde tienen lugar los procesos fundamentales, decisivos para la eficacia con que el potencial de energía disponible se transforma en rendimiento motor. Aunque los rendimientos deportivos de resistencia exigen también una actividad intensa del SNC, desde el punto de vista energético predomina el trabajo de los músculos del aparato locomotor y del sistema cardiopulmonar. Así, en las modalidades en las que el trabajo dura más de unos pocos minutos, el suministro energético con la utilización de oxígeno desempeña un papel decisivo. Al realizar un trabajo corporal intenso, el consumo de oxígeno en los músculos esqueléticos puede multiplicarse –en relación con los valores obtenidos en momentos de reposo corporal– por una cifra entre 20 y 50, y en el músculo cardiaco por 4.

En el apartado 3.2.3.2 hemos explicado detalladamente la producción de fuerza en el músculo estriado, describiendo cómo la *energía química* se transforma en *mecánica* sobre la base de las condiciones estructurales y con la ayuda de la *"molécula de fuerza" **ATP*** (trifosfato de adenosina) y la colaboración del ***calcio***. Mantener en marcha este proceso pasa necesariamente por volver a producir (= resíntesis) una cantidad suficiente del ATP consumido.

Con un estado nutricional satisfactorio, esto es, adecuado a la carga de trabajo que se efectúe en cada momento, se metabolizan en primer lugar, para el suministro de ATP, ***hidratos de carbono*** y ***ácidos grasos***. En momentos de reposo o de trabajo ligero esto tiene lugar de forma casi completamente aerobia.

La ***metabolización aerobia*** significa que las moléculas utilizadas son hidrolizadas completamente con la ayuda del oxígeno (O_2) hasta formar *agua* (H_2O) y *dióxido de carbono* (CO_2), esto es, son "sometidas a combustión". Ésta es la forma más "económica" de transformación de energía, pues con la ayuda de la energía liberada en la hidrólisis de las moléculas de glucosa y de los ácidos grasos se produce la *mayor cantidad posible de ATP*. Junto a la metabolización aerobia, también es posible producir ATP en los límites de los llamados ***procesos anaerobios***, que no requieren oxígeno. Éstos actúan sobre todo al *inicio del trabajo* y cuando los músculos trabajan con una intensidad elevada. Con una carga muscular breve y muy intensa, nada más producirse la disociación del ATP en ADP (difosfato de adenosina) + P (fosfato inorgánico) + H^+ (oxígeno ionizado, esto es, el átomo de hidrógeno no tiene electrón, lleva una carga positiva y es por tanto muy activo químicamente), tiene lugar una resíntesis del ATP a costa de la ***fosfocreatina*** en la reacción:

$$\text{Fosfocreatina} + \text{ADP} + H^+ - \text{Creatina} + \text{ATP}$$

La utilización de *fosfocreatina* es una de las dos posibilidades de producir nuevo ATP de forma anaerobia; la otra es el metabolismo de *glucosa* en *lactato*. La síntesis anaerobia del ATP –la llamada ***glucólisis*** (anaerobia)– transcurre de la siguiente manera: a partir de una molécula de glucosa se forman dos moléculas de piruvato y ATP aprovechable; a partir de estas moléculas de piruvato, a su vez, o bien se produce acetil-coenzima A (ácido acético activado, que es metabolizado a continuación de forma aerobia), o bien el piruvato se transforma en lactato.

El hecho de que en el músculo que trabaja se produzca, a partir del *piruvato*, sobre todo acetil-coA o bien lactato depende en particular del pH de la célula muscular. El pH es el distintivo de la concentración de hidrógeno ionizado (= protones). Con un pH inferior a 7 (hablamos entonces de un medio ácido) las enzimas que sintetizan lactato se encuentran más activas que con valores superiores de pH.

Los dos tipos descritos de resíntesis anaerobia de ATP tienen lugar en las "cámaras de fuerza" de los músculos, los llamados sarcómeros (apartado 3.2.3.2). Por el contrario, todos los procesos aerobios transcurren en estructuras especializadas que denominamos ***mitocondrias***. Esto es válido para la metabolización aerobia del *piruvato* y los *ácidos grasos*.

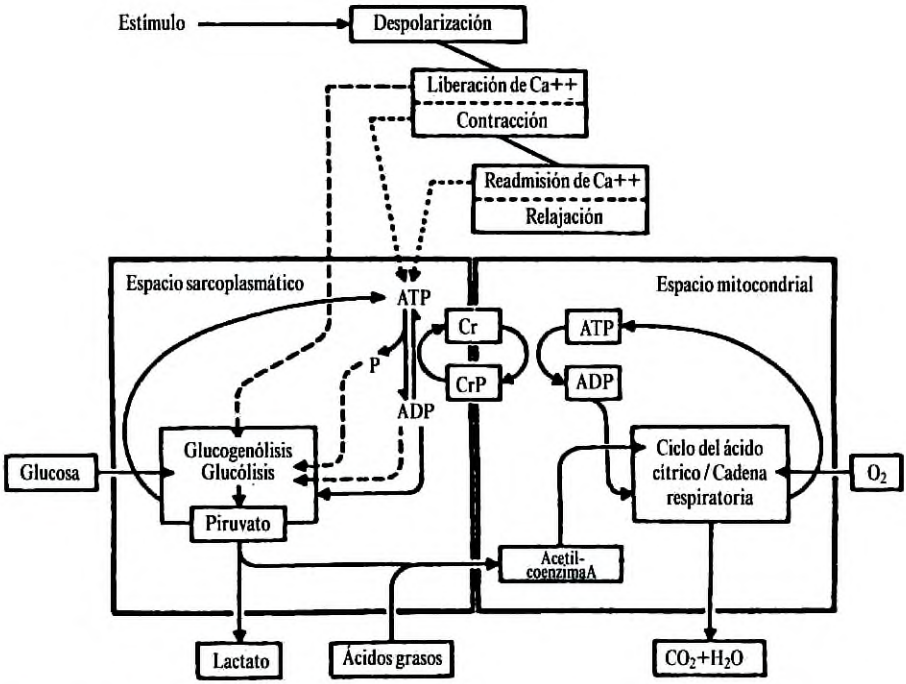


Figura 72: *Esquematización del proceso descrito de la resíntesis del ATP extra e intramitocondrial, y la resíntesis adicional de la fosfocreatina (CrP), según GERLACH, en HOLLMANN / HETTINGER, 1976, 61).*

El ATP no sólo funciona como suministrador inmediato de energía para la producción de fuerza muscular, sino que es también necesario en los "pequeños trabajos" de la glucosa y la grasa. Así como la glucosa ha de ser "activada" en condiciones de consumo de ATP antes de su entrada propiamente dicha en el metabolismo, la activación de los ácidos grasos, bastante lentos químicamente, requiere también, en primer lugar, una reacción dependiente del ATP. Vamos a detallar más la activación de los ácidos grasos, porque en el proceso se produce amoniaco y los análisis de éste han adquirido recientemente un papel importante en la dirección del entrenamiento de la resistencia.

Al final de las varias etapas del proceso de activación de los ácidos grasos surgen como productos de la reacción, entre otros, la ya mencionada *acetil-coA* –"sustancia de partida" para la *síntesis aerobia de ATP*– y el AMP (monofosfato de adenosina). El AMP está estrechamente vinculado con la aparición del ***amoníaco***. En el llamado ciclo C del nucleótido de purina (CNP), el AMP se metaboliza en IMP (monofosfato de inosina) y amoníaco. El CNP no es, por cierto, la única "fuente" de amoníaco, pero parece ser, en compañía del trabajo muscular, el principal productor de amoníaco (NH_3) o bien de amonio (NH_4) que se encuentra en la sangre.

Como ya hemos mencionado, la metabolización aerobia de los "combustibles" necesarios para el trabajo muscular –la *oxidación biológica*– tiene lugar en las mitocondrias. El transporte de *piruvato* y *ácidos grasos* se efectúa a través del sistema de membranas de las mitocondrias, hasta llegar a la matriz. Allí se hidrolizan en acetil-coA y a continuación entran en el llamado *ciclo del ácido cítrico*. Aquí la acetil-coA sufre un proceso de transformación en sucesivas moléculas, que son finalmente aprovechadas en la *cadena respiratoria* (fig. 72). La energía liberada en la cadena respiratoria durante el transporte de hidrógeno y electrones se aprovecha en parte para la síntesis de ATP. El oxígeno molecular (O_2) sólo es necesario para los procesos mencionados en último lugar.

Este breve resumen ha bosquejado de forma muy simplificada los aspectos esenciales del metabolismo energético muscular. En él nos hemos limitado a la hidrólisis de los hidratos de carbono (glucógeno y glucosa), así como a la activación de los ácidos grasos, y hemos dejado a un lado la transformación de los aminoácidos. El aprovechamiento de los aminoácidos como combustible para el trabajo muscular sólo alcanza una importancia cuantitativa digna de mención cuando las reservas de hidratos de carbono y grasa disminuyen considerablemente. Esto se produce en casos de nutrición inadecuada (ayuno y dieta de proteínas) o bien durante una carga de resistencia extremadamente larga.

3.4.3.2 Transformación de la energía durante la actividad física

El cambio del metabolismo muscular con el paso del reposo al trabajo es más bien de naturaleza cuantitativa que cualitativa. Ante una carga, los músculos esqueléticos transforman, junto al glucógeno por ellos mismos almacenado (endógeno), una cantidad varias veces superior de glucosa procedente de la sangre, así como ácidos grasos;

el músculo cardiaco eleva, por el contrario, considerablemente el aprovechamiento de lactato. El volumen de las transformaciones depende de la intensidad y duración de la carga, así como del tipo de fibra muscular que trabaje. La relación del aprovisionamiento energético de los músculos mediante *hidratos de carbono* (glucógeno endógeno y glucosa de la sangre) y *grasas* (ácidos grasos de la sangre) se sitúa *en reposo* en un 20:80 % aprox.; *con un trabajo ligero,* en un 40:60 % aprox., y *con uno intenso,* en un 70:30 % aprox. (JUNGERMANN / MÖHLER, 1984, 248).

Estos valores aproximados se refieren al promedio de transformación de energía, calculado sobre el total del tiempo de trabajo. Pero se dan considerables divergencias entre los porcentajes de transformación al principio, en el trascurso y, sobre todo, al final de un trabajo. Así, en un *trabajo ligero* al principio se hidroliza sobre todo *glucógeno* en *lactato* de forma anaerobia, hasta que el suministro aerobio termina por predominar tras el aumento del flujo sanguíneo. Entonces se oxidan sobre todo ácidos grasos; su porcentaje aumenta con el tiempo de duración del trabajo.

En *un trabajo más largo e intenso*, como por ejemplo un rendimiento deportivo de una a dos horas hasta el agotamiento, el *glucógeno muscular* contribuye al suministro de los músculos activos en un 50 %, la *glucosa de la sangre* en un 20 % y los *ácidos grasos* en un 30 %. Durante un trabajo más breve y de la máxima intensidad, como p. ej. *sprints* breves y largos hasta de 2 min de duración, la energía es suministrada en los primeros segundos por la *fosfocreatina* (veáse antes), después por la *glucólisis anaerobia* del *glucógeno muscular*, de la *glucosa de la sangre* y de los *ácidos grasos*, y al final, de modo creciente, por la *oxidación* del *glucógeno*, la *glucosa de la sangre* y los *ácidos grasos*. La fig. 73 muestra un esquema del que se puede deducir el mecanismo predominante de suministro energético en relación con la duración de la carga.

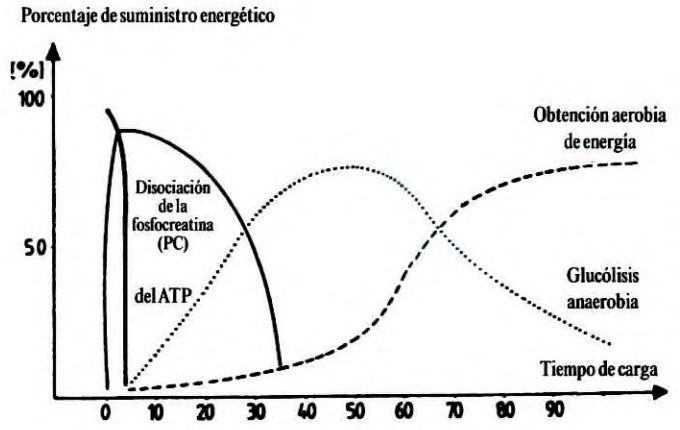


Figura 73: *Representación esquemática del porcentaje de los distintos sustratos y procesos suministradores de energía (tomado de KEUL / HARALAMBIE, 1972, 99).*

Aún habremos de profundizar en la problemática de la transformación de la energía con actividad física, sirviéndonos de un ejemplo procedente de un trabajo de MADER / HOLLMANN (1977, 8 y ss.). La competición de remo, simulada, se divide aquí en fase de arranque, trayecto y esfuerzo final. Como muestra la fig. 74, en las tres fases se dan condiciones distintas en cuanto al suministro energético aerobio y anaerobio.

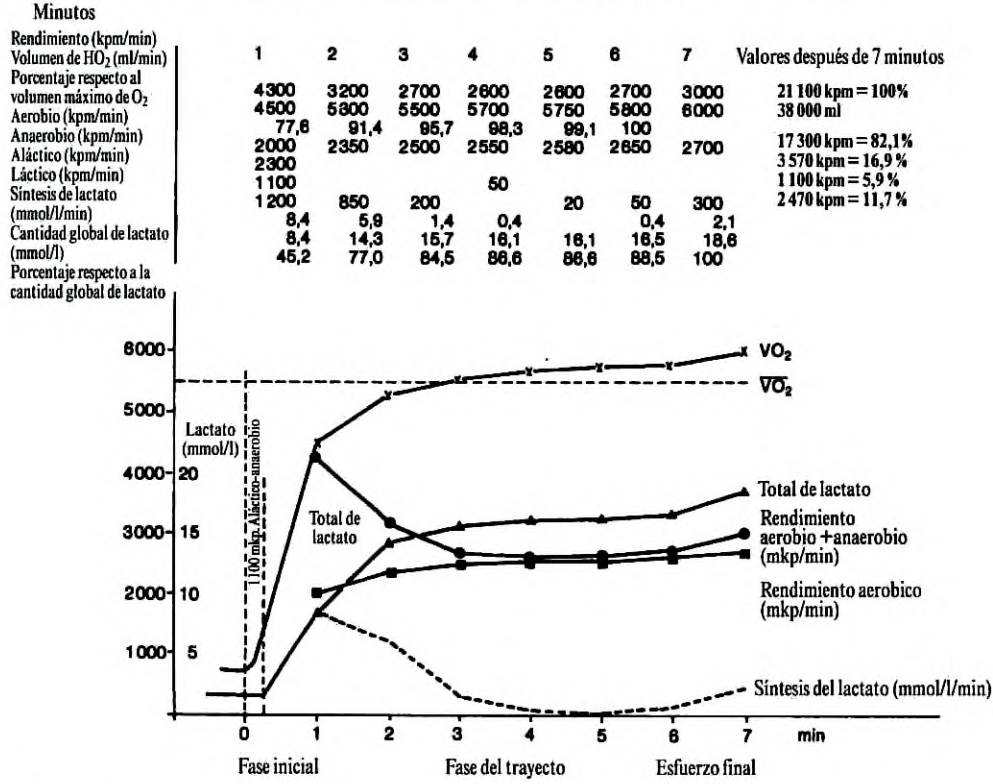


Figura 74: *Utilización, en función del tiempo, de cada una de las reacciones metabólicas de suministro energético, durante un simulacro de competición, efectuado por un remero de elite en una máquina de remo durante 7 min. (MADER / HOLLMANN, 1977, 20).*

En la fase de *arranque* (= 0-500 m/1:35-1:40 min.) la embarcación acelera por el efecto de muchos impulsos de remo hasta alcanzar el ritmo de carrera. En los primeros 8-12 seg. tras el arranque se consume la parte aprovechable de fosfocreatina y se registra un rendimiento de 800-1200 kpm/min. En el primer minuto, el consumo de oxígeno ($\dot{V}O_2$) asciende ya a unos ~ 4500 ml/min (esto corresponde al ~ 75 % del $\dot{V}O_2$ máx). Con ello se cubre ya en la fase de arranque un ~ 47 % de las necesidades energéticas con la absorción de O_2. El déficit de energía restante ha de cubrirse de forma anaerobio-láctica, produciéndose aquí un mínimo de lactato de 8,5 mmol/l.

En la *fase de trayecto* (= 500-1500 m) desde el segundo hasta el quinto minuto, la síntesis del lactato desciende porque el remero disminuye su rendimiento hasta el ritmo que subjetivamente encuentra tolerable para el trayecto, determinado por su *capacidad de rendimiento aerobia*. El consumo de O_2 alcanza aquí un 83-84 % del $\dot{V}O_2$ máx (= 5800-6000 ml/min).

En la *fase de esfuerzo final* se trata de agotar la capacidad metabólica anaerobio-láctica restante, hasta la acidosis máxima posible. En ella se alcanzan los 18-24 mmol/l de lactato y no obstante también, paralelamente, los valores máximos de $\dot{V}O_2$.

Este análisis de la competición (fig. 74) muestra que:

— El *componente aerobio* del metabolismo energético en la carga de remo de 7 min. asciende solamente a un 17 % del consumo energético total, y el 60-80 % de este componente ya se ha tenido que utilizar en la fase de arranque.
— El componente del suministro energético decisivo para la competición es *el consumo de oxígeno, medido en ml/min.*
— La mejora del rendimiento de competición tiene lugar sobre todo mediante el aumento de la *capacidad de rendimiento aerobia* (MADER / HOLLMANN, 1977, 22 y ss.).

3.4.3.3 Sobre la importancia de la capacidad máxima de consumo de oxígeno ($\dot{V}O_2$ máx)

Al aumentar la duración de la competición, sobre todo en las modalidades de resistencia de larga duración, la *capacidad de rendimiento aerobia* se convierte en un factor decisivo para el rendimiento. Incluso en la competición de remo de 7 minutos que acabamos de describir, clasificable dentro de la resistencia de media duración, el consumo *de oxígeno* supera ya a partir del segundo minuto el 90 % y a partir del cuarto el 98 % del $\dot{V}O_2$máx (fig. 74). Los experimentos de FORSBERG (1985, 4 y s.), realizados sobre los esquiadores suecos en la modalidad de fondo, subrayan la importancia de una elevada capacidad de consumo de oxígeno para los rendimientos de resistencia.

Sobre la base de estos experimentos, FORSBERG llega a la conclusión de que los ganadores de medallas en JJ.OO. y campeonatos mundiales han de presentar un consumo de oxígeno de por lo menos 6 l/min o de 80-85 ml/kg/min. En un experimento a largo plazo, efectuado en los años 1978-1985 (fig. 76) entre los participantes suecos en los campeonatos mundiales *junior*, se demostró igualmente esta tendencia. En los años 1979 y 1982, cuando los valores del $\dot{V}O_2$ máx de los *juniors* eran elevados, el equipo obtuvo muy buenos resultados. Posteriormente disminuyeron estos valores en el equipo y los rendimientos retrocedieron también. En las chicas, por el contrario, se pudo constatar un ascenso del consumo máximo de oxígeno entre los años 1982 y 1985, lo cual tuvo su reflejo en los resultados obtenidos.

Aunque el *consumo máximo de oxígeno* es el criterio empleado más a menudo para evaluar la ***capacidad de rendimiento aerobia***, creemos que esta función la cumple sólo de forma insuficiente, porque dicha capacidad se encuentra directamente condi-

cionada por el sistema cardiopulmonar, el metabolismo en el músculo estriado y las variaciones de la contractilidad muscular (KINDERMANN, 1974, 70; NEUMANN, 1985, 5).

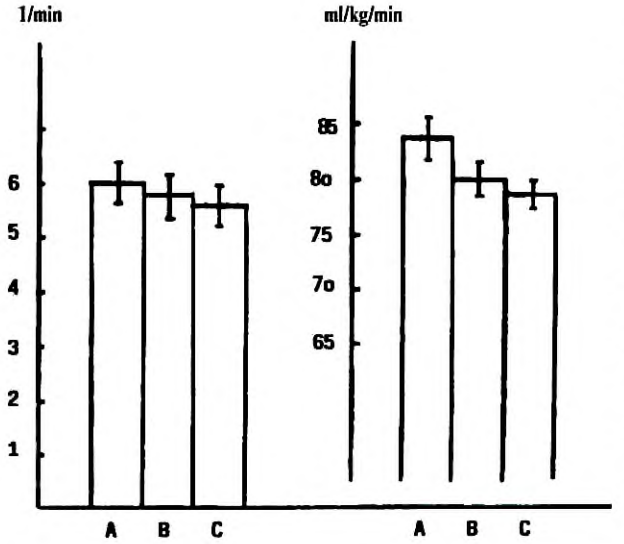


Figura 75: *La capacidad máxima de consumo de oxígeno entre los esquiadores de fondo suecos durante los años 1970-80. El grupo A muestra los valores de aquellos corredores que ganaron medallas individuales en Juegos Olímpicos y/o en campeonatos mundiales. El grupo B muestra los valores de corredores que se calificaron para los JJ.OO. o campeonatos mundiales, y el C los de aquellos que no se calificaron como miembros del equipo nacional.*

Se da como cierto que los rendimientos de elite en las disciplinas de resistencia de larga duración, vertiente masculina, requieren un $\dot{V}O_2$ máx en torno a 80-85 ml/kg/min. Pero estos valores ya fueron constatados hace 20 años en deportistas de elite en estas disciplinas y no se han modificado esencialmente pese al aumento sustancial de las cargas de entrenamiento y a los mejores resultados en estas modalidades de resistencia. Así, puede aducirse el valor de la capacidad de consumo de oxígeno para realizar una estimación básica del rendimiento, pero sólo con reservas para una *valoración actual del rendimiento*.

El consumo máximo de oxígeno se consigue cuando por lo menos de 1/7 a 1/6 de todos los músculos trabajan dinámicamente un mínimo de 6 minutos con la máxima intensidad. Los factores que los condicionan en mayor medida son: (1) la capacidad de rendimiento del corazón, el *volumen cardiaco minuto* (VCM) y (2) el *agotamiento del oxígeno en la periferia*, que se refleja en la diferencia de oxígeno arteriovenosa.

Un corazón sano está capacitado para modificar su rendimiento de suministro dentro de límites amplios. El ***volumen cardiaco minuto*** es la cantidad de sangre que el corazón bombea en un minuto; en el sujeto no entrenado puede multiplicarse por un máximo de 4 a 5 veces, en el entrenado se llega a hacerlo por 8 (ROST, 1984, 11). La adaptación del rendimiento de bombeo del corazón a las cargas cambiantes tiene lugar

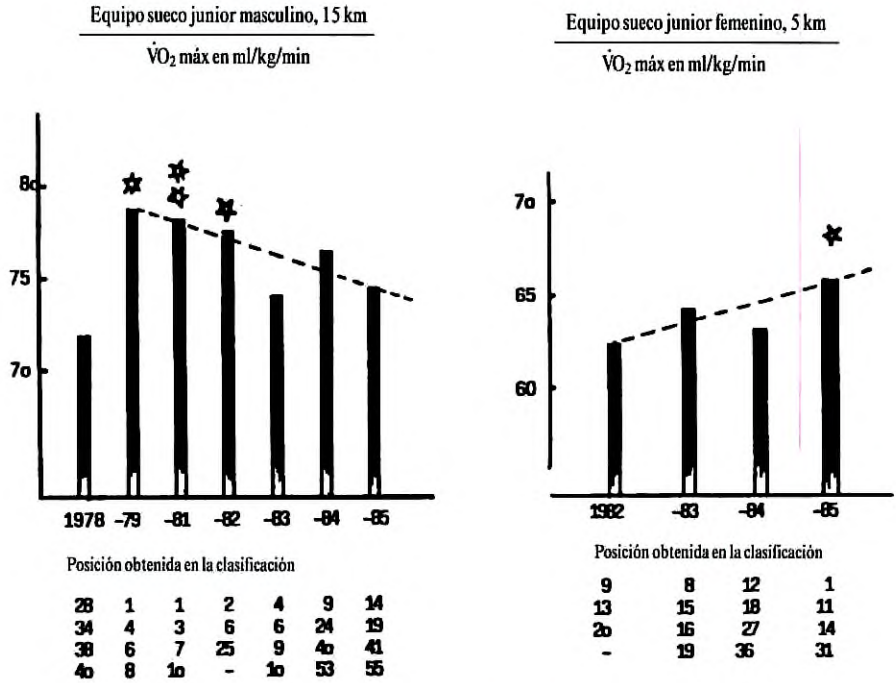


Figura 76: *a) $\dot{V}O_2$ máx en ml/kg/min. en los participantes masculinos de los campeonatos mundiales "junior" entre 1978 y 1985; b) en las chicas participantes entre 1982-1983. Las estrellas por encima de las columnas muestran las medallas obtenidas (FORSBERG, 1985, 5).*

mediante la modificación del *volumen sistólico* (esto es, la cantidad de sangre bombeada en cada sístole) y de la *frecuencia cardiaca*. De estos dos componentes, la frecuencia cardiaca es la magnitud decisiva para la adaptación del rendimiento, puesto que las cavidades del corazón, por sus peculiaridades anatómicas, disponen de un estrecho margen para aumentar el volumen de sangre por pulsación.

La elevación del volumen sistólico como reacción de adaptación ante un trabajo corporal tiene lugar sobre todo al comienzo de una carga, para permanecer después más o menos constante aunque siga aumentando la intensidad del trabajo. El incremento del volumen sistólico se produce, a igual llenado de las cavidades en la fase diastólica, mediante un refuerzo del bombeo sistólico. En todo caso, los mayores volúmenes sistólicos no se consiguen durante una carga, sino poco después de realizada ésta. Esto es así porque inmediatamente después de una carga intensa la frecuencia cardiaca desciende muy rápidamente, mientras que la corriente venosa de retorno es aún muy elevada. El aumento del volumen sistólico una vez pasado el valor de carga máximo puede mantenerse hasta tres minutos, dependiendo de la intensidad de la carga (ROST, 1984, 15).

En contraposición con el volumen sistólico, la frecuencia cardiaca aumenta en un amplio espectro de forma lineal y en paralelo con la intensidad de la carga. Por ello se atribuye a la *frecuencia cardiaca* una importancia decisiva a la hora de adaptar el corazón a las condiciones de la carga. Mientras que el volumen sistólico, en un sujeto no entrenado, sólo se puede incrementar –dependiendo de la posición– desde aprox. 60 ml tumbado o 80 ml de pie hasta 100 y 120 ml respectivamente, el corazón puede triplicar su número de pulsaciones desde 70/min y menos (40/min) en reposo hasta 200/min en condiciones de carga máxima. La cifra máxima de pulsaciones es una magnitud individual que depende básicamente de la edad y del entrenamiento.

El incremento del volumen cardiaco minuto con un trabajo corporal depende básicamente de la intensidad de éste, es decir, de la cuantía del rendimiento. En general podemos asumir como premisas que un rendimiento igual exige igual transformación de energía y que, por consiguiente, para un rendimiento igual, en condiciones aerobias, subsiste igual necesidad de oxígeno. Así, un aumento del rendimiento de un vatio requiere del sistema circulatorio un aumento en el transporte de oxígeno de 12 ml/min. Con ello se exige al corazón un incremento correspondiente de su rendimiento de bombeo (= volumen cardiaco minuto).

Existen distintos puntos de vista acerca de los mecanismos básicos por los que el volumen cardiaco minuto se adapta a la necesidad existente en cada momento. Parece haber un acuerdo básico en que el *sistema regulatorio de la circulación* es un complicado equilibrio en el que participan las necesidades metabólicas de todos los órganos y en el que influyen numerosos mecanismos de tipo humoral, nervioso y mecánico. Junto a la autorregulación del corazón, que se puede fundamentar desde un punto de vista mecánico-muscular, se tienen en cuenta posibles regulaciones sobre la base de reflejos corticales, impulsos humorales, quimiorreceptores y presorreceptores.

3.4.3.4 Causas de la fatiga muscular

La situación caracterizada por una disminución del rendimiento como consecuencia de una serie de desgastes psicofísicos se designa en general con la palabra *fatiga*. Se suele asociar a ella una capacidad de rendimiento reducida y una pérdida de interés por cualquier actividad. Aquí conviene mencionar la distinción que a menudo se establece entre *fatiga muscular* (fatiga local o también periférica) y *fatiga general* o *compleja* (fatiga central). Cuando intentamos enumerar las causas metabólicas de la fatiga como consecuencia de un trabajo muscular intenso y voluminoso, nos movemos aún, pese a todos los conocimientos de que disponemos, en la esfera de los modelos especulativos. Con estas consideraciones previas, cabe apuntar como causa de la *fatiga muscular* –tal como aparece en el trabajo muscular de elevada intensidad– una *acumulación* de *iones hidrógeno* (protones) en los músculos involucrados. En cambio, la *fatiga central* parece estar estrechamente vinculada con una *disminución de transmisores estimuladores* (glutamato) e *inhibidores* (ácido gammaamino-butírico) (LEHNERTZ, 1986a, 8 y s.).

En el uso cotidiano del idioma se ha vuelto habitual hablar de acidez en los músculos cuando, en medio de un trabajo corporal de gran intensidad, las "fuerzas" ceden y el trabajo tiene que ser finalmente interrumpido. Hasta ahora se ha venido aduciendo como explicación que la síntesis del *lactato* era responsable de la *hiperacidificación* del músculo. Según esto, debido al desprendimiento (disociación) de un protón (H^+) del producto final de la glucólisis anaerobia, el *ácido láctico* (lactato = ácido láctico menos H^+), tiene lugar un aumento de la concentración de protones (descenso del pH = "acidificación") en el plasma celular. Hoy, la literatura especializada de la medicina deportiva muestra lo equivocado de semejante estimación (WALSH / BANISTER, 1988), pues la glucólisis anaerobia transcurre "neutral en cuanto a protones", incluida la síntesis del lactato. Esta última podemos considerarla en cierto modo como un mecanismo parcial de eliminación de protones. Concretamente, cuando a partir del piruvato se produce lactato con ayuda de la enzima lactatodeshidrogenasa, se absorbe –junto con el NADH (dinucleótido de adenina y nicotinamida)– incluso un H^+ del "entorno". Esto significa que la síntesis del lactato no provoca acidificación, sino al contrario: *La síntesis del lactato es un mecanismo con el que las células musculares sometidas a un trabajo intenso se protegen en los límites de la hiperacidificación.*

La principal fuente de protones en la transformación del ATP es la propia disociación del ATP. Para la transformación de un ATP en ADP y P_i (fosfato inorgánico) se necesita una molécula de agua (H_2O). Por ello a la disociación del ATP se la llama también hidrólisis del ATP. Así, con cada división por hidrólisis de una molécula de ATP se produce también un protón (H^+). Afortunadamente, la naturaleza se ha provisto de varios mecanismos para dominar este flujo de protones en condiciones de trabajo intenso. Así, en esfuerzos muy intensos y de corta duración –por ejemplo, en saltos o esprints breves– se produce una absorción casi completa de los protones formados por la hidrólisis del ATP mediante la inmediata resíntesis del ATP (ya mencionada anteriormente) con ayuda de la fosfocreatina (PC).

Si un trabajo intenso se prolonga más allá de unos pocos segundos, la síntesis del *lactato* a partir del *piruvato* cobra importancia no sólo como proceso suplementario de síntesis de ATP (véase antes), sino también y de forma creciente como tampón de protones (de acidez). El ajuste tiene lugar a través de las sucesivas concentraciones de protones (el valor de pH) en la célula muscular, según el siguiente modelo: cuanto más escaso sea el depósito de fosfocreatina, mayor será la concentración de protones (= menor el pH) y más abundante la síntesis del lactato.

La condición para que funcione el *tampón de lactato* ante una elevada *transformación de ATP* y un *agotamiento de la fosfocreatina* es una oferta suficiente de piruvato. Para ello es necesario "impulsar" la glucólisis y disponer de una oferta suficiente de glucógeno / glucosa (oferta de sustrato). El impulso a la glucólisis tiene lugar en la enzima clave de la glucólisis, la fosfofructocinasa. Esta enzima se inhibe por medio del ATP y el ácido cítrico –un producto del metabolismo aerobio– y se activa, entre otros, por medio del AMP y el *amonio* (NH_4+).

Es evidente que tanto el proceso de síntesis glucolítica del piruvato-lactato como el depósito de fosfocreatina tienen una capacidad limitada. Aquí cabe preguntarse cómo se protege la célula cuando la *producción* de protones supera ampliamente a su *eliminación* mediante la síntesis del lactato (u otros tampones). Para este caso existe un mecanismo de una asombrosa simplicidad –como muchas cosas en el ámbito de la biología: *Los protones bloquean los sitios en los que actúa el calcio* (LEHNERTZ, 1987a). Con ello, la misma concentración alta de protones evita seguir aumentando y alcanzar un grado que podría, a causa de la hiperacidificación, ocasionar daños a las células.

Este mecanismo de protección tiene también una fundamentación de tipo eléctrico, como todos los demás mecanismos biológicos (apartado 3.2.3.2): con una acumulación creciente de protones, los puntos de enlace del calcio, con carga negativa (troponina), son ocupados paralelamente con H^+. Por ello, los iones calcio Ca^{++} se ven ante la imposibilidad de (1) iniciar el *proceso retroactivo generador de fuerza* entre las moléculas de calcio-troponina y las de miosina-ATP, y (2) mantener activa la *hidrólisis del ATP, productora de protones* (LEHNERTZ, 1988d, 43).

Con ello, el músculo se ha vuelto "ácido" y deja de producir fuerza. Ésta es la causa metabólica del estado que designamos como fatiga muscular local y que el deportista siente como "piernas pesadas y brazos hinchados".

Volvamos ahora a la síntesis del lactato: el lactato producido en el músculo alcanza en su mayor parte las vías circulatorias y a partir de éstas los órganos adecuados para su aprovechamiento. Para esta reutilización del lactato en el metabolismo de un órgano hace falta, además de las enzimas necesarias para el procesamiento del lactato (las llamadas deshidrogenasas del lactato), sobre todo la capacidad de transformar piruvato. El piruvato producido a partir del lactato puede entrar en todos los órganos en el ciclo del ácido cítrico para obtener energía a través de la piruvato higrogenasa y la acetil-coA. Sin embargo, esta posibilidad de utilización del lactato, aparte del músculo cardiaco, no se aprovecha en cantidades significativas para obtener energía. En general, el lactato producido en los músculos se aprovecha en el hígado o en los riñones para la resíntesis de la glucosa. Las enzimas necesarias para este proceso aparecen sólo en cantidades reducidas en otros órganos, como p. ej. en determinadas fibras musculares.

Durante una actividad corporal intensa y sostenida, el lactato es un combustible muy bien recibido por el corazón. Mientras que, en reposo, la parte de lactato en el metabolismo oxidativo del músculo cardiaco alcanza un 28 % aprox., en medio de un trabajo corporal intenso asciende hasta superar el 60 % *(ibídem)*.

Con resultados de nuestros experimentos hemos podido mostrar cómo *los valores de medición espiroergométricos* cambian como consecuencia de la fatiga y el déficit de hidratos de carbono. Tras una dura semana de entrenamiento con esta carencia de hidratos de carbono aparecieron en todos los sujetos del experimento disminuciones de la capacidad del rendimiento deportivo-motor, debidas a la fatiga. Con la misma unanimidad aumentaron los valores de urea de todos los sujetos (valor medio = 8,6 mmol/l; valores mínimo y máximo = 6,9 y 11,6 mmol/l). Además, el cambio de la situación metabólica, originado por el duro entrenamiento y la reducción de la ingesta de hidratos de carbono,

se reflejó en la curva del rendimiento del amoniaco: en la prueba ergométrica en condiciones de fatiga, y con niveles de carga comparables, los valores de amoniaco medidos en la sangre arterial de los capilares eran, en todos los deportistas investigados, mayores que los obtenidos en condiciones de recuperación. En cambio, en la cinética del lactato y de la frecuencia cardiaca no se observaba una tendencia general unitaria: en 8 sujetos se observaron, en condiciones de fatiga, valores de lactato menores y de frecuencia cardiaca mayores que los obtenidos en condiciones de recuperación, mientras que dos deportistas presentaban valores de lactato mayores y de frecuencia cardiaca menores. Comparados con los valores obtenidos en condiciones de recuperación, en las pruebas espiroergométricas aparecieron, con elevados niveles de carga y en condiciones de fatiga: (1) aumentos del *volumen respiratorio minuto*; (2) descensos de las *diferencias de* CO_2 entre el aire de la inspiración y el de la espiración. Pudimos observar tendencias similares en el consumo de O_2 (ligero aumento), la diferencia de O_2 entre la inspiración y la espiración (claro descenso) y el cociente respiratorio (descenso) (LEHNERTZ, 1988e, 51 y ss.; 1989a, 91 y s.; LEHNERTZ / LÜBS / MARTIN, 1989, 313-318).

Los resultados de nuestras pruebas invitan a relacionar la fatiga de la capacidad de resistencia con el *vacío de los depósitos de glucógeno intramusculares* y con la sobrecarga del *ciclo de la urea*. Ambos componentes provocan, con una carga física equiparable, un aumento de los valores de amoniaco, o sea, de amonio: con los depósitos de glucógeno mermados por la activación de la miocinasa y con una activación más intensa de los ácidos grasos, se produce en primer lugar más AMP, que en el ciclo del nucleótido de purina se disocia en amoniaco/amonio (BUONO et al., 1984; LEHNERTZ / LÜBS / MARTIN, 1989, 318). Además, con valores altos de urea en la sangre se produce una metabolización retardada de amoniaco/amonio en urea. Como el amonio dificulta el aprovechamiento a nivel celular del oxígeno de procedencia cardiopulmonar, en condiciones de fatiga el sistema cardiopulmonar habrá de transportar comparativamente más *oxígeno* que en condiciones de recuperación. Esto se refleja muy claramente en un aumento suplementario del volumen respiratorio por minuto en relación con el consumo de oxígeno (ibídem) (la llamada compensación respiratoria (BACHL, 1981)). Estos aspectos deben ser tenidos en cuenta si la dirección del entrenamiento se orienta sobre los parámetros del intercambio de gases.

3.4.4 Procedimientos para la evaluación del rendimiento para determinar la capacidad de resistencia

3.4.4.1 Valoración del rendimiento en el laboratorio

La valoración del rendimiento en el laboratorio se realiza por regla general sobre el tapiz rodante, el cicloergómetro y otros tipos de ergómetro, bajo la forma de *tests en etapas* unidas a la recogida de datos espiroergométricos y mediciones del lactato, con el fin de:

— medir el *consumo máximo de oxígeno*, $\dot{V}O_2$ máx., y calcular el *consumo de oxígeno relativo según el peso corporal*, $\dot{V}O_2$/kg;
— determinar la *cinética del lactato* y el valor de rendimiento en el umbral de los 4 mmol, esto es, el *umbral* individual *aerobio-anaerobio*;
— registrar el aumento de la frecuencia cardiaca y la *frecuencia cardiaca máxima*, y
— calcular otros valores de medición, como por ejemplo el *cociente respiratorio* (CR), que refleja la relación entre el dióxido de carbono espirado y el oxígeno consumido, el *volumen respiratorio minuto*, la *frecuencia respiratoria*, la expulsión de CO_2, etc.

El $\dot{V}O_2$ máx., el $\dot{V}O_2$/kg. y los valores de lactato y de frecuencia cardiaca son importantes para la dirección del entrenamiento, porque con estos parámetros es posible evaluar el rendimiento aerobio. Según NEUMANN (1985, 11), debería realizarse una valoración funcional cada 6 u 8 semanas en el laboratorio; VANOI (1987), por ejemplo, propone realizar estas pruebas de laboratorio combinadas en junio, septiembre y diciembre, y en los periodos intermedios propone otras pruebas de campo complementarias cada cuatro semanas. Existen varios esquemas de pruebas por etapas como, por ejemplo, las investigaciones ergométricas sobre las pruebas estandarizadas de HOLLMANN / HETTINGER (1976, 385), en las cuales la carga, situada al inicio en 3 mkp/s, se incrementa cada 3 min en 4 mkp/s.

Actualmente, las pruebas en escalón se realizan fundamentalmente sobre el tapiz rodante, en parte sin y en parte con espiroergometría, y se interrumpen después de cada etapa para la medición de lactato. Presentamos aquí algunos modelos:

❶ KEILHOLZ / STRÄHLE / WEICKER (1982): Tapiz rodante con el 5 % de pendiente en ascenso, 3 minutos a 8 km/h, seguidos de un aumento de 2 km/h cada 3 minutos hasta el agotamiento. Extracción de sangre para determinar la cantidad de lactato durante y después de la carga.

❷ Prueba estándar de NEUMANN (1985): Cada etapa consta de 5 minutos sobre el tapiz rodante sin modificar la pendiente, 1 minuto de pausa tras cada etapa para extraer sangre, comienzo a 3,25 m/s, incremento de 0,25 m/s para cada etapa.

❷ Prueba para esquiadores de fondo de VANOI (1987): Cada etapa se realiza durante 3 minutos, tras ella una pausa de 30 segundos para la toma de sangre. Aumento: 3 veces 3 minutos a 7 km/h con un cambio de la pendiente de la cinta de 0 a 1 y de 1 a 2 grados, después tres veces 3 minutos a 8 km/h y modificación de los incrementos de la pendiente de 6 a 12 y a 18 grados.

La prueba en etapas debería mostrar una estrecha conexión con la modalidad. Esta afinidad puede crearse mediante el aparato utilizado (cicloergómetro, tapiz rodante), pero también mediante la duración de la etapa, la velocidad de la carrera, la resistencia o el ángulo de ascenso del tapiz rodante. *Es importante utilizar siempre el mismo procedimiento y en condiciones estandarizadas* (mismas condiciones previas a la prueba y

durante ésta) para poder efectuar con los resultados comparaciones a lo largo del eje longitudinal (el del tiempo).

La ventaja de la valoración del rendimiento en el laboratorio es que las condiciones son reproducibles. La especificidad de las pruebas respecto a la disciplina y, por tanto, su valor informativo para el entrenamiento dependen de la modalidad en cuestión. Los valores de laboratorio tienen, ciertamente, un valor destacado para la valoración del rendimiento, si bien la utilidad de los resultados para la dirección del entrenamiento no siempre está garantizada. Un rendimiento de 12 km/h en el umbral de los 4 mmol conseguido en el tapiz rodante no implica que sea reproducible en una prueba de campo con este mismo umbral.

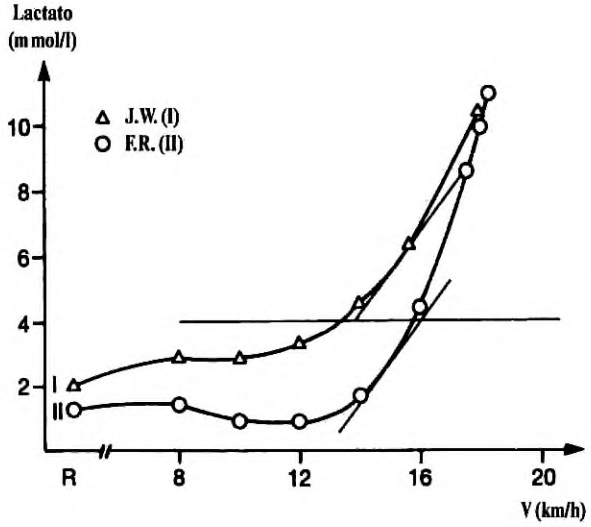


Figura 77: Curvas de la síntesis del lactato de dos esquiadores de fondo con niveles de rendimiento muy similares. En la zona situada bajo el umbral, el deportista II muestra una mayor capacidad de rendimiento aerobia (KEUL / SIMON / BERG / DICKHUTH / GOERTTLER / KÜBEL, 1979).

Actualmente es habitual servirse de las pruebas en etapas para calcular al mismo tiempo la *cinética del lactato* y el *umbral aerobio-anaerobio*. Para la dirección del entrenamiento en el ámbito de la resistencia el umbral es el valor más importante, porque en dicho ámbito la capacidad de rendimiento se trabaja de forma óptima cuando la intensidad está establecida con vistas al *steady-state (estado de equilibrio) máximo del lactato*. La cinética del lactato muestra, en primer lugar, dónde podrían situarse, de forma orientativa, los valores de intensidad adecuados en cada momento y, en segundo lugar, registra, mediante sus desplazamientos a derecha o izquierda en las pruebas de repetición, qué variaciones de la capacidad de rendimiento aerobia se han producido.

Entretanto se ha visto que los diferentes procedimientos de cálculo (MADER, KAUL, STEGEMANN) proponen valores umbral diferentes para la misma cinética del lactato. Así, el umbral de 4 mmol ha de ser considerado, según MADER, una medida sólo aproximativa, pues los sujetos entrenados en la resistencia de larga duración suelen tener este valor umbral inferior, y los entrenados en resistencia de corta duración lo

tienen más bien superior. Por ello, la interpretación de la cinética del lactato es posible sólo de forma individual y debería por tanto asegurarse mediante otros valores suplementarios. Para este fin se prestan, en el estado actual de nuestra tecnología y nuestros conocimientos, las curvas de rendimiento de la frecuencia cardiaca (LEHNERTZ, 1989b, 39-43).

3.4.4.2 Valoración del rendimiento con tests de campo

En los tests de campo no se puede garantizar la misma *estandarización* que en los de laboratorio (condiciones climáticas, temperatura, estado del suelo). Sólo con ciertas restricciones, por tanto, sirven sus resultados para efectuar comparaciones temporales.

Los tests de campo muestran, en cambio, dos ventajas comparativas. En primer lugar, con ellos se puede conseguir una mayor afinidad con la modalidad deportiva, como muestran los ejemplos citados. Y en segundo lugar, ellos mismos suponen un entrenamiento. Es habitual planificar los tests de campo como ***pruebas en varios tramos***. También aquí, como en los tests en etapas del laboratorio, rige el principio del *incremento*

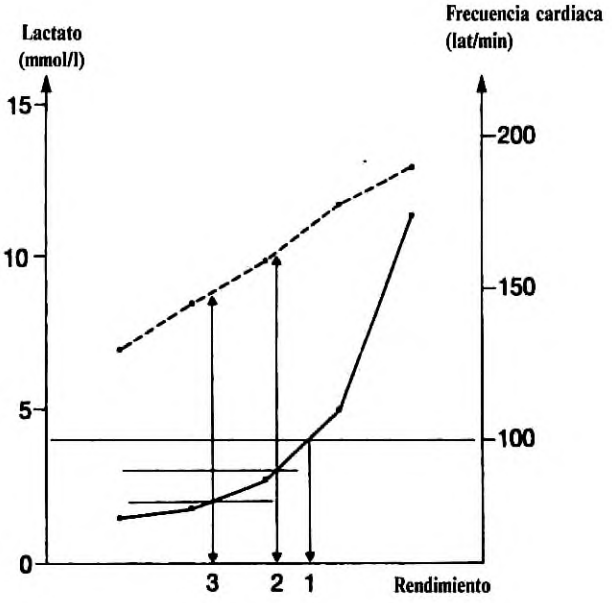


Figura 78: *Ejemplo de una prueba de 5 tramos con curva de rendimiento del lactato (abajo) y curva de rendimiento de la frecuencia cardiaca (arriba). 1 = rendimiento con 4 mmol/l de lactato. 2 = 3 mmol/l de lactato y 160 de FC/min. 3 = 2 mmol/l de lactato y 148 de FC/min (SCHÜRCH, 1987, 34).*

sistemático de la intensidad de la carga. En ellos se mide la *concentración de lactato* en sangre extraída de la oreja para calcular la *cinética del lactato* y el *umbral aerobio-anaerobio.* En las actuales investigaciones de campo se registra además la frecuencia cardiaca con el SPORTTESTER para disponer de un valor comparativo suplementario, con el cual es posible evaluar de modo fiable la intensidad de la carga idónea para el entrenamiento. Presentamos aquí unos cuantos ejemplos:

Para las ***disciplinas de carrera*** han demostrado su eficacia las pruebas de 4 a 5 repeticiones de un tramo de 1000 metros, con una pausa de 1 minuto para la toma de sangre. Según el estado de rendimiento se corre el primer tramo (1000 m) en 5:00, 4:40 o 4:30, y se aumenta en 20 segundos cada uno de los siguientes tramos. El último se corre a la velocidad máxima.

Mencionaremos dos de las varias pruebas utilizadas en ***natación***. La primera, la prueba en dos tramos para *sprinters* en disciplinas de competición: el primer tramo se nada en un 80 % aprox. del tiempo máximo posible, el segundo a velocidad máxima tras una pausa de 1 minuto. Durante la pausa y después de la carga se mide el lactato. La otra posibilidad consiste en nadar 100 m entre 15 y 20 veces, con pausas de 30 segundos, en un tiempo equivalente al 80 % del tiempo máximo. Cada cinco tramos se extrae sangre de la oreja durante una pausa de 45 segundos. Con esta prueba es posible constatar si un volumen de carga es o no excesivo en relación con una determinada intensidad.

Como último ejemplo proponemos aquí una ***prueba de campo en bicicleta*** que ha sido desarrollada en nuestro instituto. Se trata de una *prueba en varios tramos* con intensidad de carga creciente (velocidad) y ha de ejecutarse en un circuito o bien en un tramo en círculo y llano. Para esta prueba se optó por un circuito de 1250 m de longitud. Los atletas utilizaron sus propias bicicletas y los desarrollos no les fueron impuestos, sino que cada uno eligió el suyo libremente, de acuerdo con su desgaste individual. Se recomendó una frecuencia de pedaleo de 90-100 giros por minuto. La primera etapa de velocidad fue escogida de tal manera que la intensidad de la carga, determinada por la frecuencia cardiaca, se encontrara entre 120 y 140 de FC/min. Todas las etapas sucesivas se incrementaron en 2 km/h. Para determinar los parámetros bioquímicos (lactato, amoniaco) mediante la sangre de los capilares de la oreja se estableció una pausa de 45 seg. entre las etapas. En una de estas pruebas se optó, de acuerdo con la etapa de la carga, por un recorrido de 2500 m (dos vueltas) para los triatletas del equipo C de la Federación Alemana de Triatlón (16-19 años). La velocidad para la primera carga se estableció para las chicas en 26 km/h y para los chicos en 30 km/h, y se controló con la ayuda de un cuentakilómetros sobre la bicicleta. La frecuencia cardiaca se registró con un aparato SPORTTESTER PE 3000. Mediante la relación tiempo/recorrido se calcularon posteriormente las velocidades realmente obtenidas en cada etapa de la carga. También constaron en acta la temperatura, la fuerza del viento y los desarrollos utilizados en cada intervalo de la carga. A continuación, en la tabla 19, presentamos los parámetros registrados por un triatleta en una prueba de campo de bicicleta:

Tabla 19: Valores registrados en una prueba ciclista de campo por un triatleta juvenil (2'd.c. = 2 minutos después de la carga).

Etapa	km/h	FC máxima lat/min	Lactato mmol/l	NH_3 µmol/l	Desarrollo
a.c.	–	–	2,75	25	–
1	29,3	158	2,78	38	42/20
2	31,4	166	2,78	26	42/18
3	33,1	169	3,54	28	42,18
4	34,5	175	4,23	31	42/18
5	35,8	180	5,50	35	42/18
6	37,5	184	8,39	46	52/18
7	38,3	190	10,46	53	52/18
8	38,8	195	11,72	64	52/18
2'd.c.	–	–	11,87	54	–
4'd.c.	–	–	11,07	47	–

3.4.4.3 Valoración del rendimiento con ayuda de la frecuencia cardiaca - Test de CONCONI

La interacción entre metabolismo muscular y frecuencia cardiaca siempre ha tenido una importancia destacada en relación con diversas medidas de valoración del rendimiento y de dirección del entrenamiento. A consecuencia de un trabajo muscular intenso aparece en la sangre, como sabemos, una elevada concentración de determinadas moléculas –por ejemplo amoniaco (LEHNERTZ, 1985c, 5-10) y lactato (tabla 19)–. La valoración del rendimiento y la dirección del entrenamiento aprovechan esta circunstancia y por ello disponen de un extenso caudal de experiencias relacionadas con *mediciones del lactato*. Mediante la concentración de lactato en la sangre es posible calcular, de forma aproximativa, el volumen del suministro energético anaerobio. Si aceptamos como premisas que el corazón trabaja en primera instancia para ofrecer un suministro de oxígeno suficiente y que la síntesis del lactato es un proceso "libre" de oxígeno, concluiremos que entre la síntesis del lactato y la actividad del corazón no existe una dependencia directa. Esto también se puede entender de la siguiente manera: además del aprovisionamiento energético ligado al oxígeno, en caso de necesidad es posible suministrar una energía suplementaria con la ayuda de la síntesis del lactato, sin que el corazón tenga que trabajar para ello de forma inmediata (LEHNERTZ, 1989b, 42). En estas circunstancias se apoyan los intentos de determinar el *umbral aerobio-*

anaerobio con la ayuda de mediciones de la frecuencia cardiaca; este procedimiento se ha conocido hasta ahora como ***test de CONCONI***.

En el test de CONCONI tiene lugar un aumento gradual de la carga, y al final de cada etapa se mide la frecuencia cardiaca en ese instante. Por lo general se observa que en un primer momento la frecuencia cardiaca aumenta de forma lineal junto con el rendimiento. En esta fase de la carga, el aumento de las necesidades energéticas se cubre fundamentalmente con los procesos de transformación del oxígeno y la satisfacción de esta mayor necesidad de oxígeno se garantiza mediante un aumento del volumen cardiaco minuto, producido por un incremento de la frecuencia cardiaca. Ahora bien, a menudo se observa que la trayectoria constante entre rendimiento y frecuencia cardiaca sufre una *quiebra* en el ámbito superior de la carga (figs. 78 y 79); como muchos lectores sabrán, el esquema del test de CONCONI se basa en este punto de inflexión. Esta inflexión aparece cuando ni el transporte de oxígeno a través del sistema cardiocirculatorio ni la transformación de este oxígeno en la célula muscular pueden aumentar en la misma medida en que lo hace el rendimiento. Entonces se produce una compensación en el suministro energético mediante una multiplicación de la síntesis del lactato, la cual *descarga* en cierta medida al corazón: esto significa que el volumen cardiaco minuto y con ello también la frecuencia cardiaca no necesitan crecer en la misma relación que antes con respecto al rendimiento (LEHNERTZ, 1989b, 42 y s.).

El test de CONCONI en carrera se realiza en una pista de atletismo de 400 m. Después de un programa de calentamiento de unos 15 o 20 minutos, el deportista corre un trayecto de 200 m con una determinada velocidad inicial (12 km/h) y aumenta el ritmo de carrera continuamente, sin pausa, cada 200 m, hasta que no es posible un incremento del ritmo. Con la ayuda de un pulsómetro (p. ej. el SPORTTESTER PE 3000) es posible registrar, con sólo presionar un botón, las frecuencias cardiacas actuales y los tiempos de carrera en los puntos situados cada 200 m; estos datos se evalúan al terminar el test.

La tabla 20 muestra una tabla de recorrido con los resultados obtenidos por un atleta bien entrenado en modalidades de resistencia.

El SPORTTESTER puede, con la ayuda de un ordenador, calcular los valores de la prueba y también representarlos gráficamente. Al obtenerlos y representarlos "a mano" se leen los valores registrados de las pulsaciones y el tiempo uno por uno en el SPORTTESTER y se anotan en una hoja de registro. A continuación se efectúa una conversión del tiempo de los 200 m en km/h mediante la fórmula: v (km/h) = (720/tiempo de los 200 m en s). Sobre papel milimetrado se traza un diagrama de coordenadas cartesianas con la frecuencia cardiaca en el eje de las ordenadas y la velocidad en el de las abscisas, y se trasladan todos los pares de valores (FC, v). Cuando todos los puntos han sido señalados, se intenta trazar una recta en la zona donde éstos se sitúan en línea. Si el test ha sido realizado correctamente, el "punto de inflexión" será reconocible en la gran mayoría de los casos. CONCONI designa la frecuencia cardiaca que se encuentra en el punto de inflexión como ***valor pd***, y la velocidad como ***valor vd*** (fig. 79).

Tabla 20: *Tabla de carrera para el test de CONCONI. Los números destacados representan la suma de los tiempos de referencia fijados en los puntos de medición cada 200 m; los números pequeños sirven para llevar el control en los segmentos de 50 m.*

0 a 1000 m	1000 a 2000 m	2000 a 3000 m	3000 a 4000 m
0 : 15	4 : 49,6	8 : 40,6	11 : 59,4
0 : 30	5 : 02,0	8 : 51,2	12 : 08,6
0 : 45	5 : 14,5	9 : 01,7	12 : 17,8
1 : 00,0	**5 : 27,0**	**9 : 12,3**	**12 : 27,1**
1 : 14,4	5 : 38,9	9 : 22,6	12 : 36,1
1 : 28,8	5 : 50,9	9 : 32,9	12 : 45,1
1 : 43,1	6 : 02,9	9 : 43,1	12 : 54,1
1 : 57,5	**6 : 15,0**	**9 : 53,4**	**13 : 03,1**
2 : 11,3	6 : 26,5	10 : 03,4	13 : 11,9
2 : 25,1	6 : 38,1	10 : 13,4	13 : 20,7
2 : 38,8	6 : 49,7	10 : 23,4	13 : 29,5
2 : 52,5	**7 : 01,4**	**10 : 33,4**	**13 : 38,2**
3 : 05,8	7 : 12,7	10 : 43,1	13 : 46,8
3 : 19,1	7 : 24,0	10 : 52,8	13 : 55,4
3 : 32,4	7 : 35,2	11 : 02,6	14 : 03,9
3 : 45,8	**7 : 46,4**	**11 : 12,3**	**14 : 12,5**
3 : 58,6	7 : 57,3	11 : 21,8	14 : 20,9
4 : 11,5	8 : 08,2	11 : 33,3	14 : 29,3
4 : 24,3	8 : 19,1	11 : 40,8	14 : 37,6
4 : 37,2	**8 : 30,0**	**11 : 50,2**	**14 : 46,0**

Ahora es aplicable el principio general: cuanto más alto el rendimiento en el ámbito de 2-4 mmol/l, esto es, cuanto más cerca se encuentra el punto de inflexión en el test de CONCONI de la frecuencia cardiaca máxima, tanto mayor es la *capacidad aerobia de rendimiento de resistencia* y tanto más tiempo dura el suministro de energía por la vía aerobia. Estas diferencias en las curvas de rendimiento de la frecuencia cardiaca y del lactato nos proporcionan la siguiente interpretación general: los sujetos no entrenados, o por otra parte los atletas muy bien entrenados en el ámbito de la resistencia de velocidad, tienen que recurrir al suministro anaerobio de energía a través de la síntesis del lactato antes –es decir, en una etapa de carga inferior– que los atletas bien entrenados en la resistencia.

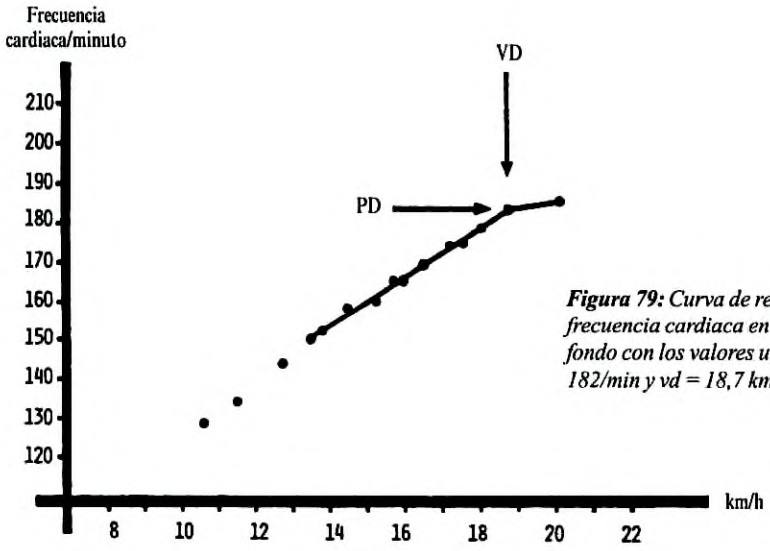


Figura 79: *Curva de rendimiento de la frecuencia cardiaca en un corredor de fondo con los valores umbral pd = FC 182/min y vd = 18,7 km/h.*

Como muestra la fig. 80 (a-d), en los *tests* de repetición realizados después de un ciclo de entrenamiento de 4 a 6 semanas se dan considerables diferencias en la curva de rendimiento de la frecuencia cardiaca. Se pueden interpretar de la siguiente manera:

En general, un *desplazamiento a la derecha* (fig. 80 a) de la curva significa una adaptación que ha de ser valorada positivamente, en el sentido de una mejora del rendimiento. Como consecuencia del entrenamiento de la resistencia, el corazón late a igual rendimiento con una frecuencia menor. Según esto, un desplazamiento a la izquierda puede ser equiparado con una menor capacidad de rendimiento de resistencia.

Las diferencias en la *pendiente de ascenso* se pueden producir cuando el entrenamiento, de tener como objetivo básico la capacidad de rendimiento aerobia, o sea, la resistencia en general, pasa a aplicar cargas anaerobias intensas. Esto se observa a menudo cuando los deportistas han dejado atrás su pretemporada y se disponen a afrontar las competiciones más importantes. Después del punto de inflexión aún pueden "echar el resto": sus músculos poseen una mayor capacidad de tampón, o sea, mayor tolerancia a la acidificación (aún denominada erróneamente tolerancia al lactato), y por tanto mayor capacidad de rendimiento anaerobio. También pudo observarse el fenómeno de que, a pesar de la mayor pendiente en el recorrido de la curva, el valor pd permaneció igual, mientras que el valor vd sufría una considerable modificación.

Un *recorrido de la curva más plano* (fig. 80 c) indica la tendencia a una mejor resistencia general. Normalmente las curvas de los deportistas veteranos y corredores de maratón muestran una pendiente menos pronunciada que las de los jóvenes y corredores de media distancia.

Si a pesar de haber ejecutado cuidadosamente el test de CONCONI y de haber llegado hasta el final de la carga *no* apareciese en las sucesivas repeticiones el punto de in-

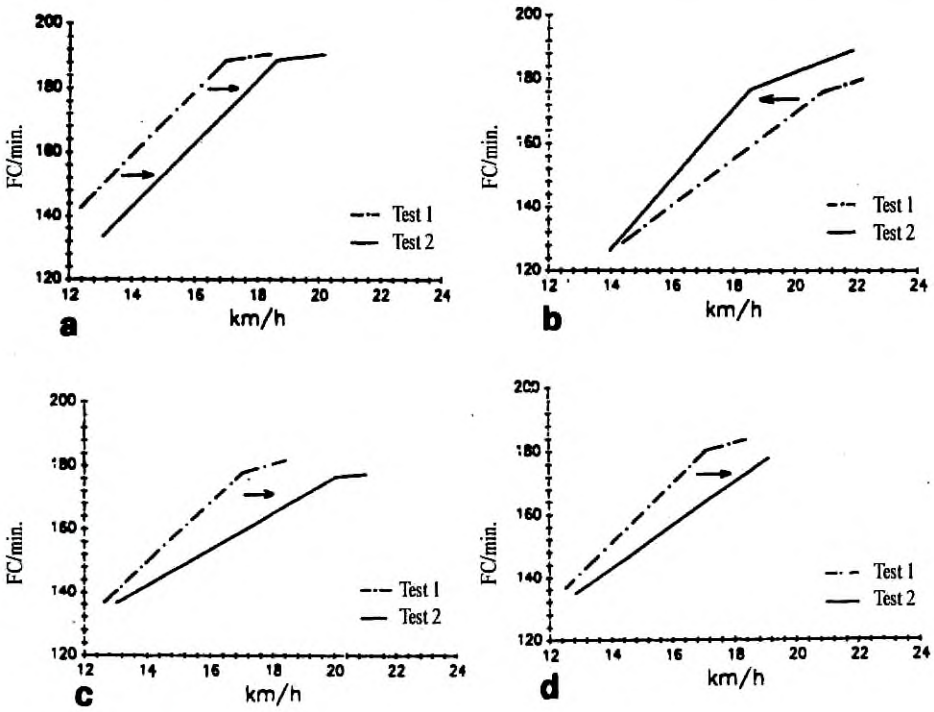


Figura 80: Los ejemplos a-d muestran diferentes modificaciones de la curva de rendimiento de la frecuencia cardiaca en "tests" de CONCONI con sus consiguientes repeticiones.

flexión en el tramo superior de la curva, el motivo suele hallarse en la carencia de resistencia de velocidad y de capacidad anaerobia (fig. 80 d).

3.4.4.4 Valoración compleja del rendimiento para las disciplinas de resistencia

Nuestra experiencia con selecciones de triatlón y biatlón nos ha demostrado que la dirección del entrenamiento hacia un objetivo sólo es posible si se abarcan varios parámetros diferentes del estado de rendimiento complejo. A esta evaluacióno múltiple la denominaremos ***valoración compleja del rendimiento***. ¿Qué designa en este contexto la palabra *complejo*? Primero, que la valoración del rendimiento consta de *varios procedimientos para efectuar un test*; segundo, que estos procedimientos no miden *parámetros mutuamente condicionados* y, tercero, que los resultados obtenidos pueden ser confirmados mediante *otros procedimientos*. Damos aquí un ejemplo práctico:

Un equipo femenino de biatlón fue sometido tres veces a tests durante la pretemporada del año 1989, y éstos fueron coordinados con medidas de entrenamiento general. El programa de tests resultó de la siguiente manera.

— La víspera del test sólo entrenamiento de recuperación por la mañana.
— Investigaciones previas el día del test por la mañana: urea, amoniaco, lactato en reposo y una carrera de 800 m en 5 minutos para calcular la frecuencia cardiaca media. Estas investigaciones, sobre todo los tres parámetros bioquímicos, mostraron claramente cómo "tenían el día" cada una de las deportistas. Estos resultados sirvieron ya para relativizar los resultados de las pruebas realizadas a continuación, según se sintiera cada una mejor o peor de salud en ese momento.
— La siguiente prueba fue el test de CONCONI, con mediciones del lactato y el amoniaco a continuación. Los valores del amoniaco mostraron que las deportistas habían superado bien esta primera prueba (tabla 21).
— Una hora después se realizó un test en varios tramos, de 5 x 1000 m, iniciado con 5:00 min para los primeros 1000 m; la pausa entre cada carrera fue 1 min para la toma de sangre.
— Después se realizaron el *sprint* de 30 m, el test de "detente" y la prueba de lanzamiento de balón medicinal para determinar la velocidad en el *sprint*, la fuerza de salto y la fuerza rápida básica.

Interpretamos de la siguiente forma los resultados de este diagnóstico complejo:

❶ Ambos procedimientos de tests, un test de CONCONI realizado con precisión, según la tabla de marcha (tabla 20), y el test en varios tramos (tabla 21), han mostrado en este grupo unos resultados casi idénticos en el ámbito próximo al umbral. Con ello, las frecuencias cardiacas y las velocidades de carrera obtenidas en el ámbito del umbral han podido ser comparadas y confirmadas. Como la constatación del umbral exacto es de gran importancia para la dirección del entrenamiento, este valor ha de ser confirmado por un segundo test.

❷ Por más problemático que pueda ser el test de CONCONI, tiene entre sus características una doble función: por un lado, registra con exactitud la frecuencia cardiaca en relación con la velocidad de la carrera. Dado que los deportistas de varias disciplinas, entre ellos las biatletas, entrenan casi siempre en un terreno reducido, y aquí la frecuencia cardiaca media en el tramo (apartado 3.4.5.1) interesa como magnitud de referencia para establecer la intensidad de la carga, se hace imprescindible determinar los ámbitos de intensidad mediante la frecuencia cardiaca. Por otro, el tiempo empleado en correr los últimos 200 m da una información sobre el rendimiento de resistencia en el *sprint*, así como sobre los rendimientos de velocidad posibles en un estado de agotamiento por carga.

❸ En relación con los valores de la velocidad y de la fuerza rápida, se puede calcular si con las actuales capacidades de velocidad y fuerza (cualidades musculares) es posible todavía mejorar los rendimientos de una carrera, pues éstos dependen no sólo de una mejor capacidad de rendimiento aerobia, como se expresa analíticamente mediante el desplazamiento a la derecha de las curvas de rendimiento del lactato o la frecuencia cardiaca, sino también de la capacidad de velocidad de los músculos en el ámbito anaerobio.

Los tests de velocidad y fuerza de salto muestran claros retrasos en el trabajo de estas capacidades de la condición física, a menudo descuidadas por completo en favor de un objetivo unilateral: desplazar hacia la derecha la cinética del lactato. No obstante, la evaluación de los resultados de la velocidad y de la fuerza de salto exige valores de comparación, esto es, que tengan un valor normativo.

4 Lo más importante de la interpretación de los datos es la discusión con los entrenadores. Aquí se han de contraponer los resultados de los tests con el entrenamiento realizado.

La tabla 21, que a continuación mostramos, presenta algunos de los valores registrados:

Tabla 21: *Resultados de unos tests efectuados en la pretemporada a las componentes de las selecciones A/B de biatlón femenino.*

		Sujetos 1	Sujetos 2	Sujetos 3	Sujetos 4
Test de CONCONI					
FC máxima	lat/min	194	207	184	183
pd	FC	187	200	176	173
vd	km/h	15,9	15,3	15,6	15
v_0 de los últimos 200 m	s	41,5	43	42,2	42,9
Máximo de lactato	mmol/l	9,15	8,1	8,43	9,84
Máximo de NH_3	µmol/l	20	22	17	26
Prueba en varios tramos					
FC máxima	lat/min	193	208	185	188
Máximo de lactato	mmol/l	7,07	7,24	6,91	9,48
FC con 4 mmol/l		184	199	176	172
v_0 con 4 mmol/l	km/h	15,5	14,8	15,6	14,6
Velocidad / Fuerza rápida					
Sprint de 30 m	s	5,15	5,31	5,39	5,37
Tramo de 10 a 20 m en el sprint de 30 m	s	1,51	1,58	1,6	1,54
Test de "detente"	cm	44	41	41	39
Indicaciones para el entrenamiento					
Ámbito de desarrollo		172	185		
aeróbio		175	–	160	160
Ámbito límite	FC/min	180	190		
Nivel máximo del lactato	FC/min		195		
en "steady-state"		–	–	172	170
[estado de equilibrio]		182	197		

3.4.5 Métodos de entrenamiento de la resistencia

Las *exigencias de carga* son la magnitud orientativa para los métodos de entrenamiento de la resistencia. Con su correcta dosificación han de producir los *desgastes* buscados y con ello determinadas *adaptaciones* (apartados 3.1.4 y 3.1.5). Los diferentes métodos de entrenamiento de resistencia y principios de dirección hoy en uso surgen de la variación entre los distintos grados de incidencia de cada uno de los componentes de la carga *–volumen, intensidad, duración, densidad–*. Sobre todo la relación intensidad de la carga–efecto de fatiga marca el grado de incidencia de los otros tres componentes de la carga (volumen, duración, densidad), tal como lo esquematizamos en la fig. 81.

Para generar determinadas *formas de fatiga* con distinta *duración de la carga*, con y sin *interrupciones* y con *intensidades de la carga diferentes*, se han desarrollado los siguientes ***métodos de entrenamiento de resistencia***: (1) *método continuo con velocidad continua*, (2) *método continuo con velocidad variable*, (3) *método interválico intensivo*, (4) *método interválico extensivo*, (5) *método de competición y control*, (6) *método de repeticiones*.

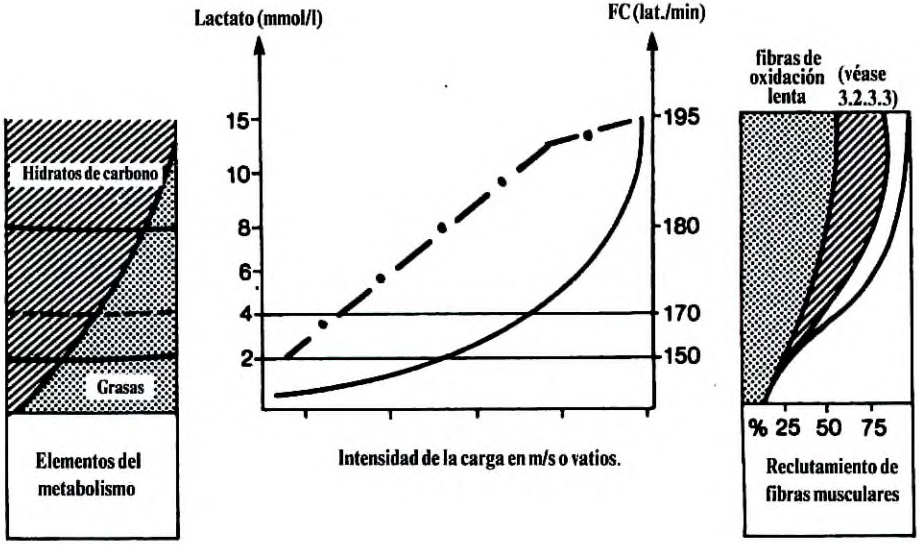


Figura 81: *Representación esquemática de la relación entre intensidad de carga (m/s, Watios, etc.), por un lado, y la cinética del lactato que ésta produce [———] (curva de concentración del lactato), la curva de la frecuencia cardiaca -.-.-., los elementos del metabolismo participantes y el reclutamiento de las fibras musculares con intensidad creciente.*

Para la utilización de los diferentes métodos aplicamos el siguiente principio: estos métodos no están aislados y sin interrrelaciones mutuas, y no son intercambiables arbitrariamente. Configuran un ***sistema unitario*** con una intensidad de carga gradual y adecuada en cada momento al volumen de ésta. Intensidad y volumen se utilizan según el aspecto del desgaste que se pretenda trabajar (metabolismo, músculos, sistema cardiocirculatorio) (fig. 81).

3.4.5.1 Método continuo con velocidad continua

Este método se suele aplicar en todas las disciplinas de resistencia de larga y media duración para desarrollar la resistencia básica y la resistencia especial, sobre todo cuando hay que trabajar al mismo tiempo la economía de la técnica en determinadas disciplinas. En el método continuo se recorre un determinado trayecto (volumen en m o en km) en un tiempo establecido (duración en min). De aquí resulta la *intensidad de la carga*.

La determinación de la intensidad de la carga tiene que hacerse con un cuidado extremo, sobre todo porque una buena parte del entrenamiento de los deportistas de élite en disciplinas de resistencia de larga duración transcurre en el *nivel del umbral* (LENZI, 1987, 47 y ss.). Para fijar el nivel del umbral y los niveles de intensidad han demostrado su eficacia los siguientes procedimientos para la valoración del rendimiento, que se han descrito en el apartado 3.4.4.4 y pueden aplicarse tanto para dicha valoración como para la *dirección continua del entrenamiento*:

— *Prueba de campo en varios tramos* con mediciones del lactato y registro de la frecuencia cardiaca. Esta prueba sirve para establecer la curva de rendimiento del lactato y el umbral anaerobio individual, y muestra al mismo tiempo equivalencias con el nivel de la FC en cada momento.
— T*est de CONCONI*, para establecer la curva de rendimiento de la frecuencia cardia ca y los puntos vd y pd.

Por nuestra experiencia dirigiendo el entrenamiento de deportistas pertenecientes a distintas categorías en triatlón, biatlón o esquí de fondo, creemos que las dos pruebas han de llevarse a cabo si se quiere establecer la *intensidad de la carga* correcta. La *curva de rendimiento del lactato* para asegurar que se entrena en un *steady-state óptimo del lactato*, determinado previamente, y la curva de rendimiento de la frecuencia cardiaca para asegurar que este estado del lactato pueda ser controlado y dirigido con la ayuda de la frecuencia cardiaca. Si la intensidad se aplicara por encima de un valor de velocidad relacionado con un determinado valor en mmol/l de la curva del lactato, la fatiga metabólica crecería al aumentar la duración de la carga. Esta constatación puede observarse en el continuo ascenso de la frecuencia cardiaca manteniendo la velocidad constante. Pero, precisamente, al medir con exactitud la intensidad de la carga es cuando adquirimos la necesaria "protección ante la sobrecarga", y con ello la garantía de mantener el *steady-state* óptimo del lactato que buscamos.

Las diferentes ***intensidades de la carga*** para el método continuo se pueden orientar, con las reservas ya expuestas, en torno al llamado umbral de MADER, de modo que la prueba de campo habrá de realizarse en las condiciones más cercanas posible a las de la modalidad. El umbral de MADER es una determinación gráfica sencilla mediante una interpolación lineal entre el último valor del lactato antes de la línea de 4 mmol/l y el primero por encima de esa línea. En el punto de intersección de ambas líneas se traza una perpendicular al eje de las abscisas y se obtiene el valor umbral (fig. 77 y 78). Las investigaciones comparativas sobre el tapiz rodante o el cicloergómetro han demostrado que los umbrales anaerobios individuales (según KEUL o STEGEMANN) no evalúan mejor el *steady-state* máximo del lactato que el umbral fijo de 4 mmol/l; por tanto, el umbral de MADER satisface con creces los requisitos para el escalonamiento de la intensidad; la única reserva que plantearíamos es que el umbral debe situarse por debajo de los 4 mmol/l para los *deportistas entrenados en resistencia de larga duración* y por encima para los que hayan trabajado la de corta duración.

Basándonos en tests prácticos con escalonamiento de la intensidad, y en la premisa de que el *steady-state máximo del lactato* debería hallarse entre 3-3,5 mmol/l aprox., obtenemos los siguientes *niveles de intensidad* para el método continuo con sujetos *entrenados en resistencia de larga duración*:

— El *nivel límite* es idéntico al *steady-state* máximo del lactato (~ 3 mmol/l de lactato o aprox. el 97 % de la FC del punto pd en el test de CONCONI).

— El *nivel de desarrollo* (donde debería desarrollarse de forma óptima la capacidad de rendimiento aerobia) se encuentra cerca del umbral aerobio y, por tanto, entre los 2-2,5 mmol/l de lactato (o en el 92 % aprox. de la frecuencia cardiaca del pd en el test de CONCONI).

— El *nivel de mantenimiento* (donde se estabiliza la capacidad de rendimiento aerobia conseguida) se encuentra algo por debajo de 2 mmol/l, esto es, en torno al 85 % del pd en el test de CONCONI.

— El *nivel de recuperación* se encuentra bastante por debajo del umbral aerobio, más o menos en el 75-80 % del pd.

Para quienes trabajan la ***resistencia de corta duración*** los niveles de intensidad son más elevados, el *límite* se encuentra cerca de los 3,5-4,5 mmol/l (*steady-state* máximo del lactato) y el *de desarrollo* en 2,5-3,5 mmol/l aprox.

Ahora es tarea de la correcta dirección del entrenamiento servirse de estos niveles de intensidad (1) en un *volumen óptimo*, (2) en las *proporciones adecuadas* y (3) de forma ponderada de acuerdo con el *objetivo* en cada momento. La tabla 22 clasifica los niveles de intensidad más importantes para las disciplinas de resistencia de larga, corta y media duración.

De estas consideraciones resultan, para los métodos continuos, las siguientes variaciones (valores orientativos) en relación con la *duración de la carga*:

Tabla 22: *Niveles de las intensidades de la carga para las disciplinas de resistencia de corta, media y larga duración, referidos al valor del pd (FC en el punto de inflexión), al valor del vd (velocidad en el punto de inflexión) según el test de CONCONI y a los valores del lactato obtenidos en tests de campo en varios tramos.*

Disciplinas de resistencia de larga duración		**Disciplinas de resistencia de corta y media duración**	
Intensidad	**Niveles de la intensidad de carga**	**Intensidad**	**Niveles de la intensidad de carga**
103 % del pd	Nivel para entrenamiento intervalico intensivo	Hasta la FC máx o hasta el $\dot{V}O$ máx.	Nivel para el entrenamiento intervalico intensivo (resistencia en el *sprint*)
pd, o bien el lactato 3,5-4,5 mmol/l	Nivel para el entrenamiento intervalico extensivo	Hasta el 90 % de la FC máx o hasta el $\dot{V}O$ máx.	Nivel para el entrenamiento interválico intensivo (resistencia de velocidad)
97 % del pd, o bien el lactato 3 mmol/l	Nivel límite para los métodos continuos (steady-state máximo del lactato)	105 % del vd, o sea, lactato > 4 mmol/l.	Nivel para el entrenamiento interválico extensivo
92 % del pd, o bien el lactato 2-2,5 mmol/l.	Nivel de desarrollo para la capacidad de rendimiento aerobica (steady-state óptimo del lactato)	97 % del vd, o sea, lactato > 3 mmol/l.	Nivel límite para los métodos continuos (*steady-state* máximo del lactato)
85 % del pd	Nivel de estabilización para la capacidad de rendimiento aerobica	92 % del pd, o sea, lactato 2,5-3 mmol/l.	Nivel de desarrollo para la capacidad de rendimiento aerobia (*steady-state* óptimo del lactato)
75-80 % del pd	Nivel de recuperación	85 % del pd	Nivel de estabilización para la capacidad de rendimiento aerobia
		75-80 % del pd	Nivel de recuperación

— ***Entrenamiento en distancia inferior*** en el *nivel límite*, con aprox. 45 min de duración.
— ***Entrenamiento en distancia inferior*** a la *velocidad de competición* real. La duración se halla entre 30 y 45 minutos según la disciplina.
— ***Entrenamiento en distancia habitual*** en los *niveles de desarrollo* y *mantenimiento*, la duración entre 60 y 90 min.
— ***Entrenamiento en distancia superior*** en los *niveles de mantenimiento* o *recuperación*; de 90 a 150 min de duración.

Además, hemos obtenido una *fórmula* para determinar la intensidad de la carga en los métodos continuos *donde no es posible realizar tests*, que permite calcular una intensidad de la carga relativa "próxima al ámbito de desarrollo". El procedimiento se describe en el apartado 7.2.2.2

Dado que con los métodos continuos se suele entrenar en un *terreno reducido*, e incluso en modalidades como el esquí de fondo o el ciclismo de fondo en carretera el entrenamiento se hace siempre en terreno muy perfilado, dirigir correctamente la intensidad de la carga dentro de los ámbitos de intensidad es tarea especialmente difícil y requiere un *control* exacto. El promedio de la intensidad de la carga realizado resulta aquí de la llamada ***frecuencia cardiaca media en un trayecto*** (FCmt), esto es, la media aritmética de las frecuencias cardiacas registradas en un trayecto (BATALOV, 1989, 51 y s.). Con los aparatos SPORTTESTER utilizados en la actualidad, que almacenan y hacen procesables los valores de la FC en los intervalos de tiempo deseados, este procedimiento de control está resuelto desde el punto de vista técnico. Ahora bien, sólo después del entrenamiento se puede calcular con este procedimiento si la intensidad media buscada se ha mantenido o no. Para el control de la intensidad durante el entrenamiento, BATALOV (1989, 15) propone incluso el método de los tres puntos. Aquí se suman y se dividen por tres los valores de la FC obtenidos al final de un tramo de ascenso, uno de descenso y uno llano. Si este valor se encuentra a ± 2-3 pulsaciones de la FC buscada para el entrenamiento, la intensidad ha sido elegida correctamente.

3.4.5.2 Método continuo con velocidad variable

En este método tiene que producirse un cambio desde el estado del metabolismo aerobio al anaerobio, por lo cual habrá de darse además un aumento de las funciones orgánicas. Distinguimos aquí dos tipos, el "método alternante" y el "fartlek".

En el ***método alternante*** se divide la distancia total en tramos parciales de diferente longitud. Los tramos más largos se recorren normalmente en el nivel de intensidad de *mantenimiento*, los más breves con mayor intensidad, en el *nivel límite* y *por encima*, para producir durante un corto periodo una situación de metabolismo aerobio. El siguiente ejemplo procede de la natación (SCHRAMM, 1987, 41):

El entrenamiento ha de durar por lo menos 20 min. Los tramos más largos alcanzan 800-2000 m y se nadan a una velocidad que no sobrepase el 85 % (ámbito de mantenimiento). Los esfuerzos breves e intensos son *sprints* de 50 a 100 m al 90-95 % de la velocidad máxima posible. La suma total de estos esfuerzos alcanza, según la organización del entrenamiento, una cifra entre 200 y 800 m. Estos programas pueden repetirse de una a tres veces, también después de una pausa.

El ***fartlek*** es un método procedente de Escandinavia. Se utiliza sobre todo como entrenamiento de la carrera en las distintas modalidades. La realización depende sobre todo de la correcta elección del terreno. Éste ha de presentar subidas y bajadas, así como diferentes texturas de suelo (caminos de bosque, pradera y arena). El juego de carreras

ha de estar sistematizado en lo posible para que sus características de carga sean reproducibles, pero también ha de dar un margen de libertad para la configuración individual. Los contenidos son el cambio de ritmo con tramos más prolongados, recorridos a ritmo de carrera larga, *sprints* sobre terreno pendiente, carreras de coordinación sobre descensos ligeros, cambio de ritmo en tramos ascendentes, etc. Dependiendo de su intensidad relativa, dura entre 45 y 90 min. También aquí se ha de producir un cambio de la situación metabólica, con breves periodos anaerobios intercalados entre los aerobios.

3.4.5.3 Entrenamiento interválico

El objetivo del entrenamiento interválico es en primer lugar la ***capacidad anaerobia*** y, por tanto, aumentar los *rendimientos de resistencia velocidad*, como requieren sobre todo las disciplinas de resistencia de media y corta duración. No obstante, apenas es posible definir la capacidad anaerobia, y es más difícil de concebir que la capacidad aerobia. El concepto sirve de *modelo* para unos procesos metabólicos muy determinados, influidos por (1) EL *suministro energético aláctico* y *glucolítico*, (2) LA *tolerancia a la acidosis*, (3) LA *predisposición hereditaria*, (4) LAS particularidades *caracteriológicas*, sobre todo de la *voluntad*, y (5) LA *velocidad propia de la modalidad*.

Dado lo difícil que es determinar en qué consiste propiamente la capacidad anaerobia, será también difícil, lógicamente, evaluar o cuantificar la capacidad de rendimiento anaerobia. Ante todo esta capacidad no es evaluable mediante el comportamiento del lactato ante una determinada intensidad de la carga, según SALTIN (1986, 92 y ss.), y en contra de lo que en parte se suele asumir; en efecto, aquí permanecen unas cuantas incertidumbres, como por ejemplo el problema de identificar cuándo se produce un equilibrio entre el lactato del músculo y el de la sangre, etc. Indudablemente, el lactato es un indicador de la participación de la glucólisis en el suministro energético, pero no de la capacidad de rendimiento anaerobia (apartado 3.4.3.4).

De igual modo, los diferentes métodos para la determinación del *déficit de oxígeno*, sobre todo con cargas extremas, agotadoras, han demostrado ser inadecuados a la hora de determinar la capacidad de rendimiento anaerobia; el déficit de oxígeno, en efecto, es ante todo una capacidad y no una medida como lo era por ejemplo el $\dot{V}O_2$ máx para determinar la capacidad de rendimiento aerobia, si bien puede resultar útil como orientación para evaluar la capacidad de rendimiento anaerobia. En el actual nivel de nuestros conocimientos (SALTIN, 1986, 99 y ss.) podemos caracterizar los rendimientos de resistencia de corta duración de la forma siguiente, según su participación en la capacidad de rendimiento anaerobia.

En esfuerzos de 35-60 segundos aprox., como el *sprint* de 100 m en CROL, carrera de 400 m lisos o carrera de 500 m en patinaje sobre hielo, los *factores de limitación* no son ni el *aumento del lactato* ni el *déficit de oxígeno*. Hay que suponer que es el *tiempo* en durante el cual se puede mantener la *velocidad de acción máxima* lo que restringe el

rendimiento. Hablar en este caso de *resistencia de velocidad* no sería suficientemente preciso, pues el mantenimiento de una elevada velocidad de acción en estos breves periodos, si no es posible explicarlo por una limitación de los procesos metabólicos, habrá que hacerlo por un debilitamiento de la *conducción diferenciada de los programas motores*, y remitiríamos por tanto las restricciones en el rendimiento a una *fatiga del programa motor*.

Un caso distinto es el de los *rendimientos de resistencia de corta duración* que duran en torno a los dos minutos, como los 200 m mariposa, la carrera de 800 m lisos, etc.; aquí se incurre en primer lugar en una deuda de oxígeno del 100 %, y además la reserva glucolítica podría suponer una limitación añadida de la capacidad de rendimiento.

En este caso sería adecuado el concepto *resistencia de velocidad* según SALTIN, porque se trata aquí de rendimientos que realmente pueden tener su límite en la capacidad anaerobia (véase también HOLLMANN / HETTINGER, 1976, 473 y ss.). Por ello está también justificada la diferencia entre resistencia en el *sprint* y resistencia de velocidad.

En la ***resistencia en el "sprint"*** los rendimientos del trabajo se hallan en su máxima intensidad durante los primeros 30 segundos. El factor de limitación es probablemente el debilitamiento de la conducción diferenciada (fatiga del programa).

En la ***resistencia de velocidad*** los rendimientos del trabajo se efectúan en 120 segundos (rendimientos de resistencia de corta duración). Los factores de limitación son probablemente la tasa de abastecimiento de la glucosa y un déficit de oxígeno del 100 %.

El entrenamiento de la capacidad anaerobia, como requisito al que están sometidos los rendimientos de resistencia de velocidad, ha de abarcar, según SALTIN (1986, 101), los siguientes dos componentes:

— *El aumento de la reserva glucolítica máxima,*
— *La tolerancia a la producción de lactato en las cargas intensas.*

Acerca del primer componente se puede afirmar, de forma esquemática, que la reserva glucolítica depende de tres factores condicionantes: (1) las existencias de glucógeno, (2) las enzimas glucolíticas y (3) la activación de esas enzimas mediante enzimas clave. En las formas de entrenamiento efectuadas en periodos breves con elevada intensidad ha podido constatarse un aumento de las enzimas glucolíticas. Aún no se sabe si de este modo se entrena también la activación de las enzimas clave. En general se suele aceptar que un entrenamiento con intensidades máximas produce una regulación del nervio simpático que estimula considerablemente la glucólisis. El segundo componente se refiere a la llamada tolerancia al lactato en el músculo y a sus efectos (sobre esto véase el apartado 3.4.3.4).

La *capacidad anaerobia* resulta de la capacidad de rendimiento láctica y aláctica de los músculos y se aprovecha en casi todas las modalidades de resistencia en proporción con la capacidad de rendimiento aerobia. Podemos considerar del siguiente modo la relación entre las capacidades de rendimiento aerobia y anaerobia: mientras que con las vías metabólicas aerobias es posible prescindir del aprovechamiento simultáneo de las posibilidades anaerobias de los músculos con el suministro energético anaerobio –debido a la elevada intensidad de carga que exige– es imprescindible también una reserva energética aerobia abundante. Esto quiere decir que *la capacidad anaerobia requiere también una aerobia elevada.*

En el actual estado de nuestros conocimientos asumimos que el desarrollo de la capacidad anaerobia se basa en dos componentes, de modo que su aumento a través del entrenamiento está sometido a los siguientes condicionamientos:

— modificaciones de los *modelos de conducción nerviosa,*
— aumento de la *actividad de las enzimas glucolíticas* en las fibras musculares de contracción rápida y
— una elevada *participación de las fibras FTG (fast twitch glycolytic)* en las secuencias motrices durante el entrenamiento.

Esto requiere una velocidad y una intensidad de la carga elevadas, específicas de la modalidad, a la hora de movilizar el metabolismo anaerobio. La metodología y la dirección del entrenamiento proceden en este aspecto según el punto de vista de los objetivos.

Todo ***entrenamiento interválico*** es una combinación de fases de carga y recuperación. Por principio, en todo método de intervalos hay que determinar:

— la *longitud* de los *tramos* (volúmenes parciales),
— la *velocidad al recorrerlos* (duración e intensidad de la carga),
— el *número de repeticiones y series* (volumen de la carga), y
— la *longitud y la configuración de las pausas* (densidad de la carga).

En la literatura especializada se encuentran también otras calificaciones para sucesivas modificaciones de estos métodos interválicos, como "carreras de duración en intervalos", "carreras a ritmo", etc. (HIRSCH, 1977; SCHMIDT, 1977; PÖHLITZ, 1987); también se ha efectuado una subdivisión en métodos interválicos de corta, media y larga duración (HARRE, 1979, 166). Esta imprecisión conceptual no facilita la tarea de la metodología y encuentra pocas correspondencias en las publicaciones especializadas del extranjero. A nivel internacional se ha impuesto actualmente la distinción entre *entrenamiento interválico extensivo* e *intensivo*. Estos conceptos son útiles en todas las disciplinas de resistencia.

Para el entrenamiento interválico es importante la configuración de las pausas en la *fase de recuperación*. La cifra ***3 minutos*** tiene para estas fases una importancia orientativa básica. Después de 3 minutos, el pulso vuelve a descender en la fase de recupera-

ción por debajo de los 120 lat./min, incluso habiendo alcanzado la frecuencia cardiaca máxima, y en este punto la inercia de activación de los procesos metabólicos es ya demasiado grande: por tanto, las pausas deben configurarse de forma activa, esto es, con intensidad reducida, para evitar un descenso demasiado pronunciado del pulso de recuperación y de la actividad metabólica. De aquí deducimos el siguiente principio para la configuración de las pausas:

La ***fase de recuperación*** entre los tramos largos o entre las series con tramos breves dura por lo general *3 minutos*, pues los músculos, debido a la rápida *resíntesis de la fosfocreatina* y a la eliminación de protones a ella vinculada, suele encontrarse tras este tiempo de nuevo dispuestos, casi plenamente, para el rendimiento.

La pausa se realiza *de forma activa*, con intensidad muy reducida, para que el pulso de recuperación no descienda excesivamente (100-120 lat./min).

Si en el entrenamiento interválico intenso establecemos pausas de 30 a 90 segundos después de los tramos breves, la pausa entre las series durará 3 minutos después de 3 a 4 repeticiones.

El ***entrenamiento interválico extensivo*** sirve para generar capacidad de resistencia en el *nivel límite* y por encima de éste; los tramos parciales serán más largos en dicho ámbito y más breves por encima de éste. Así participan también los procesos anaerobios, y se desarrolla una *resistencia ante la intensidad de carga elevada*. Al sostener una velocidad relativamente alta, mayor que el ritmo de carrera en las disciplinas de resistencia de larga duración, se plantean además elevadas *exigencias psíquicas*.

Para aplicar este método habremos de tener en cuenta las siguientes *reglas*:

La *duración global* de cada uno de los tramos parciales a recorrer será inferior a 60 min.

Para *disciplinas de resistencia de corta y media duración* la intensidad de la carga se situará un 85-90 % por debajo del ritmo de carrera.

Para *disciplinas de resistencia de larga duración* el entrenamiento interválico extensivo tiene un volumen global de 10-12 km, con intervalos de 1000-2000 m y con una intensidad del 103 % (tabla 22); entre éstos se encuentran fases de recuperación activas de 3 min de duración, con el 70 % de intensidad. Otra versión de este entrenamiento presenta un volumen global de 12-15 km con intervalos de 3000-5000 m y la intensidad en el nivel límite (tabla 22); aquí se intercalan fases de recuperación activas de 3 minutos, con el 60-70 % de intensidad (LENZI, 1987, 48).

En natación, por ejemplo, el entrenamiento interválico extensivo tiene un volumen de 30 a 45 min y se recorren tramos medios de 200, 300, 400 e incluso 800 m. La intensidad se encuentra con los 200 m al 85 % de la velocidad máxima, con los 800 m al 90 %. La longitud de las pausas es aquí 30 a 90 segundos entre las cargas y 3 minutos entre las series.

El ***método interválico intensivo*** se utiliza sobre todo para desarrollar la capacidad anaerobia. Somete el sistema cardiocirculatorio y los procesos metabólicos a tales fatigas que hace absolutamente necesaria la fase de recuperación de tres minutos. Según SALTIN (1986, 106 y s.), este entrenamiento ha de realizarse en dos formas:

Forma 1: Para *activar y aumentar el número de enzimas glucolíticas*. Para ello se requieren cargas de 30-40 segundos de duración, con intensidad máxima y un número de repeticiones entre 3 y 8 según estado de entrenamiento.

Forma 2: Para *mejorar la capacidad tampón en el músculo esquelético*. Para ello se requieren cargas de 1:30-2:00 min con una intensidad cercana al máximo y entre 2 y 6 repeticiones. Aquí la fase de recuperación puede también durar más de tres minutos, "por motivos psicológicos".

3.4.5.4 Método de repeticiones

El método de repeticiones se realiza por regla general como entrenamiento en distancia inferior. Se utiliza para repetir varias veces, dentro de una sesión de entrenamiento, tareas parciales específicas de la competición. Aquí se suele escoger como intensidad de la carga la velocidad de competición buscada durante la temporada de entrenamiento para armonizar la frecuencia y velocidad de los movimientos con el ritmo de carrera que se pretende alcanzar.

También aquí es suficiente la fase de recuperación activa de tres minutos para recuperar del todo la capacidad de rendimiento muscular. Si por motivos psicológicos se hacen necesarias pausas más largas, debemos mantener con las medidas correspondientes un buen estado de preparación para la próxima repetición.

3.4.5.5 Métodos de competición y control

Como el nombre indica, estos métodos se basan en dos ámbitos de experiencia, la *competición*, correr, nadar, etc. unos contra otros en condiciones tácticas típicas, y los *controles de valoración del rendimiento*. Los métodos que utilizan estos dos ámbitos de experiencia sirven en primer lugar para desarrollar la *resistencia específica de la competición*, para acumular experiencias tácticas (clasificatorias) y conciencia del propio rendimiento, y en segundo lugar para llevar un *control del rendimiento*, para determinar el estado del rendimiento actual. Estos métodos tienen importancia sobre todo en las disciplinas de resistencia de corta y media duración. Los mediofondistas por ejemplo, según PÖHLITZ (1987, 21), deberían entrenar una sesión por semana en la etapa previa a la competición en el sentido de estos dos ámbitos de experiencia. De los métodos de competición y control encontramos las siguientes variantes:

Distancia inferior	— más rápido que la velocidad de competicion
Distancia de competición	— velocidad de competición o velocidad perceptiblemente inferior (90 o 95 %)

Distancia superior	— con velocidad máxima
División del trayecto de competición en tramos parciales con pausas breves	— con velocidad máxima en cada tramo parcial

El abanico de métodos aplicados en el entrenamiento de resistencia deja abiertas a los entrenadores muchas posibilidades de variación. Por ejemplo, para ajustar la duración e intensidad de los métodos aplicados; para combinar métodos de intervalos, como la sucesión de diferentes longitudes de los tramos, intervalos de series de longitud creciente con otras de longitud decreciente, etc., y más aún, el cambio de técnicas motrices como el entrenamiento continuo o interválico (por ejemplo, primer tramo bicicleta, segundo carrera, etc.; primer tramo carrera, segundo esquí con ruedas, tercero saltos de esquí en el trampolín, etc.). Se espera del entrenador que elabore un esquema global coherente y favorable para el desarrollo del rendimiento. En la base de todo entrenamiento de la resistencia se encuentra un esquema propio de la modalidad deportiva.

3.4.6. Entrenamiento de la resistencia especial - Un modelo orientativo para las modalidades de juego

La temática de la resistencia especial ha sido elaborada en el apartado 3.4.2.2. Como el entrenamiento especial de la resistencia para las modalidades de juego está cada vez más cuestionado desde hace años, queremos tomar una postura muy clara en este tema. Por un lado no se suele considerar a estos deportistas como de resistencia, pero por otro los partidos de balonmano duran una hora (sin paradas del cronómetro), los de fútbol 90 minutos, en voleibol y tenis no es raro que alcancen dos horas y más. Sin embargo, si analizamos una magnitud orientativa importante de la capacidad aerobia, concretamente la *capacidad máxima de consumo de oxígeno*, medimos en las modalidades de juego un promedio de 65 ml $\dot{V}O_2$ por kg de peso corporal en los hombres y 55 ml en las mujeres (HOLLMANN / HETTINGER, 1976, 360; LIESEN et al., 1977, 70; FORSBERG, 1986, 31). No obstante, HOLLMANN / HETTINGER han publicado valores superiores a los 70 ml en jugadores de elite de fútbol y hockey, y FORSBERG constata también valores superiores a 60 ml en jugadores de bádminton. Antes de ocuparnos de cuestiones metodológicas y de contenido conviene examinar de modo analítico los rendimientos de resistencia en las modalidades de juego.

Según los resultados obtenidos hasta ahora, el rendimiento de resistencia especial se puede caracterizar del siguiente modo: según las investigaciones de SICHELSCHMIDT / KLEIN (1986), en un partido de balonmano, por ejemplo, se recorre una distancia de 4700-5600 m aprox., lo cual daría un rendimiento de carrera de unos 80-95 m por minuto, que se corresponde más bien con un comportamiento de carrera de recuperación. Durante este tiempo se realiza un promedio de 70 aceleraciones (*sprints* cortos), que suman un trayecto global de 470 a 560 m. Así pues, estas aceleraciones tienen un recorrido de 6-8 m de largo. El promedio de densidad media entre los *sprints* es unos 50 segundos. Basándonos en este modelo global, para un partido de balonmano

resulta un tipo de resistencia caracterizado por una intensidad media moderada en el trabajo global de carrera (1,6 m/s aprox.) y un *sprint* breve cada 50 segundos. Como los tramos de *sprint* son tan breves (2-3 segundos) y los intervalos tan largos, no se trata aquí de rendimientos de resistencia de velocidad (de corta duración), sino de rendimientos en el ámbito aláctico del suministro energético. Los análisis del lactato y el amoniaco que hemos llevado a cabo en un test de campo corroboran esta interpretación (tablas 23 y 24).

Tabla 23: *Valores del lactato y el amoniaco de 6 sujetos obtenidos tras la primera parte y al final del partido.*

Sujeto	Lactato medido		Amoniaco medido	
	Tras la primera parte	Tras el partido	Tras la primera parte	Tras el partido
1	2,6	–3,04	27	–26
2	6,84	–2,35	62	–38
3	5,5	–2,13	38	–41
4	3,54	–7,09	47	–60
5	2,64	–1,70	27	–22
6	5,61	–3,25	54	–31

Los valores del lactato permanecieron relativamente bajos, aunque este partido apenas sufrió interrupciones. Como tampoco los valores del amoniaco pasaron de un 50-60 % aprox. de los medidos en condiciones de agotamiento en deportistas de resistencia, queda patente que la carga global permanece, en general, en el ámbito del umbral o muy poco por encima. Las mediciones de la frecuencia cardiaca realizadas en un partido de balonmano, aun pecando de apresuradas por razones experimentales, confirman esta conclusión (tabla 24).

Tabla 24: *Valores de la frecuencia cardiaca de 3 sujetos en la primera (1. FC) y segunda (2. FC) parte. Los valores fueron registrados con el aparato SPORTTESTER PE 3000.*

	FC media		FC mínima		FC máxima	
Sujeto	1. FC	2. FC	1. FC	2. FC	1. FC	2. FC
G	167	165	133	140	189	180
B	164	160	143	120	187	177
E	172	159	151	133	188	175

Las mediciones de la frecuencia cardiaca han mostrado que el rendimiento medio se encuentra en el valor umbral, si bien en cada tiempo se alcanzan entre 8 y 10 valores punta por encima del umbral. Pero estos picos de la carga están separados por periodos de tiempo de unos 3 min como promedio, durante los cuales la frecuencia cardiaca retrocede considerablemente. Los valores apuntan a que los jugadores de balonmano necesitan una buena resistencia general, pero también una resistencia especial de juego, con el ritmo particular que acabamos de describir.

WINKLER (1983, 5) analizó la carga de carrera en futbolistas de la Bundesliga. Sus resultados muestran que del volumen total de desplazamientos un 30 % aprox. se efectúa caminando, un 58 % a trote lento y un 12 % con carrera rápida, esto es, *sprint*. El rendimiento de desplazamiento es unos 8000-11500 m durante un partido.

Al igual que en balonmano, la intensidad global no es muy elevada, con un promedio de 1,8 m/s. Esto lo confirman también unas mediciones de lactato en la sangre efectuadas por LIESEN (1983, 11 y ss.) a dos equipos durante 6 partidos. Aquí el lactato en sangre alcanzó la cifra 4-6,3 mmol/l al final de la primera parte. En el descanso descendió hasta 2-3,2 mmol/l y se situó tras la segunda parte en 3-5,3 mmol/l.

Si sobre la base de este análisis elaboramos un perfil de resistencia para las modalidades de juego, habremos de plantear en un primer momento la hipótesis de que la capacidad de rendimiento aerobia que se requiere no se puede desarrollar sólo mediante los partidos, porque la intensidad global del rendimiento de carrera en el partido es tan baja que el efecto de estímulo es insuficiente. El entrenamiento de la resistencia debería, por tanto, presentar una combinación de *resistencia general* y *resistencia especial* con la siguiente relación (fig. 82).

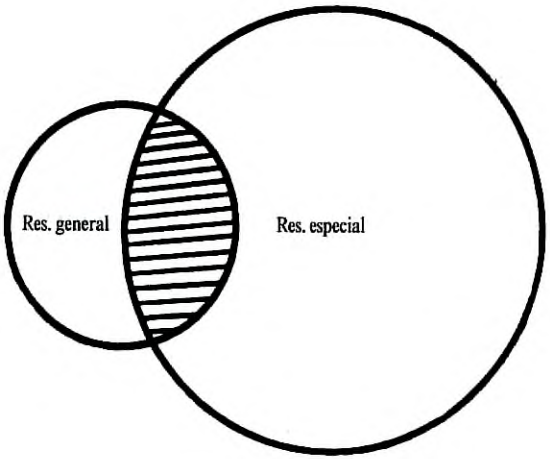


Figura 82: *Volumen del entrenamiento de resistencia general y especial en las modalidades de juego.*

El *entrenamiento de la resistencia general* se efectúa en carrera según el método continuo y en parte con el tipo de desplazamiento principal de cada juego (waterpolo = natación; hockey sobre hielo = carrera o *sprint* sobre hielo); en efecto, con el entrenamiento de resistencia se pretende además *economizar* la técnica de desplazamiento. La duración de la carga se sitúa entre los 30 y 60 minutos por sesión de entrenamiento, y para el entrenamiento en carrera se calculará la intensidad de la carga según la fórmula que describimos en el apartado 7.2.2.2. El entrenamiento de la resistencia general tiene lugar sobre todo en el periodo de pretemporada, al final del periodo transitorio situado entre una temporada y la siguiente. Durante la temporada, un entrenamiento de la resistencia general según el método continuo (20-45 min con ~ 70 % de intensidad) favorece la recuperación mental y psíquica inmediatamente después de un partido y estabiliza además la capacidad de rendimiento aerobia.

La *resistencia especial*, o también *resistencia especial de juego*, se entrena sobre todo mediante formas de juego que exija un trabajo constante de carrera dentro de un ritmo de juego. Este entrenamiento especial, con el objetivo de producir un elevado volumen de desplazamiento, tiene lugar de una a dos veces a la semana. Dura de 30 a 60 (y más) minutos según el objetivo (mejora de la capacidad de rendimiento aerobia, estabilización, recuperación) y el periodo de entrenamiento.

En su conjunto, el entrenamiento de las resistencias especial y general persigue tres objetivos: en primer lugar, desarrollar la *capacidad de rendimiento aerobia que se necesite*. La magnitud orientativa para las modalidades de juego con un alto volumen de desplazamiento (fútbol, balonmano, hockey, etc.) es un $\dot{V}O_2$ máx/kg en torno a 65 ml en los hombres y a 55 ml en las mujeres (HOLLMANN / HETTINGER, 1976, 360; LIESEN et al., 1977, 70; FORSBERG, 1986, 31). En segundo lugar, *transformar* la capacidad de rendimiento aerobia en un *elevado volumen de resistencia especial de juego*. Y en tercer lugar, *economizar* la técnica especial de desplazamiento como tarea de coordinación.

3.4.7 Planificación y dirección del entrenamiento de la resistencia

El estado del rendimiento sufre, en deportistas de resistencia, determinadas modificaciones al cabo de un año de entrenamiento o de un ciclo de periodos. Por tanto, un ciclo de periodos debería adaptarse ante estas modificaciones del estado. En disciplinas de resistencia es costumbre aplicar periodizaciones simples, dobles y también triples. Estas periodizaciones múltiples no sólo se elaboran sobre la base del calendario de competiciones propio de la modalidad, sino que se modifican también dentro de una modalidad por imperativos de dirección del entrenamiento; el motivo es que una configuración a largo plazo de éste debería presentar diferentes estructuras para sus vertientes de fundamentos, desarrollo y alto rendimiento.

Según HARRE (1986, 172), las periodizaciones múltiples o formas mixtas ofrecen algunas ventajas frente a la periodización sencilla. Por ejemplo, que el cambio del entrenamiento de la resistencia general al intensivo de competición tendría lugar más rá-

pidamente. Los procesos de adaptación tendrían un estímulo más constante que con una pretemporada larga, en la que las cargas demasiado parecidas se van debilitando progresivamente. También se crearían puntos culminantes desde el punto de vista psíquico, lo que favorecería la disponibilidad para el rendimiento. No obstante, una organización del rendimiento con una periodización doble o triple no deja de plantear problemas, porque un desarrollo rápido de un estado de rendimiento avanzado no siempre se asocia a un asentamiento firme del rendimiento. Así, un *cambio entre periodización doble y sencilla* en un ritmo bianual podría muy probablemente impedir una estagnación prematura del rendimiento.

3.4.7.1 Ejemplo: Esquí de fondo

Los esquemas de entrenamiento en las disciplinas de resistencia de larga duración se basan a menudo en esquemas de datos orientativos de aceptación general, que describen el volumen del entrenamiento de las resistencias general y especial, así como la proporción de trabajo aerobio, anaerobio y de fuerza resistencia, expresada en horas o en kilómetros. La tabla 25 muestra uno de estos esquemas de datos orientativos.

En un seminario internacional de entrenadores celebrado en 1986 en Suecia, un grupo de trabajo de entrenadores de esquí de fondo (procedentes de CAN, RDA, FIN, ITA, NOR, URSS, SUI, SWE, USA, entre otros), estableció sobre la base de experiencias prácticas los siguientes datos orientativos como valores empíricos para elaborar un sistema de entrenamiento eficaz en esquí de fondo:

Tabla 25: *Datos orientativos para el entrenamiento en esquí de fondo como ejemplo de una disciplina de resistencia a largo plazo.*

		Hombres	Mujeres
Volumen global de entrenamiento al año		h 800-900 km 7000-9500	500-700 5500-7500
Entrenamiento de las resistencias general y especial (aerobio)		80-90%	80-90%
De éste:	Sobre esquís	50%	50%
	Sobre esquís con ruedas	23%	23%
	Carrera	23%	23%
	Bicicleta / Remo	4%	4%
Entrenamiento de la resistencia de velocidad (anaerobio)		5-10%	5-10%
Entrenamiento de la fuerza resistencia		5-10%	5-10%

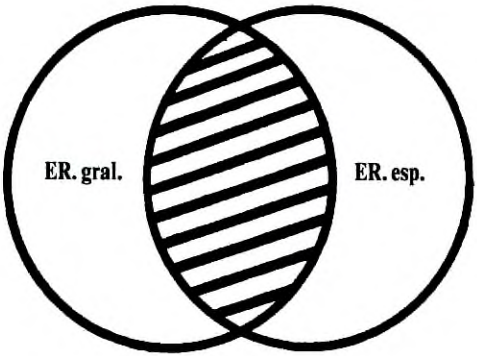


Figura 83: *Volumen del entrenamiento de las resistencias general (ER. gral.) y especial (ER. esp.). El de la general contiene trabajo en carrera, bicicleta, esquís y esquís con ruedas en los ámbitos de intensidad del metabolismo aerobio. El de la especial abarca el trabajo con esquís y esquís de ruedas en los ámbitos de intensidad superiores, el entrenamiento específico para la competición y el trabajo de resistencia de velocidad (tabla 25).*

De este esquema de datos orientativos se deduce que los contenidos del entrenamiento, uno por uno, no son clasificables dentro de la resistencia general ni de la especial dada la intensidad de la carga escogida y la técnica aplicada. Esto queda visible en la intersección de conjuntos de la fig. 83. El entrenamiento en este ámbito de intensidad, realizado con técnicas específicas de la disciplina, es muy eficaz para las disciplinas de resistencia de larga duración. En el ejemplo del corredor italiano de esquí de fondo (VANOI, 1987) se muestra cómo se reparte la carga en el ciclo anual y qué procedimientos de diagnóstico del rendimiento se aplican para dirigir el entrenamiento.

Este modelo se basa en los siguientes principios, que podrían tener validez general para la periodización sencilla en las disciplinas de resistencia de larga duración:

— El ciclo de periodos en su conjunto comienza con un *análisis de la valoración del rendimiento* en el laboratorio y en un test de campo (fig. 84), que tiene por objeto determinar tanto el umbral anaerobio como el aerobio, con la ayuda de los datos espiroergométricos y la curva de rendimiento del lactato.

El umbral aerobio se calcula con el primer ascenso del lactato asociado al primer ascenso del volumen respiratorio minuto y se pone en relación con el rendimiento de trabajo conseguido hasta ese momento, con la frecuencia cardiaca y el consumo de O_2. Asimismo son decisivos, para determinar este umbral, los valores comparativos obtenidos en anteriores análisis. El umbral anaerobio individual se calcula mediante la pendiente de la curva de rendimiento del lactato y el volumen respiratorio minuto. También se relacionan estos valores con los de análisis previos (MOGNONI, 1988; PUNKKINEN, 1988).

— Además, cada cuatro semanas se efectúan *"tests" de CONCONI* sobre el tapiz rodante o con esquís de ruedas (fig. 84) para observar de forma continuada los cambios de la capacidad individual de rendimiento en resistencia. Más aún, comparando los resultados obtenidos sobre la pista con los de los esquís de ruedas comprobamos si en alguno de estos ámbitos de entrenamiento existe un déficit.

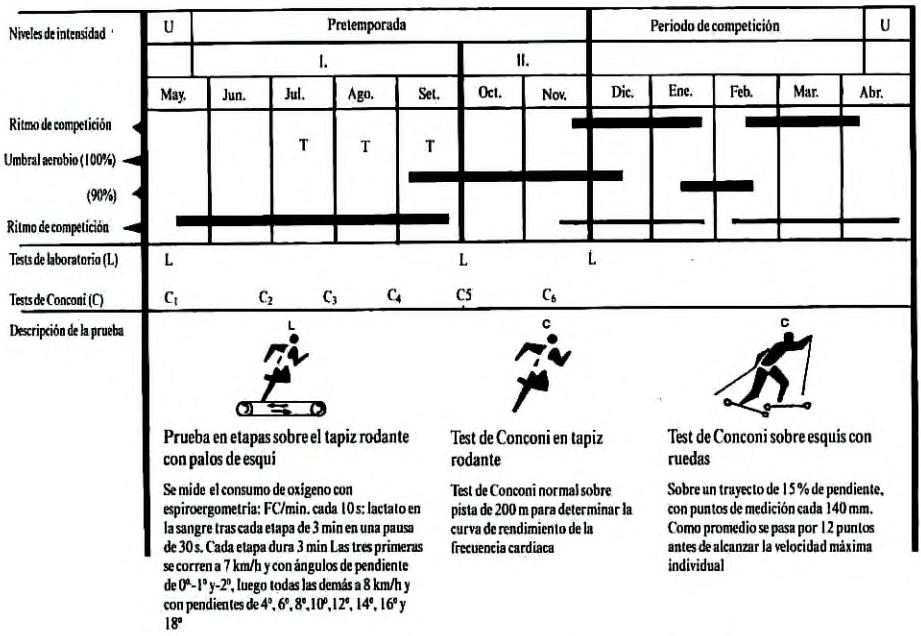


Figura 84: *Organización del entrenamiento representada mediante los niveles de intensidad y los procedimientos para la valoración del rendimiento que interesan para su dirección (de VANOI 1987, 76 y ss.).*

La ***organización del entrenamiento*** no prevé cargas muy elevadas en la primera etapa de la pretemporada. La *intensidad* se sitúa constante, un poco por encima del umbral aerobio, es decir, entre el ámbito de mantenimiento y el de desarrollo. El ascenso de la exigencia de carga en su conjunto se realiza en esta etapa mediante un aumento continuado del volumen, *manteniendo la intensidad más o menos constante.* Para asegurarnos de que esta intensidad de carga sea relativamente constante la controlaremos mediante la frecuencia cardiaca. Al desarrollarse la resistencia, el rendimiento objetivo (p. ej., velocidad de carrera en m/s) se eleva sistemáticamente con una frecuencia cardiaca constante. Al final de la primera etapa de la pretemporada se trabaja la mitad del volumen con una mayor intensidad, que no ha de superar, por cierto, el umbral anaerobio. La otra mitad del volumen se sigue realizando con la intensidad en el ámbito del umbral. Al final de la primera etapa tiene lugar un nuevo análisis general de valoración del rendimiento en laboratorio, que servirá para controlar, o sea, determinar con mayor precisión la evolución del rendimiento.

En la segunda etapa de la pretemporada se trabaja con ascensos y descensos de volumen, reflejados gráficamente por una línea ondulada, y con una intensidad media situada en el límite, por debajo del umbral anaerobio; por este motivo se debe efectuar

aquí un entrenamiento suplementario de recuperación a un 70-80 % de intensidad. Al final de la segunda etapa de la pretemporada, esto es, al comienzo del periodo de competición, el programa de valoración del rendimiento se realiza de nuevo en el laboratorio con el fin de diagnosticar detalladamente el estado del rendimiento tras este periodo de trabajo intenso y poder hacer así predicciones sobre el rendimiento en la etapa de competición. No obstante, esto sólo es posible si se dispone de valores comparativos de los años anteriores, tanto de la valoración del rendimiento como de los resultados de la competición.

El periodo de competición está dividido en dos etapas y tiene uno o dos microciclos entre la primera etapa y las competiciones principales, que se encuentran en la segunda etapa. El promedio de intensidad de la carga se halla, en esta breve etapa intermedia, alrededor del 80-90 % del pd. Una fase de transición sigue, con un entrenamiento ligero, al periodo de competición.

El error típico de la dirección del entrenamiento en las disciplinas de resistencia de larga duración es, según PUNKKINEN, un ascenso demasiado fuerte del consumo máximo de oxígeno ya en la primera etapa de la pretemporada; por consiguiente, como ha alcanzado el estado de forma óptimo de modo prematuro, el deportista no puede mantenerlo hasta el final del periodo de competición. Por ello, una dosificación consecuente de la carga, junto con una dirección sistemática del entrenamiento, es fundamental desde la primera etapa de la pretemporada.

3.4.7.2 Ejemplo: natación

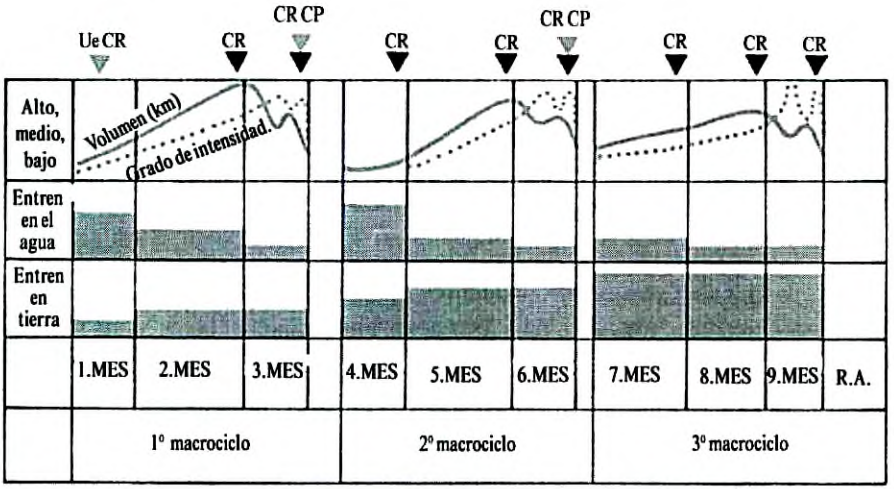


Figura 85: *Esquema de la planificación anual de entrenamiento, incluyendo la configuración de la carga (volumen e intensidad), la organización de los contenidos, el tiempo de entrenamiento, los controles de rendimiento (CR) y las competiciones (CP). (RA= recuperación activa; Mes= Mesociclo. (De SCHRAMM, 191).*

El segundo ejemplo aquí representado está tomado de la natación (fig. 85). Se trata de un modelo de recomendaciones de SCHRAMM (1987, 191 y s.), con periodización triple, esto es, con una repetición triple de macrociclos en el año de entrenamiento.

La temporada de entrenamiento está dividida en tres ciclos de periodos (= macrociclos), en los cuales el volumen pasa de ser escaso a elevado y nuevamente escaso, en forma de ondulación. La intensidad empieza en cada ciclo siendo escasa, crece hasta su cota máxima, para descender al final de cada ciclo. El esquema está, además, caracterizado por una alta frecuencia de competiciones, para la cual sólo al final de un ciclo se está sistemáticamente preparado en cuanto a la carga (volumen, intensidad) y al contenido (entrenamiento en tierra, en el agua).

3.4.7.3 Características de la dirección del entrenamiento

El diagnóstico precoz del ***sobreentrenamiento*** es fundamental para la dirección del entrenamiento en el ámbito de la resistencia. Provocado por *volúmenes de carga extremadamente altos* como los habituales en disciplinas de resistencia a largo plazo, sobre todo en los periodos de concentración –donde se realizan a menudo dos sesiones de entrenamiento voluminosas al día–, es fácil caer en el *sobreentrenamiento de addisonoide*, o en *formas previas* de éste (apartado 5.4.3). Es necesario diagnosticar éstas y mantenerlas bajo control. El diagnóstico precoz de este tipo de sobreentrenamiento o de sus síntomas es de gran importancia para la dirección del entrenamiento en el microciclo, porque el trabajo ha de modificarse a partir de este punto y sobre la base de la improvisación.

El *sobreentrenamiento addisonoide*, o sea, esta forma concreta de fatiga, se caracteriza por una parasimpaticotonía, esto es, en el sistema nervioso simpático predominan los procesos de inhibición (ISRAEL, 1976, 2; HOLLMANN / HETTINGER, 1976, 502). Este sobreentrenamiento apenas es percibido subjetivamente, porque el sueño no sufre alteraciones, el apetito, el peso, la FC en reposo, la temperatura del cuerpo, la capacidad de recuperación y la situación emocional permanecen constantes en niveles normales, e incluso el rendimiento se sigue percibiendo subjetivamente como normal. Sin embargo, determinados síntomas sirven de indicio para reconocer esta forma de fatiga:

— Una *elevación constante de la urea* por la mañana, que no desciende por la noche a pesar del tiempo de recuperación (fig. 86);
— Un *ascenso precoz* del amoniaco con el rendimiento;
— Una *menor capacidad de sintetizar el lactato*;
— *Mayores frecuencias cardiacas con iguales rendimientos* (LEHNERTZ / MARTIN, 1988).

Las ***mediciones de la urea*** sérica se han vuelto un método frecuente para valorar la carga de entrenamiento. Se utilizan para comprobar si los procesos de recuperación entre las cargas cumplen o no satisfactoriamente con su cometido. Se da por cierto que las cargas de entrenamiento deben reducirse cuando los valores de urea siguen encontrán-

dose por encima de los 8 mmol/l tras una fase de recuperación (en las mujeres, por encima de los 7 mmol/l) y no existen otras razones (por ejemplo, una elevada ingesta de proteínas en la dieta (NEUMANN, 1985, 13).

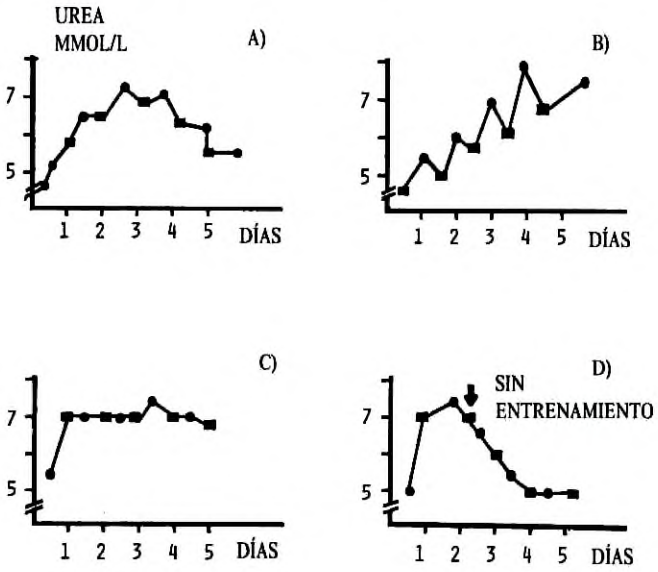
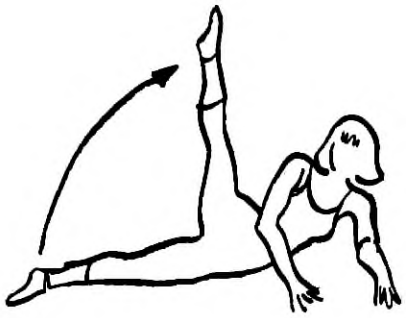


Figura 86: Ejemplos de la cinética de la urea. El cuadrado indica los valores en reposo, por la mañana, y el círculo los de después de la carga, por la tarde. A) Transición hacia una mayor carga con una adaptación a ésta; B) acumulación de fatiga e intolerancia al entrenamiento; C) recuperación inadecuada tras un entrenamiento intenso, no hay descenso de los valores por la mañana; D) cinética de la urea tras la interrupción del entrenamiento (de NEUMANN, 1985).

3.5 Flexibilidad y entrenamiento de la flexibilidad



3.5.1 Flexibilidad - Características y concepto

La esfera de capacidades que hemos denominado **flexibilidad** es designada por otros autores, como *movilidad* (GROSSER / STARISCHKA / ZIMMERMANN, 1981, 129 y ss.) o *elasticidad* (HOLLMANN / HETTINGER, 1976, 165 y ss.). Como movilidad significa la capacidad para ejecutar movimientos voluntarios con una gran amplitud del movimiento en determinadas articulaciones. El concepto elasticidad alude más específicamente a la capacidad de estiramiento de los músculos, tendones y ligamentos, así como de la piel, y designa por tanto la elasticidad de los músculos esqueléticos en su conjunto (*ibídem* 166 y s.).

Nosotros nos atenemos al concepto flexibilidad porque esta capacidad no sólo se describe con la amplitud del movimiento articular y la capacidad de estiramiento de los músculos, sino sobre la base de sus *condicionamientos complejos*. Los buenos rendimientos de flexibilidad resultan de la interacción de las *propiedades elásticas* de músculos, tendones y ligamentos con la *fuerza necesaria* para conseguir la mayor amplitud del movimiento anatómicamente posible; de una buena *coordinación intra e intermuscular*, del *programa de movimientos* de que se disponga y de la aptitud funcional de las *articulaciones*. El concepto más adecuado para abarcar toda esta complejidad de condicionamientos en mutua interacción es, en nuestra opinión, el de flexibilidad.

El entrenamiento de la flexibilidad tiene por tanto la misión de optimizar las cualidades elásticas de los músculos, desarrollar la fuerza necesaria para aprovechar, en relación con un objetivo concreto, el margen de movimientos que la anatomía permite a las articulaciones y mejorar los rendimientos de coordinación reflejos de los músculos.

DEFINICIÓN:
La **flexibilidad** es la capacidad para ejecutar movimientos, de forma voluntaria y orientada a un objetivo, con la necesaria (o sea, óptima) amplitud del movimiento de las articulaciones implicadas.

La flexibilidad es una capacidad estrechamente dependiente de la fatiga, la hora del día y la temperatura corporal, como muestra la fig. 87:

		Tras 10 min al aire libre (desnudo) a 10° C de temperatura ambiente	Tras 10 min en agua caliente a 10° C de temperatura ambiente	Tras 20 min de entrenamiento de calentamiento	Tras un entrenamiento agotador
8 h	12 h	12 h	12 h	12 h	12 h
−14	+35	−35	+78	+89	−35 (mm)

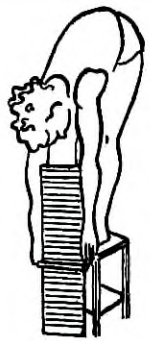


Figura 87: *Cambios de la flexibilidad según el momento del día, la temperatura corporal y la fatiga, según OSOLIN, con el ejercicio de la prueba (Fuente: ZACIORSKIJ, 1972, 109).*

La flexibilidad es un requisito básico para la motricidad humana, particularmente para la motricidad deportiva. *El entrenamiento de la flexibilidad es por tanto un componente irreemplazable del proceso del entrenamiento.* De hecho, basándonos en múltiples observaciones en entrenamientos, podemos asegurar que en la praxis del entrenamiento se le concede muchas veces una importancia mínima o se la despacha con unas cuantas formas de ejercicio estandarizadas, como un "molesto" complemento del "auténtico" entrenamiento. Sin embargo, su incidencia en el rendimiento deportivo es directa, porque con una flexibilidad óptima las actividades de fuerza y los rendimientos de velocidad pueden ejecutarse sin obstáculos, esto es, con poca resistencia interna, el aprendizaje motor no se ve trabado por la "torpeza" y se reduce el riesgo de lesiones como roturas musculares y fibrilares, etc.

3.5.2 Estructuración y manifestaciones de la flexibilidad

La metodología del entrenamiento distingue tradicionalmente las exigencias o tipos de flexibilidad con dualidades conceptuales como flexibilidad "general - especial", "activa - pasiva", "estática - dinámica", para sistematizar la complejidad de esta capacidad.

La *flexibilidad general* designa un nivel medio de flexibilidad en los sistemas articulares más importantes. Esta medida de lo que se ha de considerar "normal" tiene, sin embargo, poca importancia para el rendimiento deportivo, y debe ser superada por el deportista de rendimiento si quiere agotar sus posibilidades de condición física y coordinación. Una flexibilidad general superior a la media es, por tanto, un objetivo permanente del trabajo cuando se entrena cualquier modalidad deportiva.

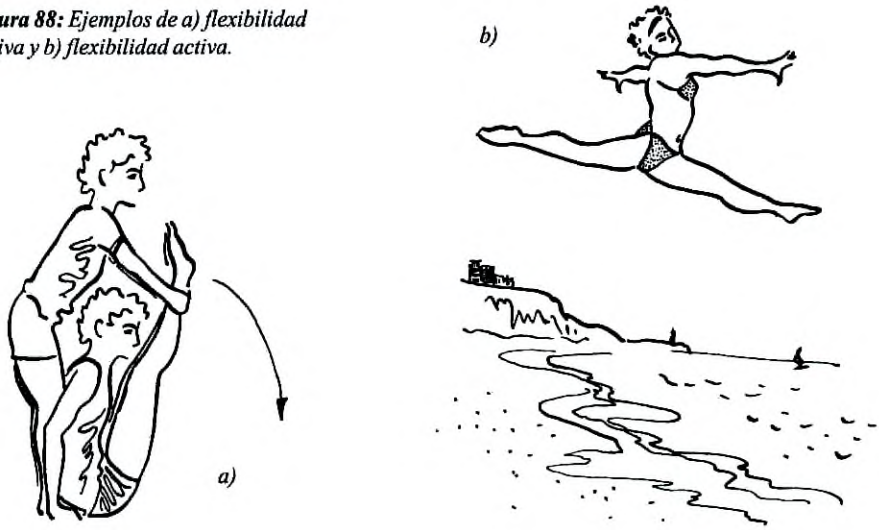
La *flexibilidad especial* es exigible en cada modalidad específica y apunta a las exigencias de flexibilidad "particulares" de ésta. Para conseguirla, las modalidades con un perfil de exigencia particular en este terreno desarrollan un "programa de flexibilidad" y unos "ejercicios de control" propios (COUNSILMAN, 1980, 126 y ss.; SCHMIDT, 1987, 29 y ss.), que cristalizan en un entrenamiento técnico suplementario (apartado 2.2.3.6).

La *flexibilidad activa* de una articulación es la mayor posible que puede ser producida de forma independiente, sin ayuda, mediante un rendimiento muscular activo. Las restricciones para el rendimiento las plantean aquí la capacidad de estiramiento y la fuerza del agonista (MAEHL, 1986, 13).

La *flexibilidad pasiva* designa cualquier forma de flexibilidad en una articulación que pueda conseguirse mediante la actuación de fuerzas externas (compañeros, aparatos, el propio peso corporal). La flexibilidad pasiva es, por regla general, mayor que la activa.

Ciertamente, la diferenciación entre flexibilidad activa y pasiva no se corresponde con el estado real de las cosas, esto es, la línea divisoria no tiene precisión ni desde el punto de vista físico ni desde el fisiológico. Por razones metodológicas la mantendremos, porque la flexibilidad se trabaja con ejecuciones activas y pasivas de los ejercicios.

Figura 88: Ejemplos de a) flexibilidad pasiva y b) flexibilidad activa.



Otra distinción se establece con las nociones de *flexibilidad estática y dinámica*. La primera designa el mantenimiento de una determinada postura de la articulación durante un espacio de tiempo (como, por ejemplo, el mantenimiento de una postura en cruz en bipedestación); dicha postura puede ser inducida activa o pasivamente. Dinámica quiere decir que se puede alcanzar una determinada posición articular durante un tiempo breve, p. ej. cuando ceden partes elásticas.

Estas dicotomías no alcanzan a reflejar más que de un modo incompleto la complejidad que encierra el concepto de flexibilidad (MAEHL, 1986, 16). Y hemos de indicar, en este punto, que existen hasta ahora pocas investigaciones científicas que se ocupen del abanico de problemas existente en torno a la flexibilidad.

3.5.3 Modelos de explicación científica sobre la flexibilidad

Los rendimientos de flexibilidad dependen, desde un punto de vista biológico, de las siguientes premisas: (1) la capacidad funcional y el grado de libertad de las articulaciones, (2) la capacidad de estiramiento de los músculos y tendones, (3) la capacidad de rendimiento muscular a la hora de producir fuerza y (4) la coordinación intra e intermuscular.

Como ya hemos hablado acerca de las características biológicas del rendimiento muscular en el capítulo "Fuerza y entrenamiento de la fuerza" (apartado 3.2.3) y de las características de la coordinación intra e intermuscular en el capítulo "Velocidad y entrenamiento de la velocidad (apartado 3.3.3), nos ocuparemos aquí sobre todo de las articulaciones y la capacidad de estiramiento de los músculos.

3.5.3.1 Articulaciones y lesiones articulares

Según la teoría general de las articulaciones, para permitir los movimientos de nuestro cuerpo y de sus sistemas parciales, los huesos deberían poder deslizarse unos contra otros. Esto ocurre mediante una *sinartrosis* (sindesmosis, sincondrosis, sinostosis) o bien, principalmente, mediante *articulaciones* o diartrosis. En una diartrosis auténtica hay dos superficies que limitan una con otra, separadas por la cavidad articular; de éstas, una presenta una curvatura convexa, (cabeza) y está rodeada por una concavidad en forma de cúpula (cóndilo). La articulación está recubierta por el *periostio*, que la recorre de un hueso a otro, y forma así una *cápsula articular* cerrada hacia afuera (fig. 89).

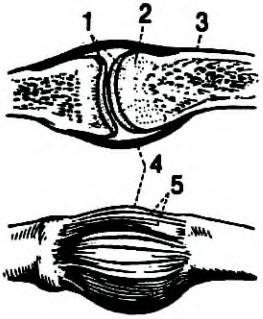


Figura 89: *Componentes de una articulación (arriba: corte longitudinal).*
1 = Cartílago articular (cartílago hialino); 2 = Hueso; 3 = Periostio; 4 = Cápsula articular; 5 = Ligamentos (KUHN, 1979, 52).

La membrana sinovial segrega un fluido viscoso, el *líquido sinovial*, que nutre el cartílago articular, posibilita su deslizamiento y actúa además como amortiguador de golpes. La cápsula articular efectúa un cierre tan estanco que puede producir una presión negativa. En contraposición con las articulaciones técnicas (eje cardán), que encajan por sus superficies, las articulaciones de los organismos vivos *encajan por la acción de fuerzas*. "Esto quiere decir que las fuerzas que actúan sobre ellas no dependen enteramente de una forma y una situación fijas y definitivas de las superficies articulares. Más bien son las fuerzas musculares las que determinan la dirección del movimiento, a veces incluso independientemente de las superficies articulares. Éstas pueden ceder elásticamente en estas condiciones, desplazarse e incluso modificarse (!)" (KUHN, 1979, 52). No es frecuente que los huesos encajen con precisión en las articulaciones, como ocurre por ejemplo con las de la cadera o el hombro. En la articulación de la rodilla, por ejemplo, están intercalados los meniscos, que funcionan como distribuidores de presión, haciendo de cojín y facilitando el encaje mutuo de las apófisis articulares. La capa interna de la cápsula articular presenta arrugas y vellosidades, que contienen vasos sanguíneos, nervios y receptores. Las arrugas y las vellosidades tienden a la calcificación. Si estas vellosidades esclerotizadas se desprenden, pueden quedar atrapadas dentro de la articulación y producir dolorosos bloqueos. El movimiento es el principal estímulo para la síntesis de líquido sinovial. La inmovilidad de la articulación a causa de una lesión, falta de movimiento, etc. lleva a un agotamiento de la pro-

ducción de líquido sinovial, la articulación "se desliza en seco"; por el contrario, las sobrecargas, torceduras o dislocaciones acarrean un exceso de producción de líquido sinovial, con la posible consecuencia de hinchazones (GROSSER / STARISCHKA / ZIMMERMANN, 1981, 132).

Los *ligamentos* pueden reforzar la articulación (ligamentos de refuerzo), asegurar la transmisión del movimiento articular (ligamentos de transmisión) o frenar dichos movimientos (ligamentos de frenado), protegiendo la articulación de una amplitud excesiva (WALDEYER, 1942, 52 y s.). Como los ligamentos están formados por un tejido muy poco elástico, el entrenamiento apenas aumenta su flexibilidad. Lo mismo se puede decir de la articulación en su conjunto. Como las *superficies articulares* apenas son modificables, tampoco el entrenamiento de la flexibilidad puede generar una mayor agilidad por este lado. El movimiento fisiológico produce una deformación del cartílago articular y, por tanto, una mayor superficie de contacto entre cabeza y cóndilo. Así se consigue una mejor distribución de la presión.

La *forma de la articulación* determina su *grado de libertad* y su *agilidad fisiológica* óptima. El organismo humano dispone de *articulaciones esferoidales*, con una cabeza en forma de bola y un cóndilo en forma de escudilla que permite movimientos en torno a los ejes de las tres dimensiones, como por ejemplo la articulación escapulohumeral. En una articulación con forma de *media luna*, una variante de las esferoidales (como p. ej. la articulación coxofemoral), donde un cóndilo profundo (cotilo) recubre más de la mitad de la cabeza, el movimiento en torno a estos tres ejes se ve ligeramente restringido. En las *articulaciones en bisagra o trocleares,* una cabeza en forma de cilindro gira en una cavidad en forma de canal, como ocurre en la articulación del codo entre el húmero y el cúbito. La articulación de la rodilla dispone, como *articulación condiloidea*, de un grado de libertad suplementario. Permite, aun en estado de flexión, una rotación alrededor del eje longitudinal de la tibia. Además disponemos de *articulaciones elípticas* (radiocarpiana), *en silla de montar* (carpometacarpiana del pulgar) y *planas* (como p. ej. entre la primera y segunda vértebra cervicales).

Además del tipo de unión, de la firmeza de una articulación y de su grado de libertad, otro criterio sirve para diferenciar las articulaciones: su *transmisión*. Por ejemplo, en la articulación de la cadera, la dirección y amplitud del movimiento se ven determinadas por la forma en que la cabeza encaja en el cóndilo. A este tipo de transmisión lo llamamos *transmisión ósea*. Si son ligamentos los que aseguran la consistencia, como por ejemplo en la articulación de la rodilla, donde las superficies articulares de los huesos no son congruentes entre sí, hablamos entonces de *transmisión ligamentosa*. La articulación del hombro dispone en cambio de un alto grado de flexibilidad, porque las superficies articulares en contacto son relativamente pequeñas y no existen ligamentos que restrinjan la libertad de movimientos. Aquí son los músculos los que garantizan la consistencia. Denominamos esta forma *transmisión muscular* (KUHN, 1979, 52 y ss.).

Con desgastes excesivos, movimientos antifisiológicos o cargas inadecuadas de tracción o de presión, aparecen en las articulaciones las siguientes ***lesiones***: contusiones, esguinces, luxaciones, roturas de ligamentos y fracturas.

En las *contusiones*, que suelen ser provocadas por choques violentos, la lesión se produce por la fuerte presión mutua de los cartílagos articulares.

En el *esguince*, la cápsula articular se distiende fuertemente, llegando en parte a desgarrarse. Se producen entonces hinchazones con derrame sanguíneo y los músculos y tendones pueden resultar también dañados.

Se habla de una *luxación* (o dislocación) cuando la cápsula articular se desgarra por una acción violenta de tracción o cortante, y la cabeza, una vez acabado el influjo causante, no vuelve inmediatamente a su lugar habitual en la cavidad cotiloidea, sino que permanece al lado de ésta (KUHN, 1979, 55 y s.).

Las *roturas de ligamentos* figuran entre las lesiones articulares de mayor gravedad y son consecuencia de fuerzas de tracción y presión extremadamente antifisiológicas sobre la articulación. Su tratamiento es fundamentalmente quirúrgico y requiere unos periodos de curación muy largos. Lo mismo rige para las *fracturas* (roturas).

La *flexibilidad de la columna vertebral* tiene una gran importancia en todas las modalidades deportivas. Dicha flexibilidad resulta de una suma de movimientos parciales y de la elasticidad del conjunto de 23 discos intervertebrales. Esto origina una sorprendente flexibilidad del esqueleto axial en todas direcciones, que varía no obstante según la constitución de las articulaciones intervertebrales en las regiones cervical, dorsal y lumbar, y según las curvaturas fisiológicas adquiridas por cada individuo. Las *principales direcciones del movimiento de la columna vertebral* son:

— El *estiramiento (giro) alrededor del eje longitudinal*, muy desarrollado en los segmentos cervical y dorsal. En bipedestación se consigue un radio de acción de casi 180 grados.
— La *inclinación lateral en torno al eje sagital*, tiene lugar sobre todo en la región dorsal y alcanza en la parte del cuello unos 30-40 grados de inclinación lateral;
— La *inclinación hacia adelante y hacia atrás (también estiramiento) en torno al eje transversal* está muy marcada, sobre todo en los segmentos libres de costillas.

Tabla 26: *La flexibilidad normal de la columna vertebral. – = sin movilidad; + = movilidad escasa; ++ = buena movilidad; +++ = muy buena movilidad (TITTEL 1985, 139).*

Movimiento	Región cervical (sin articulación de la cabeza)	Región dorsal	Región lumbar
Flexión	+++	++	+
Estiramiento	+++	+	+++
Inclinación lateral	++	+++	++
Giro	+++	++	–

– = sin movilidad; ++ = buena movilidad;
+ = movilidad escasa; +++ = muy buena movilidad

Mediante un entrenamiento intensivo de la extensión y la flexión de la columna vertebral desde la niñez, como es habitual entre los artistas de circo y las chicas que practican gimnasia rítmica o de competición, se consigue una flexibilidad extraordinaria, casi incluso anormal, de la columna en movimientos de flexión y estiramiento, aunque según TITTEL (*ibídem*) pueden originar en la región lumbar una osteocondrosis precoz. Estos estiramientos y flexiones extremos tienen lugar en los segmentos libres de costillas (fig. 90).



Figura 90: *Flexibilidad hiperfisiológica de la columna vertebral en las regiones lumbar y cervical (TITTEL, 1985, 140).*

En cualquier caso, como han mostrado las investigaciones de TILSCHER (1985, 194 y ss.), parece que la hiperflexibilidad de las gimnastas, sobre todo en la región lumbar, presenta un elevado potencial patógeno, sin que haya de ser patológico en sí mismo. Es posible apoyar y compensar esta hiperflexibilidad mediante una musculatura bien formada.

El mantenimiento de un grado de libertad fisiológicamente óptimo y el suministro de líquido sinovial a las articulaciones exigen someter a éstas a un entrenamiento de flexibilidad sistemático y continuado.

3.5.3.2 Estiramiento muscular - Propiedades mecánicas

Trataremos las *propiedades mecánicas* de los músculos desde el punto de vista de las propiedades de los materiales en física. Las *miofibrillas* (apartado 3.2.3.2) de las fibras musculares poseen propiedades plásticas, esto es, no oponen una resistencia particular o duradera a una fuerza que actúa sobre ellas. Cuando la fuerza ha dejado de ac-

tuar tampoco vuelven solas a la longitud de partida. La *parte de tejido conjuntivo* del músculo posee propiedades *elásticas*. Se compone, como promedio, de un 15 % de la masa muscular, de los tendones y los elementos elásticos en serie y en paralelo que rodean al músculo. Las fuerzas que actúan sobre el músculo lo deforman, pero al cesar su acción éste retorna a su longitud original. Así pues, en la contracción y el estiramiento del músculo participan en todo momento tres estructuras: (1) las *miofibrillas* como elementos contráctiles de las fibras musculares, (2) las *partes de tejido conjuntivo dispuestas en paralelo* con respecto a las miofibrillas (p. ej. las fascias) y (3) las *partes de tejido conjuntivo dispuestas en serie* con las miofibrillas (tendones).

Al principio de un estiramiento los *filamentos de actina* y *miosina* se deslizan casi sin resistencia entre sí, y la formación de puentes entre los filamentos de actina y las cabezas de miosina se reduce. Al mismo tiempo, las partes elásticas del tejido conjuntivo dispuestas en paralelo comienzan a oponer una resistencia cada vez mayor al ir siendo mayor el estiramiento. Con ello se inicia el aumento de la tensión muscular. Cuando se alcanza un determinado grado de tensión, los *tendones* comienzan también a ofrecer resistencia al estiramiento (MARKWORTH, 1984, 51 y ss.).

Si un músculo aislado se estira y se estimula artificialmente en todas las etapas, produciendo una contracción isométrica, se puede observar que la tensión muscular crece en un primer momento para disminuir a continuación (fig. 91).

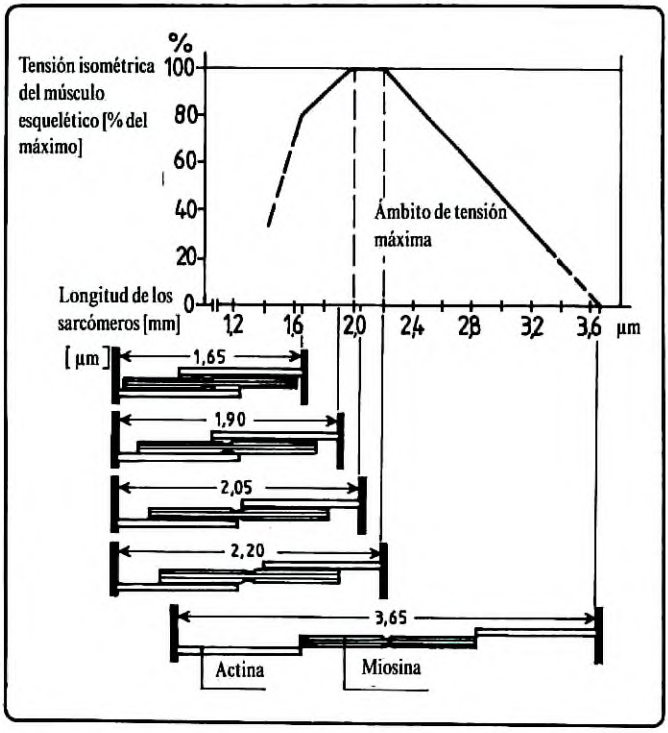


Figura 91: *Curva de la tensión muscular creciente y decreciente dependiendo de la longitud de los sarcómeros (de MARKWORTH, 1984, 55).*

Cuando, con una longitud de sarcómero de 3,5 (mm aprox., las cabezas de miosina y los filamentos de actina dejan de estar en contacto, el músculo ya no es capaz de desarrollar tensión.

La longitud con la que el músculo puede desarrollar su tensión máxima se llama *longitud de reposo*. Se eligió esta denominación porque se pudo observar que la mayoría de los músculos del organismo humano presentan esta longitud cuando están relajados y en reposo. Si en el transcurso de una operación quirúrgica el músculo se desprende de su inserción, se vuelve a contraer entre un 10 y un 20 % y alcanza así la llamada longitud mínima. Por tanto, el músculo puede desarrollar una tensión óptima en estado de reposo no sólo porque la longitud del sarcómero de 2,2 mm (fig. 91) presenta el mejor solapamiento de miosina y actina, sino también porque con este estiramiento previo del 10-20 % respecto de la longitud mínima las partes elásticas del tejido conjuntivo se encuentran con la tensión previa óptima para transmitir a los huesos la fuerza desarrollada por los sarcómeros.

En los movimientos preparatorios con un mayor estiramiento previo desciende la tensión activa producida por los sarcómeros, pero aumenta la tensión global que actúa hacia afuera, esto es, la suma de la tensión activa producida y la tensión pasiva acumulada en las estructuras elásticas.

Como hemos descrito en el apartado 3.3.3.3, los *reflejos de estiramiento* desempeñan un papel importante en los estiramientos. Concebimos la conexión básica de los reflejos de estiramiento espinales como un bucle de control con la siguiente secuencia: cada músculo dispone de *husos neuromusculares* que desempeñan la función de receptores de estiramiento. Están conectados en paralelo a las fibras musculares y son muy sensibles al estiramiento. Cuando un músculo se estira, se estiran también los husos neuromusculares. El receptor de estiramiento está conectado con la médula espinal mediante las fibras nerviosas Ia, de alta sensibilidad (fig. 66). En los *tendones* se encuentran otros receptores, los *órganos del tendón* u *órganos tendinosos de Golgi*. Están dispuestos en serie, uno tras otro, y son capaces de percibir modificaciones de tensión. Se estimulan tanto con la contracción activa como con el estiramiento pasivo del músculo. Si un tendón se estira, los órganos de Golgi comunican el aumento de la tensión a la médula espinal a través de las fibras Ib (fig. 66). El umbral de excitación de los órganos del tendón es considerablemente más alto que el de los husos neuromusculares. Por ello saltan primero con una contracción o un estiramiento fuertes.

Este mecanismo regulador apunta a que los ejercicios de estiramiento habituales con balanceos, rebotes y sacudidas podrían originar el efecto contrario, pues un estiramiento fuerte y súbito sobre el músculo, si tiene lugar mediante golpes, balanceos o rebotes, produce por regla general una "inhibición autógena" del reflejo de estiramiento, un contrapeso a dicho reflejo, e influye por tanto sobre agonistas y antagonistas, ya que la frecuencia de la excitación de los husos neuromusculares no sólo depende del tamaño del estiramiento (aumento de longitud), sino también de la velocidad de éste (modificación de longitud/unidad de tiempo). Así, los músculos agonistas se oponen al estiramiento con contracciones. En vez de volver los músculos más flexibles y extensibles,

con estiramientos de balanceo y tracción violenta se consigue lo contrario, porque a largo plazo estos músculos habrán de desarrollar una mayor resistencia a causa del acortamiento que se opone a su estiramiento (KNEBEL, 1985, 42 y s.).

Esta versión, si bien parece haberse convertido en teoría de general aceptación, deja todavía preguntas abiertas. Desde el punto de vista neurofisiológico, la cuestión de si la "inhibición autógena" produce realmente los efectos que se le suponen no queda libre de dudas, pues no parece que dure más de unos pocos milisegundos. Tampoco queda claro en qué grado de tensión muscular se provoca esta inhibición. Precisamente en deportistas que han entrenado concienzudamente el estiramiento subsisten serias dudas de que una tensión muscular desarrollada voluntariamente produzca una inhibición constatable del músculo. Si éste fuera el caso, en toda elevación de la tensión muscular, p. ej. mediante estiramientos previos, movimientos preparatorios, etc., el músculo que trabaja se inhibiría. Esto acarrearía considerables limitaciones para el modelo de movimiento (HOSTER, 1987, 1526). Ni la medicina deportiva ni la metodología del entrenamiento pueden presentar hasta la fecha resultados fiables de investigaciones sobre técnicas de estiramiento diferentes.

3.5.4 Métodos del entrenamiento de la flexibilidad

3.5.4.1 Relación entre objetivos y métodos

Si, resumiendo, hacemos una valoración de las consideraciones anteriores, podemos concluir que el entrenamiento de la *flexibilidad* tiene dos *objetivos* o tareas básicos: la *mejora de la movilidad articular* y la *mejora de la capacidad de estiramiento de los músculos*.

Mediante un entrenamiento de la ***movilidad articular*** podemos ejercer un influjo sobre (1) el *metabolismo articular*, (2) los *procesos neurofisiológicos de regulación, inhibición y activación* y (3) el *estado de los elementos formales del tejido conjuntivo* así como el *estado de los músculos que actúan sobre la articulación*. Factores no susceptibles de ser influidos son la forma de la articulación, las manifestaciones de desgaste en ésta y las modificaciones de sus componentes óseos (KNEBEL, 1985, 88 y s.). El entrenamiento de la movilidad articular se realiza mediante *ejercicios gimnásticos*. Estos han de procurar la obtención y el mantenimiento de una buena *movilidad articular* general.

El entrenamiento de la ***capacidad de estiramiento*** de la musculatura está dirigido a la *mejora* cualitativa *de las propiedades elásticas* del músculo. Dicha mejora se consigue en escasa medida a través de una mayor capacidad de estiramiento de las partes del tejido conjuntivo, lo cual se explica porque el músculo puede ser estirado entre un 150 y un 200 % de su longitud de partida, mientras que los tendones, por ejemplo, sólo son estirables en un 5 %. La mejora se consigue sobre todo a través de las propiedades elásticas de los mismos músculos.

3.5.4.2 El entrenamiento de la movilidad articular general

Este entrenamiento se realiza con *ejercicios gimnásticos activos*. Estos ejercicios se reúnen para formar un *programa*, diseñado en relación con los *círculos funcionales* de nuestro sistema locomotor. Según KNEBEL (1985, 75), el concepto de círculo funcional designa una unidad funcional, esto es, un sistema parcial del aparato locomotor. Esta división es importante a la hora de sistematizar el entrenamiento de la movilidad articular.

Para la realización práctica del entrenamiento proponemos, siguiendo a KNEBEL, los siguientes círculos funcionales, y escogemos para cada uno de ellos cuatro o cinco formas de ejercicio dentro del programa del entrenamiento:

— *Círculo funcional I*: Articulaciones del hombro, omóplato, clavícula, extremidad superior en su conjunto
— *Círculo funcional II*: Regiones cervical, dorsal y lumbar de la columna vertebral
— *Círculo funcional III*: Pelvis y articulación de la cadera
— *Círculo funcional IV*: Articulación de la cadera con la extremidad inferior en su conjunto

Para la realización de los ejercicios rigen los siguientes principios metodológicos:

— Los ejercicios deben aprovechar toda la *amplitud del movimiento* para agotar y ampliar la extensión motriz real de la que dispone el individuo.
— El *ritmo de ejecución* es de fluido a moderadamente rápido.
— El *número de repeticiones* está entre unas 10 y 20 por ejercicio.

Aquí sólo hemos expuesto un programa de ejercicios sin aparato. La literatura especializada ofrece, en el capítulo referente a la movilidad articular, una serie de atlas con formas de ejercicio activas y pasivas, con y sin aparato, para todos los círculos funcionales. Es muy importante que las formas de ejercicio estén enfocadas a los *músculos activos* y a la *amplitud del movimiento* de cada articulación en concreto.

3.5.4.3 El trabajo de la capacidad de estiramiento de los músculos

En la metodología del entrenamiento tradicional (HARRE; ZACIORSKIJ, etc.) se describen cuatro tipos de estiramiento, (1) el *estiramiento activo-dinámico*, (2) el *activo-estático*, (3) el *pasivo-dinámico* y (4) el *pasivo-estático*. En la literatura de habla alemana se conocen como ***técnicas de "stretching"*** (1) los *estiramientos pasivo-estáticos* (estiramientos sostenidos) y (2) los *estiramientos según la tensión isométrica*. Esta última técnica es denominada también por varios autores estiramiento postisométrico (en la medicina manual), *estiramiento CHRS (contract-hold-relax-stretch)* y *estiramiento FRE (flexión - relajación - estiramiento)* (KNEBEL, 1985, 59). Estos conceptos son diferentes, desde el punto de vista tanto metodológico como fisiológico, y se utilizan de forma tan dispar como el propio concepto de *stretching*.

Los ***estiramientos activo-dinámicos*** están, como forma gimnástica tradicional del estiramiento, en el punto de mira de los defensores del *stretching*, y son acusados por éstos de "técnica de sacudidas", inútil y perjudicial (SÖLVEBORN, 1983). Sin embargo, deberíamos mantener cierta distancia ante estas descalificaciones globales, pues los argumentos que se aducen para apoyarlas pecan de unilateralidad (MAEHL, 1986, 97). El más frecuente de éstos es la mención del reflejo de estiramiento muscular; dicho reflejo provoca, ante un estiramiento rápido del músculo, una actividad del huso neuromuscular que dificulta considerablemente el efecto del estiramiento. Ciertamente, este proceso neurofisiológico puede ocurrir en caso de estiramientos musculares inesperados o con sacudidas. Pero, como ha demostrado la praxis del entrenamiento, el estiramiento activo-dinámico no es ni doloroso ni perjudicial si los movimientos se ejecutan de una manera correcta, fluida y controlada (HOSTER, 1987, 1524). Los ejercicios con estiramiento activo-dinámico son incluso necesarios para desarrollar la sensación y la capacidad de estiramiento en los *movimientos preparatorios* (disciplinas de lanzamiento, natación en estilos mariposa, *crol*, espalda) y en *acciones de balanceo* de las extremidades. En cualquier caso, para el estiramiento activo-dinámico rigen los siguientes principios metodológicos: (1) Los ejercicios han de mostrar una *ejecución controlada*; (2) el estiramiento no tiene lugar mediante sacudidas, en el sentido de una acción violenta, sino con una *oscilación fluida*; (3) el *grado de estiramiento* se eleva *gradualmente* en la serie de repeticiones, hasta llegar a la máxima extensión de los músculos antagonistas (HOLLMANN / HETTINGER, 1980, 175); (4) los músculos que se van a estirar tienen que haberse *calentado* previamente, y (5) el *número de repeticiones* estará entre 10 y 20.

Los ***estiramientos activo-estáticos*** dependen en gran medida de la fuerza isométrica de los antagonistas. Este tipo de estiramiento adquiere un papel relevante sobre todo para los gimnastas. El principal método que se aplica en éste ámbito es la técnica de mejora neuromuscular propioceptiva creada por HOLT en 1971. Transcurre de la siguiente manera: Estiramiento del músculo en cuestión - 6 segundos de contracción isométrica de este músculo - fase de relajación de 2 segundos - nuevo estiramiento (contracción concéntrica) de este músculo durante 6 segundos. Así, el músculo que se estira encuentra en los límites de su capacidad una resistencia en el sentido de su detención. A partir de este momento, el músculo estirado experimenta una fuerte contracción isométrica, si bien la posición de la articulación no varía. En la fase de relajación que viene después, y debido a la tarea de contracción isométrica activa, el músculo se estira de nuevo activamente (en el sentido de una contracción concéntrica). Este proceso de "estirar - tensar - relajar - volver a estirar" se repite durante unos 60 s.

Sin embargo, la realización práctica de esta técnica no es sencilla debido a la complejidad de su forma y requiere experiencia. Sólo son aplicables aquellas formas de entrenamiento en las que se puede efectuar una contracción isométrica contra la resistencia del estiramiento. También es necesaria la capacidad de compenetración del compañero, pues muchos ejercicios se realizan por parejas (MAEHL, 1986, 83).

El ***estiramiento pasivo-estático***, también denominado "estiramiento duradero" o "permanente", ha alcanzado, en tanto que técnica propia del *stretching*, una amplia difusión a partir de la obra fundamental de ANDERSON (1982), que ha generado una nueva conciencia acerca del estiramiento, tanto en el deporte de rendimiento como en el de tiempo libre. Esta evolución de los hechos no debería ocultarnos que "tanto los ejercicios como los efectos del estiramiento tradicional no han experimentado ninguna modificación sustancial debido a esta nueva orientación (*stretching*)" (HOSTER, 1987, 1525). Creemos que para trabajar la capacidad de estiramiento en el marco del entrenamiento de la flexibilidad se debería aplicar el *stretching* clásico o el estiramiento permanente, en el sentido de un *estiramiento **suave**, mantenido*, con *formas de ejercicio* (1) *activas y autodirigidas* y (2) *pasivas y dirigidas por otros* (KNEBEL, 1985, 95).

Con el *estiramiento suave y mantenido*, llamado también extensión pasiva o "estiramiento insistente" (SÖLVERBORN, 1983, 113 y s.), estiramos el músculo lentamente (con suavidad) hasta alcanzar la longitud que podamos soportar sin dolor. Esta fase del *"easy stretch"* se mantiene un tiempo entre 10 y 30 segundos, esto es, hasta que disminuye de forma perceptible la sensación de tensión. Entonces comienza la siguiente fase, denominada *"development stretch" [estiramiento de desarrollo]*: aquí continuamos lentamente con el estiramiento y lo mantenemos de nuevo entre 10 y 30 segundos. Se debe evitar la hiperextensión. Ninguna de las dos fases deberían superar un tiempo de duración de 30 segundos. También el *stretching* se realiza de acuerdo con *programas*, y en ellos hay que intentar abarcar los grupos musculares más importantes de las extremidades superior e inferior, así como del tronco.

Posiblemente, el efecto de la técnica de *stretching* que hemos descrito haya sido valorado por encima de sus méritos, pues la literatura que ha producido ha sabido destacar las ventajas que posee, referidas a una mejor circulación sanguínea, inervación de la musculatura, calentamiento, sudoración, crecimiento muscular, prevención de lesiones, ahorro de energía, etc. Ahora bien, la consideración que no se suele añadir es que el trabajo activo de la flexibilidad es capaz de producir estos resultados de forma más eficaz.

Los *estiramientos postisométricos*, o sea, los *estiramientos posteriores a las tensiones* (CHRS / FRE) no han llegado, lógicamente, a imponerse en el deporte de rendimiento; SÖLVEBORN (1983), en cualquier caso, los engloba dentro de la técnica del *stretching*.

El entrenamiento de la flexibilidad general, visto desde la perspectiva del contenido, es una amalgama de tres elementos básicos: (1) ejercicios gimnásticos encauzados hacia los objetivos: a) desarrollar la movilidad de las articulaciones y b) aumentar la capacidad de estiramiento activo-dinámica, y (2) un programa de *stretching* para desarrollar la capacidad de estiramiento pasivo-estática.

3.5.5 Entrenamiento de la flexibilidad especial



En modalidades como la gimnasia de aparatos, la gimnasia rítmica deportiva, el patinaje artístico o los saltos de trampolín, y en menor medida en la carrera de obstáculos, natación y otras, la flexibilidad es una magnitud decisiva del estado del rendimiento deportivo y necesita un entrenamiento especial sistemático que vaya más allá del entrenamiento de la flexibilidad general.

El entrenamiento de la flexibilidad especial se realiza en dos formas: (1) como *componente y continuación del entrenamiento de la flexibilidad* o (2) como *entrenamiento técnico suplementario* (véase apartado 2.2.3.6.).

La flexibilidad especial no sólo ha de ser sistematizada desde el punto de vista del contenido, sino que también, en varias modalidades, se la codifica y con ello se la hace susceptible de ser evaluada. Con ayuda de dos ejemplos ilustraremos la relevancia que tiene el entrenamiento de la flexibilidad especial. El primer ejemplo procede de los nadadores del equipo de EE.UU. (COUNSILMAN, 1980, 125 y ss.). Según este programa, un nadador necesita una *flexibilidad* media *de la cadera* (flexibilidad de la columna vertebral) y una *flexibilidad de los hombros y la articulación del tobillo* por encima de la media. Esta flexibilidad se trabaja de forma sistemática y se revisa de forma continua mediante los siguientes tests (fig. 92):

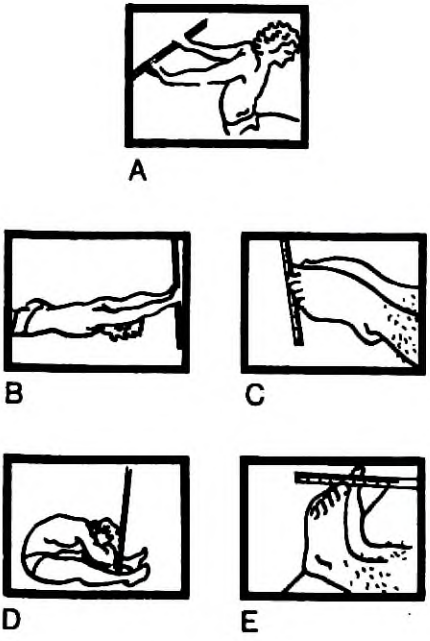


Figura 92: *Tests para controlar la flexibilidad de los nadadores: A = se examina la "flexibilidad horizontal de los hombros", esto es, la distancia (en cm) que se puede conseguir al aproximar las palmas de las manos, vueltas hacia abajo; B = "flexibilidad vertical de los hombros", se mide, con la barbilla sobre el suelo, la distancia que pueden alcanzar las manos con brazos y hombros extendidos hacia arriba; C = "flexión de la articulación del tobillo hacia la planta del pie", se mide la distancia dedo gordo - suelo; D = "flexión del tronco hacia delante", se mide la distancia de la frente al suelo con las rodillas extendidas; E = "flexión de la articulación del tobillo hacia la tibia", se mide la distancia entre el dedo gordo y la pared (COUNSILMAN, 1980, 127).*

El segundo ejemplo que exponemos procede de las *modalidades de composición*. En la gimnasia rítmica deportiva, la gimnasia de aparatos y el patinaje artístico el entrenamiento especial de la flexibilidad adquiere una importancia particular, porque la amplitud del movimiento es un criterio decisivo a la hora de juzgar la "estética de la ejecución técnica". Por ello estas modalidades disponen también de una serie de ejercicios de prueba con los que se mide la amplitud del movimiento.

Estos ejercicios (natación, gimnasia con aparatos) muestran al mismo tiempo los contenidos que configuran el entrenamiento de la flexibilidad especial.

Los ejemplos de entrenamiento de la flexibilidad especial que hemos presentado aquí brevemente nos sirven para que una vez más se destaque la *importancia de la flexibilidad* para el *estado del rendimiento deportivo*; también hemos de indicar que una flexibilidad defectuosa es a menudo el origen de limitaciones del rendimiento técnico y la condición física que no se pueden compensar por otros medios.

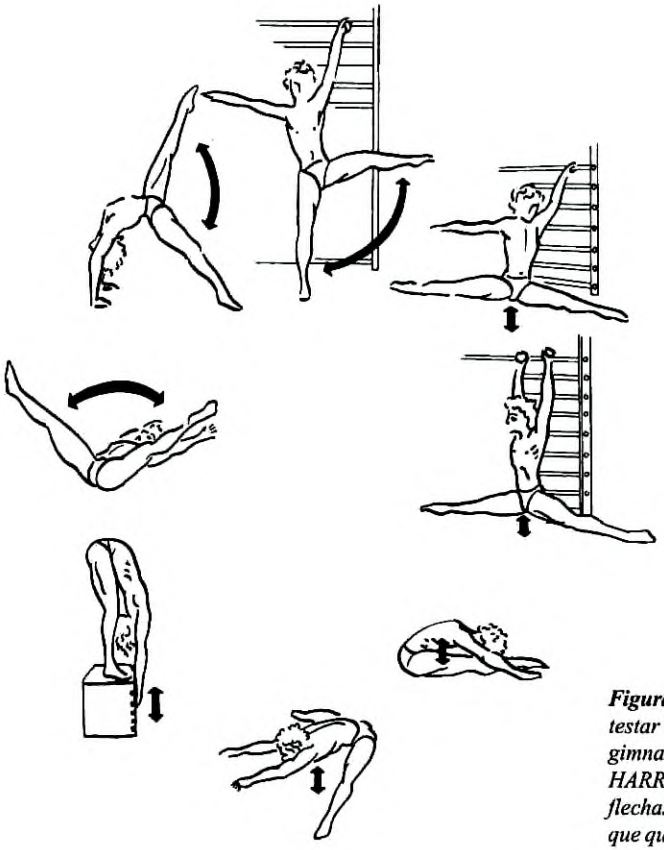


Figura 93: *Ejercicios para testar la flexibilidad en los gimnastas de aparatos, según HARRE (1986, 184 y ss.). Las flechas indican el rendimiento que queda registrado.*

3.5.6 Principios generales para la configuración del entrenamiento de la flexibilidad

El entrenamiento de la flexibilidad está sometido a determinados condicionamientos o ***reglas básicas*** que es preciso respetar:

— Todas las modalidades exigen una buena *movilidad articular* y *capacidad de estiramiento general*, y muchas de ellas una **flexibilidad** *especial*, cuyo moldeado sobrepasa a veces en mucho las dimensiones habituales. La flexibilidad es un *factor influyente* decisivo para el rendimiento en cualquier modalidad deportiva.

— El *desarrollo* y la *estabilización* de una buena flexibilidad general y especial exige un *entrenamiento de la flexibilidad sistemático* y *continuado*.

— Así pues, *toda sesión de entrenamiento* se inicia, por principio, con un *trabajo de flexibilidad de entre 15 y 20 minutos*. Es un componente integrador del calentamiento. En el marco de este calentamiento es necesario conseguir una *movilidad articular* y una *capacidad de estiramiento muscular* óptimas para el entrenamiento que sigue a continuación.

— La *sistematización* y la *duración* del entrenamiento de la flexibilidad se establecen según el *momento del día* (por la mañana uno está más rígido que al mediodía) y el *objetivo principal* de la *sesión de entrenamiento*. Si la sesión de entrenamiento está pensada para el trabajo de velocidad, fuerza rápida o fuerza máxima, se necesitará tener, junto con una buena movilidad articular, una musculatura en muy buen estado de estiramiento previo; si el objetivo es trabajar la técnica hará falta, además, una preparación especial de la flexibilidad.

— El *trabajo de la flexibilidad general* y *especial* se combina de acuerdo con cada *grupo de entrenamiento* y su *modalidad* particular, y enfatiza unos contenidos frente a otros en función de la sesión de entrenamiento que venga a continuación.

— El entrenamiento de flexibilidad se utiliza además para *aliviar la fatiga* e *impedir la rigidez de las articulaciones* después de una carga dura y voluminosa. Aquí las *técnicas de estiramiento* han demostrado un grado de eficacia notable.

— Los ejercicios de flexibilidad combinados con *baños calientes* (termales) y *sauna* han demostrado también un alto grado de eficacia.

4 Táctica y entrenamiento de la táctica

4.1 Sobre el concepto *táctica*

Los rendimientos deportivos se basan en un amasijo de efectos originados por unos componentes de condición física, técnico-motores e intelectuales. Así, cuando perseguimos un objetivo deportivo, las capacidades físicas como la fuerza, la velocidad y la resistencia adquieren una eficacia óptima sólo si se utilizan en compañía de las técnicas deportivas adecuadas. La *elección* de la forma de actuación más adecuada en el momento justo es la esencia del ***comportamiento táctico***. Con otras palabras: *comportamiento táctico supone utilizar de la mejor manera posible, cuando perseguimos un objetivo deportivo, las capacidades de condición física, las técnicas deportivas y las cualidades psíquicas*. Siguiendo a HAGEDORN (1983, 397), definiremos pues el concepto *táctica* de la siguiente manera:

DEFINICIÓN:
El concepto **táctica** designa la utilización de un sistema de planes de acción y de alternativas de decisión que permite regular la actividad haciendo posible un éxito deportivo.

Con la expresión *pensamiento táctico* designamos, por tanto, la capacidad que tienen los deportistas para relacionar las alternativas de decisión, tanto propias como ajenas, y los planes de acción unos con otros, y de aprovecharlos de la mejor forma posible para el éxito propio (HAGEDORN, *ibídem*).

Hemos de tener esto en cuenta sobre todo con vistas a la táctica empleada en competición, pues, como expone DÖBLER (1976), "en primer lugar, la acción de un deportista en competición supone una manifestación extremadamente compleja de la actividad deportiva, vinculada a varios planos y a múltiples ramificaciones de la estructura de la personalidad; en segundo lugar, la estrategia y la táctica se fundamentan en procesos psíquicos y psicofisiológicos complejos, y en tercer lugar, hay que entender las acciones condicionadas por criterios estratégico-tácticos como acciones encaminadas a un objetivo, que tienen su origen en la 'anticipación consciente del objetivo (imagen propia del objetivo o identificación con la tarea encomendada) y en las decisiones conscientes (considerando las posibles consecuencias de la acción y las motivaciones con las que se entra en conflicto), y cuya realización está regulada mediante constantes procesos de orientación analítico-sintéticos' " (en BARTH, 1980).

Como ya ha ocurrido al describir los entrenamientos de fuerza, resistencia y técnica, fundamentaremos el comportamiento táctico y su entrenamiento con modelos de

explicación científica. Con ellos intentaremos justificar, desde un punto de vista teórico, la diferenciación entre los entrenamientos de técnica y táctica.

4.2 Modelos de explicación científica para el entrenamiento de la táctica

4.2.1 Fundamentos biológicos de la táctica

Los rendimientos de táctica están marcados por la capacidad para percibir situaciones y reconocer su importancia para el proceso de la actividad, así como reaccionar con acciones técnico-motrices apropiadas. Llamamos percibir y reconocer al hecho de estructurar las sensaciones en objetos de percepción, ordenar éstos en conceptos y ponerlos en una relación funcional con el mundo conceptual de los objetos. Esta capacidad conductual del ser humano, que depende de su *capacidad de conciencia*, la denominamos ***capacidad de rendimiento cognitivo***.

4.2.1.1 Rendimientos cognitivos

En el capítulo sobre "Entrenamiento de la técnica" ya hemos tratado de un modo general la importancia de los componentes cognitivos y las facultades de la *conciencia* para la capacidad de rendimiento deportivo, y hemos examinado también el papel que desempeña la palabra para optimizar el comportamiento técnico-deportivo. Si queremos ahora ocuparnos de una actividad *sometida a la conciencia* como es la táctica, habremos de dilucidar si la palabra es una condición necesaria para una actuación consciente.

Aunque por regla general los rendimientos cognitivos están estrechamente vinculados a los *rendimientos verbales* (lingüísticos), los expertos en temas deportivos, sobre todo los más orientados a la práctica, dudan en atribuir a la verbalización de la actividad deportiva la importancia que los teóricos del deporte están tan dispuestos a concederle. Por nuestra parte, contribuiremos a aclarar esta cuestión describiendo unos cuantos modelos neurofisiológicos de la capacidad de rendimiento cognitivo.

Un argumento de peso para vincular las facultades de rendimiento de la conciencia (= capacidad de rendimiento cognitivo) a las verbales nos lo proporciona la constatación de que la mayoría de los trastornos cognitivos están unidos a algún tipo de trastorno lingüístico. Por este motivo, la fisiología de los centros nerviosos superiores asume actualmente que la conciencia y el pensamiento condicionan la función del aparato lingüístico, situado en el hemisferio cerebral de predominio verbal. Esto no supone necesariamente que los mecanismos cerebrales que hacen posible el pensamiento estén estrechamente vinculados con aquellos otros que hacen posible el lenguaje. Así, la conciencia no tiene un acceso inmediato a las operaciones del hemisferio de predominio no-verbal. Éstas sólo llegan a la conciencia si el aparato lingüístico del hemisferio verbal las recibe por el camino de las comisuras interhemisféricas.

Estos hechos vienen a apoyar la hipótesis de que todas las formas de actividad son en último término un intercambio entre conjuntos neuronales altamente especializados y relativamente independientes, es decir, que por una parte el *movimiento dirigido a un objetivo* (p. ej., el comportamiento técnico-deportivo automatizado) *no es tarea obligada de la conciencia*, mientras que por otra parte la *actividad consciente* (p. ej., el comportamiento táctico deportivo) exige la participación del *aparato lingüístico*. La percepción, pensamiento y actividad conscientes, es decir, la consciencia mental en general, sólo son posibles cuando el aparato lingüístico del cerebro está disponible y tiene acceso a las informaciones que almacena el encéfalo en su conjunto. De estas reflexiones –que aquí no hay lugar para tratar con mayor amplitud– cabe extraer la siguiente conclusión: sólo cuando la información en crudo procedente de los hemisferios cerebrales es transformada en símbolos y presentada al propio cerebro en esta transformación simbólica, tiene lugar la percepción consciente tal como la experimentamos y sólo entonces es posible el pensamiento consciente.

Por supuesto que existen rendimientos combinatorios del cerebro que no llegan a la conciencia como pensamiento consciente: un problema no resuelto o una relación advertida de forma difusa pueden aparecer de repente con claridad en la conciencia, sin que uno haya experimentado conscientemente los procesos que han conducido a esta súbita evidencia. Algo parecido ocurre al "encontrar" una palabra o nombre medio olvidados. Uno no "piensa" "conscientemente" en ellos, pero de repente la palabra o el nombre "están ahí", esto es, en el aparato lingüístico. Dependiendo de la definición adoptada del concepto "pensamiento", designaremos como "pensamiento inconsciente" las combinaciones no conscientes de sensaciones y nociones o bien reservaremos la palabra "pensamiento" para la combinación lógica de conceptos en la consciencia (CREUTZFELDT, 1983, 342).

La ***conciencia***, en tanto que percepción y pensamiento conscientes, está unida a una serie de funciones corticales y a la integridad del hemisferio de predominio verbal, esto es, del *aparato lingüístico* del cerebro.

Si ahora, continuando este razonamiento, intentamos diferenciar entre entrenamiento de técnica y de táctica, podemos decir que el ***entrenamiento de técnica*** supone, desde el punto de vista de la fisiología de los centros nerviosos superiores, un predominio del ***trabajo del cerebelo***, mientras que el ***entrenamiento de táctica*** apunta sobre todo a la mejora del trabajo en las ***áreas corticales del cerebro***. El cerebelo y la corteza cerebral no sólo se diferencian por su topografía, sino también por su adaptabilidad funcional. Mientras que el cerebelo presenta sobre todo unas propiedades de *almacenamiento a largo plazo*, por ejemplo de programas especiales consolidados a través de un largo ejercicio –no sólo deportivo-motores, sino también lingüístico-motores, incluso modelos de pensamiento –, la corteza cerebral es sustancialmente más flexible: por su constitución es mucho más voluminosa y sobre todo más rápidamente "moldeable" que todas las estructuras subcorticales. Para la táctica esto significa que sus esquemas son más rápidamente modificables que el comportamiento técnico. Así, en el terreno de la praxis, con esquemas de desarrollo táctico a corto plazo, no se suele plantear la

pregunta de qué destrezas deportivo-motrices se necesitan para la táctica que se ha planificado, sino que más bien hemos de preguntarnos qué esquemas tácticos son aplicables en el actual estado de destreza.

4.2.1.2 Memoria y recuerdo

La táctica es sobre todo un rendimiento de las estructuras superiores del SNC, donde el hemisferio de predominio verbal de la *corteza cerebral* desempeña, como hemos descrito, un papel predominante. Con vistas a la optimización del comportamiento táctico-deportivo es importante conocer en qué procesos se basa la modificación funcional y estructural que sufre el sistema nervioso como consecuencia del pensamiento y la retención en la memoria. *El comportamiento táctico óptimo se basa, a grandes rasgos, en la capacidad para recordar contenidos relevantes de la memoria en el momento adecuado*, o bien, formulado de otra manera, para traer a la conciencia contenidos de la memoria a largo plazo. De este modo equiparamos la conciencia con la memoria a corto plazo de categorías mentales.

Se suele aceptar que existen dos clase de *aprendizaje* y de *memoria*: *a corto* y *a largo plazo*. Como fundamento neuronal del aprendizaje se cree que una información se almacena primero bajo la forma de una excitación circular en un modelo ordenado espacio-temporalmente, como *engrama dinámico* (apartado 2.4). Esta excitación circular produce a continuación modificaciones estructurales en las sinapsis que participan y, por tanto, una consolidación, un *engrama estructural*. El contenido de memoria puede ser recuperado de nuevo mediante la correspondiente activación de estas sinapsis. Por ello, la sinapsis es un punto clave para quienes actualmente investigan el procesamiento de la información en el cerebro.

Como base explicativa para la ***memoria a corto plazo*** se utiliza hasta la fecha la llamada potenciación post-tetánica, que influye sobre los procesos sinápticos como facilitación sináptica: si comenzamos a estimular una terminación nerviosa con una frecuencia de 20/s, apenas se podrá observar una señal sináptica de excitación tras el primer estímulo. Las señales no aumentan hasta que no va transcurriendo la serie de estímulos. Una activación repetida aumenta la eficacia de la transmisión sináptica. Si se duplica la frecuencia de estimulación, el efecto de facilitación será aún más pronunciado. Con esta facilitación aumenta el número de transmisores liberados. Así, el efecto de facilitación alcanza su máximo cuando el segundo estímulo tiene lugar unos pocos ms después del primero y se debilita con constantes de tiempo del orden de los 50 ms en adelante (DUDEL, 1987, 57 y s.).

Las distintas sinapsis muestran diferencias muy marcadas en cuanto a la dependencia de esta facilitación. Sobre todo las sinapsis del SNC son particularmente dependientes; en éstas un único potencial de acción en la terminación presináptica apenas produce liberación de transmisores, mientras que varios impulsos en sucesión rápida tienen gran eficacia. Las dimensiones y la duración de la facilitación dependen en gran medida de cada sinapsis y de la duración y frecuencia de los estímulos repetidos. Las

potenciaciones post-tetánicas más largas hasta ahora conocidas duran varias horas. Desde un punto de vista funcional, la potenciación post-tetánica (= facilitación) es una secuencia de un proceso del SNC facilitada por el ejercicio; por tanto, un proceso de aprendizaje (*ibídem*).

Mientras que la potenciación post-tetánica (= facilitación), que acabamos de describir, explica el fenómeno de la memoria a corto plazo, hemos de suponer que los recuerdos a largo plazo o *memoria a largo plazo* están codificados en el cerebro como unas modificaciones estructurales permanentes de las conexiones neuronales. Argumentos de peso apoyan la tesis de que las modificaciones plásticas necesarias han de buscarse en las sinapsis. Así, por ejemplo, podrían producirse hipertrofias en ellas, podrían formarse sinapsis suplementarias o bien desaparecer algunas (ECCLES, 1979, 230 y s.).

Se supone que la activación neuronal en el proceso del aprendizaje produce en primer lugar una síntesis específica del ARN, que a su vez produce una síntesis proteica, y así se llega finalmente a un crecimiento de las sinapsis y a una codificación del recuerdo. El crecimiento de las sinapsis que están en el origen de la memoria a largo plazo requiere un periodo de tiempo de 30 minutos a 3 horas. Debe existir una *memoria a medio plazo* que cubra el hueco entre la *memoria a corto plazo* de segundos y el comienzo del *crecimiento de las sinapsis* que produce la memoria a largo plazo. La potenciación post-tetánica anteriormente descrita se supone que se corresponde exactamente con los requisitos de la memoria a medio plazo. Estaría inducida por las activaciones sinápticas de la memoria a corto plazo que se repiten, seguiría inmediatamente a las activaciones, limitándose a las sinapsis activadas, y se podría clasificar según el tipo de acción realizada (ECCLES, 1979, 235).

Si transferimos la distinción entre *memoria a corto plazo* y *memoria a largo plazo* al terreno de la biología, la primera se basa en mecanismos iónicos modificados, mientras que la segunda lo hace en estructuras proteicas modificadas. La memoria a corto plazo ("de iones") queda reflejada en una concentración elevada de iones calcio y una disminución del caudal de iones potasio en las células nerviosas y musculares, lo cual las sensibiliza ante los estímulos que tienen lugar tras la activación. La memoria a largo plazo ("de proteínas") se manifiesta en una acumulación de proteínas especiales en las membranas sinápticas, en una serie de modificaciones estructurales de las ramificaciones dendríticas en las neuronas (LEHNERTZ, 1990a).

Entre la *memoria "de iones"* y la *memoria "de proteínas"* existe una estrecha interacción, pues por una parte la síntesis proteica que crea la memoria se ve estimulada por el aumento de actividad de los iones calcio; por otra parte, esta actividad de los iones sólo es posible sobre la base de estructuras proteicas que existían de antemano. Como es sabido, toda actividad deportivo-motriz exige un repertorio adecuado de destrezas acumuladas en la memoria motriz a largo plazo. Según esto, el principal cometido del entrenamiento de la técnica consiste en movilizar, en una sucesión óptima y mediante una repetida activación de las células musculares y nerviosas, las corrientes de iones, que a su vez estimulan la deseada síntesis proteica sobre la que se basa la memo-

ria a largo plazo. La utilización óptima de estas destrezas acumuladas a largo plazo precisa un pensamiento táctico, que hemos de entender como el proceso de la vinculación asociativa de situaciones percibidas con modelos adecuados de actuación motriz recuperados de la memoria (*ibídem*).

4.2.1.3 Consecuencias para la táctica

La *táctica* abarca tanto las decisiones adoptadas durante la competición, que ejercen un influjo inmediato sobre los acontecimientos que en ésta ocurren, como las medidas a plazo más largo que se insertan en el entrenamiento. Así, por ejemplo, con un entrenamiento de la flexibilidad prolongado suele aparecer un problema relacionado con la *depresión*: cuando se suceden series largas de excitaciones muy frecuentes, debidas a las terminaciones nerviosas, se produce una depresión sináptica (DUDEL, 1987, 59). Como en estos casos se reduce el número de transmisores liberados, la transmisión sináptica no se realiza ya de forma óptima. Si continúa la excitación, tiene lugar en estos casos una movilización de sinapsis sustitutorias a modo de compensación; esto puede generar nuevas conexiones, que no son, sin embargo, las mejores vías de enlace para secuencias motrices óptimas en condiciones de recuperación. El *fenómeno de la depresión* adquiere importancia táctica en la competición cuando la situación en ésta exige realizar una serie prolongada de secuencias motrices similares, de mucha intensidad (LEHNERTZ, 1990a).

Para actuar con éxito en la competición no sólo es importante haber adquirido mediante el trabajo una *memoria motriz a largo plazo*, sino que hay que estar en condiciones de utilizar en el momento justo este potencial. Con otras palabras, hemos de recordar la ejecución motriz óptima. Esto es un punto clave del comportamiento táctico. En relación con los mecanismos de acumulación de la información aquí elucidados, recordar una secuencia motriz aprendida consiste en sensibilizar las sinapsis necesarias para la conducción del movimiento; en términos prácticos, en ensayar la ejecución de un movimiento hasta que salga en la forma prevista, pues la probabilidad de encontrar la mejor forma de movimiento posible en un intento de una serie es mayor cuando todas las sinapsis participantes en la forma óptima han sido facilitadas mediante un intento previo (*ibídem*).

Los efectos del trabajo de técnica se experimentan continuamente, y uno intenta conseguirlos con el correspondiente entrenamiento de la táctica, por ejemplo con saltos, lanzamientos, giros, etc., y según la disposición de cada día son necesarios varios ensayos antes de que un movimiento discurra de modo conforme al objetivo. A veces, al iniciar una sesión de entrenamiento cualquier esfuerzo se traduce en un fracaso. Entonces los deportistas han de decidir si merece la pena o no interrumpir el entrenamiento para no favorecer la formación de conexiones sinápticas no deseadas. Incluso cuando tal o cual ensayo de movimiento, realizado con gran esfuerzo y concentración, discurre con arreglo a lo deseado, si la cifra de repeticiones más o menos desafortunadas es considerablemente mayor, la probabilidad de programación errónea de las si-

napsis aumenta frente a la de optimización de los programas. En las modalidades cuyo espectro de movimientos consta de varias destrezas deportivo-motrices diferentes, los deportistas tienen la oportunidad de cambiar de movimiento al aparecer los síntomas de depresión, pues es probable que la biosíntesis proteica no entre en competencia con los mecanismos iónicos del almacenamiento a corto plazo. Esto sólo tiene validez cuando el programa de recambio se diferencia sustancialmente del programa fatigado y el movimiento transcurre sin esfuerzo de la forma deseada.

El hecho de que un movimiento sólo esté facilitado sinápticamente de forma precisa cuando ha sido preparado mediante un ensayo previo o de test, realizado con la menor antelación posible respecto al intento principal, condiciona determinadas formas de comportamiento. Los deportistas de ciertas modalidades lo pueden valorar en su justa medida cuando aprovechan la oportunidad de *realizar un ensayo de prueba completo o varias posiciones clave del movimiento antes de un ensayo de competición*. Es igualmente importante realizar movimientos *de escaso riesgo* inmediatamente antes de iniciar un ejercicio de competición más complejo (patinaje artístico, ejercicios de figuración libre en gimnasia), para permitir que se ponga en marcha la *sensibilización sináptica* sobre la base de los iones en las estructuras neuronales involucradas y a partir de ahí "pisar el acelerador" cuando los movimientos han sido facilitados. Los jugadores de tenis, por ejemplo, saben lo arriesgado que es interrumpir un duelo de golpes cruzados con un golpe en paralelo. La razón de que esta combinación de golpes sea tan difícil es que después de unas cuantas pelotas cruzadas seguidas, este golpe ha sido facilitado por completo, y es posible que el otro no lo haya sido. Con ello, la probabilidad de acertar con otro golpe cruzado es sustancialmente mayor que si se intenta uno diferente.

Partiendo del hecho de que la facilitación sináptica tiene una duración limitada, cabe formular una regla que es muy a menudo transgredida en los concursos de salto de altura y salto con pértiga: muchos saltadores han desaprovechado la oportunidad de una medalla en grandes competiciones internacionales como Juegos Olímpicos, Campeonatos del Mundo o de Europa, bien por haber escogido alturas excesivas al principio o bien por haber renunciado, debido a consideraciones tácticas, a alturas intermedias en la fase final. En ambos casos, la prolongación del tiempo de espera previo al salto se tradujo en intentos fallidos, con lo cual la ventaja táctica de un menor número de intentos se convirtió en la desventaja de intentos fallidos suplementarios. También influye aquí decisivamente el hecho de que con distancias de tiempo demasiado largas entre los ensayos la facilitación sináptica desaparece en gran medida. La visible desventaja que resulta de esta circunstancia no puede compensarse ni con la concentración mental más intensa.

Con nuestra insistencia en la realización de ensayos previos completos en el momento de preparar un intento de competición no quisiéramos dar la impresión de que las medidas de tipo mental no tienen ninguna importancia para preparar los intentos prácticos de movimiento. Al contrario: una programación mental previa adecuada es igualmente imprescindible para una disponibilidad motriz óptima. Al representarnos

mentalmente una secuencia motriz que hay que ejecutar se produce una facilitación sináptica al más alto nivel del SNC –en el córtex asociativo–, que equivale a la que se produce en la ejecución real del movimiento. Sin embargo, estas facilitaciones suelen quedar limitadas a las estructuras superiores, sin que el movimiento se "abra paso" hasta la musculatura (*ibídem*).

Para terminar, mencionaremos aún una ***"memoria suplementaria"*** que se debería aprovechar con vistas a los objetivos. Hablamos de la *fijación por escrito* de las ayudas verbales utilizadas para dirigir la actividad y el movimiento. Los deportistas que practican modalidades técnica y tácticamente exigentes formulan de modo verbal, por lo menos mentalmente, determinadas sensaciones cinestésicas, secuencias motrices representadas de forma visual y decisiones tácticas que les hayan impresionado particularmente. Estas codificaciones lingüísticas sobre la percepción de los propios movimientos y acciones pueden y deberían ser conservadas por escrito. La palabra escrita tiene aquí la finalidad de despertar el correspondiente recuerdo y crear de este modo las condiciones previas a la facilitación sináptica de una acción motriz con la calidad deseada (LEHNERTZ, 1990a). Igualmente, es más probable que surja el recuerdo de acciones de competición afortunadas si se ha tenido la costumbre de registrar regularmente las experiencias.

4.2.2 Modelos de pensamiento de la psicología de la acción acerca de la táctica

Las actividades orientadas a un objetivo se llaman generalmente acciones. Las actividades realizadas para alcanzar un objetivo en el deporte son, pues, básicamente *acciones deportivas*. Si las clasificamos según predominen en ellas los componentes físicos y motores o bien lo hagan los cognitivos, englobaremos las acciones tácticas en el apartado de las segundas.

Así pues, visto desde el punto de vista de la psicología de la acción, la actividad táctica se basa, para la realización del entrenamiento y de la competición, en primer lugar en experiencias, esto es, en un saber adquirido y acumulado. En la situación concreta de la acción, este fondo de experiencias se vincula con las condiciones de su transcurso; en la literatura especializada, éste se considera como un *transcurso en fases*. De acuerdo con este modelo, las acciones tácticas se desarrollan en las siguientes ***fases***: Primera fase (periodo sensorial) - *percepción de la situación*; percibimos y comprendemos los movimientos del rival, trayectoria de vuelo y velocidad de la pelota, situaciones y posiciones en el espacio. Segunda fase (periodo discriminatorio) - *confrontación mental y análisis de la situación*; aquí calculamos las opciones propias y las del rival, y revisamos mentalmente las posibilidades de solución. Tercera fase (periodo combinatorio) - *elaboración de un plan de acción*; considerado como la mejor solución para la jugada en ese momento. Cuarta fase (periodo operativo) - *transformación en acción*; aquí transcurren al mismo tiempo procesos mentales operativos, con los cuales el plan de acción originario se adecua de nuevo a las condiciones de la situación. Quinta fase (periodo de valoración) - *análisis de resultados*; comienza ya durante el curso activo de

la acción y continúa después de ella. En esta fase tiene lugar una valoración subjetiva del resultado de la acción. La intensidad de esta fase desempeña un papel decisivo respecto a la acumulación de experiencia.

¿Debe una acción eficaz transcurrir de acuerdo con estas fases que acabamos de exponer, sobre todo en las modalidades de juego (tenis, tenis de mesa) o lucha (boxeo, esgrima), donde se actúa con premura de tiempo? La pregunta, por nuestra parte, habrá de quedar sin respuesta. En los apartados sobre la "aplicación del entrenamiento de la técnica" (2.2.3.5) y los "rendimientos de velocidad de reacción" (3.3.2.1) ya nos hemos ocupado de esta problemática.

La elaboración científica de cuestiones tácticas, que tiene su mayor exponente en las modalidades de juego, muestra claramente la relevancia que tienen los procesos cognitivos para la eficacia de las acciones tácticas. Igual da que las investigaciones se ocupen del grado en que las secuencias temporales de una modalidad requieren medidas tácticas sobre la base de la anticipación o que se pregunten en qué condiciones neurofisiológicas tienen lugar las reacciones (apartado 4.2.1). Todas las investigaciones llegan a la misma conclusión: *con independencia de las modalidades, la acción táctica se basa en procesos de regulación que han sucedido con anterioridad.* Las diferencias en cuanto a rendimiento entre deportistas eficaces e ineficaces, esto es, experimentados y menos experimentados, pueden explicarse sobre todo por diferencias en la recepción y el procesamiento de la información (WESTPHAL / GASSE / RICHTERING, 1987, 57). Por ello hay que suponer que los deportistas experimentados disponen de una marcada ***capacidad de anticipación***, basada en experiencias. Están pues en condiciones de construir de forma anticipada, esto es, de adelantarse al resultado de su acción con la ayuda de unas pocas informaciones situacionales (MEINEL / SCHNABEL, 1987, 75).

La literatura distingue, dentro de la capacidad de anticipación, entre anticipación perceptiva y empírica (RÜSSEL, 1976, 87 y ss.) o entre anticipación de situación, de objetivo y programa (MEINEL / SCHNABEL, 1987, 80 y ss.), e indica con estas distinciones que los jugadores expertos pueden, con seguridad, (1) anticipar el conjunto de la situación sobre la base de unas pocas informaciones (anticipación perceptiva o situacional) y (2) reaccionar con rapidez aplicando un programa de acción anticipado (anticipación empírica o de programa). Por ello la anticipación situacional y la de acción (como denominamos a estas dos formas) son diferenciables y resultados de un proceso táctico empírico.

WESTPHAL / GASSE / RICHTERING (1987, 58) resumen de la siguiente manera los resultados de la investigación sobre la táctica en los deportes de juego, desde la perspectiva de la psicología de la acción:

— A la hora de dominar cognitivamente las tareas tácticas, la recepción y el proceso de la información desempeñan el papel decisivo.

— La capacidad de tomar decisiones bajo la presión del tiempo y de anticipar las acciones se da en todas las modalidades, aunque con la marca específica de la modalidad y la situación concretas.

— Del tiempo global de la acción (desde que aparece la señal hasta que la acción está realizada), los procesos cognitivos ocupan más de la mitad.

— Los deportistas más eficaces y experimentados captan más rápidamente la información. Disponen de mejores premisas cognitivas para el rendimiento y de una actitud de observación más eficaz: en situaciones conocidas su mirada salta, en el momento justo y en forma de movimientos oculares de anticipación, hacia la zona donde se esperan las acciones decisivas. En el transcurso de la observación abarcan sólo unos pocos rasgos de la acción, pero claramente los necesarios. Evalúan el resultado de la acción con mayor rapidez y acierto que los principiantes.

— Los deportistas experimentados reconocen mejor los contenidos de la percepción.

Podemos resumir, muy generalmente, diciendo que para la acción táctica se atribuye la mayor importancia a la ***experiencia***.

4.3 Consideraciones metodológicas sobre el entrenamiento de la táctica

En el entrenamiento de la táctica no existen esquemas metodológicos típicos, resultado de combinar contenidos de entrenamiento y exigencias de carga, como los había por ejemplo en la técnica, fuerza o resistencia. No obstante, dado que una actuación táctica óptima es uno de los más importantes componentes del rendimiento y el éxito deportivo se explica en gran medida por la realización tácticamente óptima del entrenamiento y la competición, se plantea también en este ámbito la cuestión de *"cómo"* se ha de entrenar la táctica.

4.3.1 Objetivos del entrenamiento de la táctica

La actuación táctica óptima se apoya, según el acuerdo general, en (1) *experiencias* arraigadas, específicas de la modalidad, (2) una buena *anticipación de la situación* y *la acción* y (3) *procesos cognitivos* complejos que sirven de base a estos rendimientos de anticipación. ¿Qué consecuencias prácticas podemos extraer de estas premisas de los rendimientos tácticos? Según WESTPHAL / GASSE / RICHTERING (1987, 65), las acciones tácticas requieren:

— capacidad para evaluar las *secuencias temporales* de las acciones propias y del rival,

— conocimientos sobre el significado de los *datos situacionales*,

— conocimiento de las *alternativas de actuación* en el momento de tomar decisiones y

— capacidad para aplicar *procesos de pensamiento* y *decisión* y para valorar el propio *estado del rendimiento*.

Cuando se ha efectuado un trabajo sobre estas premisas de la actuación táctica, el entrenamiento de la táctica tiene que plantearse entonces los siguientes objetivos (65 y ss):

1. La ***enseñanza de conocimientos tácticos***: Los deportistas deben adquirir conocimientos sobre los sistemas tácticos básicos de su modalidad. Sobre todo han de adquirir nociones sobre posibilidades y series de acontecimientos que se producen en las llamadas situaciones estándar.

2. La ***enseñanza de la capacidad de percepción***: Este objetivo apunta a que se ha de trabajar la capacidad de percepción, sobre todo la referida a los contenidos de percepción propios de la especialidad. Entre éstos figuran el entrenamiento del comportamiento motor de la mirada, la fijación de la atención, la percepción global y puntual, etc.

3. La ***elaboración de etapas de decisión***: Requisito previo de ésta es que la decisión sea consciente. Cada una de las alternativas de acción ha de ser elaborada y entrenada conscientemente en tanto que posibilidad factible; el conjunto de éstas se puede redactar en forma de cuestionario. Los deportistas han de aprender a vincular, de acuerdo con la situación, las informaciones percibidas con las posibilidades de las acciones tácticas.

4. La ***orientación hacia el autocontrol***: Para que la acción sea adecuada a la situación el control de uno mismo es básico. Así, los deportistas han de estar capacitados para reconocer decisiones fallidas y aceptarlas, para aprovecharlas de forma constructiva para modificar el comportamiento en situaciones comparables.

4.3.2 Orientaciones metodológicas para el entrenamiento de la táctica

El objetivo director del entrenamiento de la táctica es la acumulación sistemática de experiencias para dominar con éxito las exigencias de competición propias de la modalidad. El entrenamiento de la táctica sólo tiene sentido en el marco de una dinámica específica de una modalidad deportiva. Esto no facilita en ningún modo la búsqueda generalizadora de orientaciones válidas para este entrenamiento. Por ello hemos de buscar el "mínimo común denominador", esto es, aquellas reglas metodológicas que puedan reclamar para sí una validez universal. Apoyándose en las consideraciones teóricas hasta ahora expuestas sobre la actuación táctica y los cuatro objetivos de su entrenamiento, WESTPHAL / GASSER / RICHTERING (1987, 68 y ss.) han deducido cuatro orientaciones metodológicas, a cuyos contenidos nos vamos a ceñir aquí, en el sentido de una generalización teórica sobre el entrenamiento. Son los siguientes:

1. ***Fomentar el desarrollo de la capacidad perceptiva***: En los principiantes, por ejemplo, la percepción se encuentra centrada fundamentalmente sobre las personas. Sólo cuando se va adquiriendo seguridad queda la mirada libre para nuevos contextos, aunque permanezca centrada en las personas. La atención no se centra en estructuras más abstractas hasta una tercera etapa de la evolución del deportista.

Debido a este proceso evolutivo, la percepción ha de desarrollarse de modo gradual, si bien de una manera consciente; los *resultados de la percepción deben ser elaborados de forma sistemática.*

2. ***De "observar" a "reconocer"***: Lo que los deportistas observan, por ejemplo, en el transcurso de un partido deben averiguarlo de forma sistemática, aprender a "reconocerlo", porque el lugar de observación, la posición, el campo visual y la perspectiva limitan las posibilidades de percepción tanto como el tiempo disponible. Por ello, de cada situación global sólo se pueden "observar" y "reconocer" una o dos señales características. De lo observado debe resultar lo reconocido en la situación, para iniciar sobre esta base acciones propias de la situación. *Durante el entrenamiento deberían hacerse conscientes, por sistema, las señales características que hay que observar.*

3. ***Ejercicio independiente***: Actuar de acuerdo con la situación requiere autonomía y capacidad para reconocer e interpretar con independencia la situación en cada momento. *El entrenamiento de la táctica debe servir de impulso para actuar de forma responsable.* Las formas de ejercicio o el trabajo de situaciones estándar han de permitir unos márgenes de decisión y conducir a veces a errores tácticos. La autonomía supone, por lo demás, la evaluación de uno mismo, de modo que los deportistas no deberían sólo depender de la retroalimentación recibida de sus entrenadores, sino también conservar la posibilidad de evaluar sus propias acciones.

4. ***Retroalimentación objetiva***: Las informaciones objetivas son imprescindibles para evaluar las propias acciones de acuerdo con los hechos y también para aprender a observar. Por ello, los análisis en vídeo deben revelar el comportamiento de juego propio y el del rival; además hay que realizar observaciones del juego y hacer de las estructuras tácticas observadas el objeto del entrenamiento de la táctica.

La táctica individual debería convertirse, durante la etapa de formación, en el fundamento de la táctica del equipo y figurar en un primer plano. Lo ideal sería perfeccionar la elaboración de decisiones individuales en el marco de la táctica del equipo. La táctica individual debería enlazarse desde un principio con la técnica para poner en claro que la técnica de movimientos cumple una función para transformar las ideas sobre el juego.

Finalmente, se mejorará la táctica individual, en tanto que trabajo de las capacidades de percepción y decisión, con formas de ejercicio próximas al juego, pues sólo así advertirá el deportista la importancia de las señales que dirigen la acción.

Estas formas de ejercicio deberían representar de modo convencional las condiciones de la decisión y presentar en un primer momento una única alternativa. El jugador debe predecir el curso de la acción sobre la base de sus observaciones y decidirse por una alternativa. Esta elección se tomará de forma autónoma y no debe ser facilitada mediante sucesiones regulares, de modo que la decisión suponga en un primer momento un problema para el jugador y éste aprenda a resolverlo mediante ayudas orientativas.

En cada forma de ejercicio la decisión habrá de elaborarse respetando los siguientes pasos:

1. El jugador observa el transcurso de los acontecimientos e intenta descubrir las regularidades.
2. Se ejercita elaborando, a partir de una serie de observaciones, un cuestionario sobre señales características, que reflejan relaciones causales regulares, del tipo "si... entonces".
3. Enlaza sus observaciones con la propia acción: si esto es así, él hace esto y yo lo otro.

En una última etapa, la cercanía a las condiciones de juego puede incrementarse introduciendo otras alternativas ya conocidas.

El entrenador/profesor se limita, en el proceso del ejercicio, a provocar impulsos mediante preguntas y tareas de observación, esto es, a proporcionar una retroalimentación. Su tarea consiste más que nada en concebir y controlar el transcurso del ejercicio:

— ¿Coinciden las condiciones previas del ejercicio con las de la situación de juego?

— ¿Están las condiciones estandarizadas?

— ¿Se corresponde la alternativa de acción con el nivel de rendimiento y destreza técnica del jugador?

— ¿Se mantienen las condiciones durante la ejecución? ¿Toman decisiones los jugadores, y en qué sentido?

— Al final el entrenador habrá de asegurar las condiciones situacionales aprendidas y las alternativas de acción trabajadas en los correspondientes controles de eficacia del aprendizaje, y dará a sus deportistas la posibilidad de examinar por sí mismos, con espíritu crítico, el estado de sus conocimientos" (WESTPHAL / GASSE / RICHTERING, 1987, 70 y s.).

El dominio de las cuestiones tácticas a través del método de entrenamiento sólo es posible en último término si se asocia aquéllas a tareas concretas que haya que resolver para la competición, teniendo en cuenta las *premisas técnicas y de condición física* puntuales (KERN, 1989, 53). Como el estado de destreza técnica y las posibilidades de condición física evolucionan constantemente, el entrenamiento de la táctica tiene que presentar también un esquema a largo plazo que tenga en cuenta las cuatro orientaciones metodológicas anteriormente expuestas y enfatice los siguientes contenidos (BARTH, 1980):

En el primer nivel de la formación táctica se repiten y se ejercitan constantemente *señales características habituales de determinadas acciones de competición*, hasta que los deportistas "reconozcan" esas señales y aumente la rapidez de la toma de decisión.

En la segunda etapa procuraremos, con un trabajo sistemático, que los deportistas aprendan a *anticipar situaciones de competición*, esto es, a adelantarse a las acciones del rival según un esquema de probabilidades y a reaccionar de la forma correspondiente.

En la tercera etapa es preciso desarrollar una *memoria situacional*, que nos permite identificar las probabilidades de los acontecimientos. Para que se consolide un comportamiento específico de probabilidades es decisiva la participación en muchas competiciones con rivales diferentes.

5 Organización, configuración o sistema del entrenamiento deportivo



En el apartado 1.2 hemos presentado el proceso y la organización del entrenamiento en su conjunto como un esquema en bloques que representaba un circuito regulador (fig. 5), y lo denominábamos, tal vez a causa del flujo de información cibernética, ***sistema del entrenamiento deportivo***.

El concepto *sistema* lo aplicamos deliberadamente, pues ha de sustituir al de *estructura del entrenamiento* que hemos utilizado hasta ahora (THIESS / SCHNABEL / BAUMANN, 1978, 239; MARTIN, 1980, 9, etc.). El concepto de estructura del entrenamiento engloba los componentes (1) periodización, (2) organización cíclica, (3) armonización de los contenidos, (4) dinámica de carga y (5) modificaciones temporales de los contenidos del proceso de entrenamiento. Este uso muestra que el concepto *estructura* engloba más bien la organización formal de determinados aspectos (DORSCH, 1970, 401). En cambio, el concepto *sistema* describe una acumulación de procesos individuales que actúan retroactivamente unos sobre otros según determinadas regularidades, obteniendo con ello un efecto común (*ibídem*, 406). Como la organización y la planificación del entrenamiento deportivo siguen con exactitud aquellos criterios orientativos y están enfocadas hacia una determinada evolución del rendimiento, los objetivos que persiguen sólo son realizables en las condiciones de un sistema relacionado con dichos criterios. *La organización y planificación del entrenamiento participan en un sistema regulado por el objetivo perseguido y por las pautas recurrentes de las condiciones en las que se alcanza este objetivo.*

Anticipándonos a este capítulo y a la temática que en él tratamos, hemos descrito ya, y fundamentado con ejemplos prácticos, la organización del entrenamiento de contenido especial referida a los temas *entrenamiento de la técnica* (apartado 2.6), *la fuerza* (3.2.7), *la velocidad* (3.3.6) y *la resistencia* (3.4.7).

5.1 Nuevas consideraciones generales sobre la organización del entrenamiento

Comentando los trabajos de BOIKO (1988) y VERCHOSCHANSKI (1988), expresa TSCHIENE (1989) la convicción de que con estos autores la metodología del entrenamiento se ha puesto de nuevo en movimiento, pues estos autores, afirma, han creado una teoría "nueva" en sus principios, orientada hacia la acción y el sistema, en cuyo centro se hallan las pautas comunes de las adaptaciones al entorno. Un análisis de estos trabajos orientado a la práctica muestra que estas "nuevas" teorías se ocupan sobre todo de tres aspectos problemáticos: (1) la primacía de la *especialización* en el entrenamiento (apartado 2.1.1), (2) la *adaptaciones a largo plazo* a las cargas de entrenamiento y (3) el *método de la concentración selectiva de las cargas*.

5.1.1 Especialización como orientación para la organización del entrenamiento

Si seguimos la argumentación de BOIKO (1988, 53 y ss.), el objetivo que dirige el entrenamiento es en muchos casos una *actividad competitiva eficaz y especial*. Ahora bien, la realización del entrenamiento contiene, por una parte, unas *formas de entrenamiento específicas*, de condición física, coordinativas y técnico-tácticas, que tienen una relación inmediata con la actividad de competición y garantizan por tanto una "transmisión positiva" y, por otra, unas *formas de entrenamiento inespecíficas* que mantienen una relación indirecta o incluso remota con la actividad de la competición. Estas últimas desarrollan una motricidad polifacética y un nivel general de la condición física. Como hay que suponer que los deportistas disponen de una cantidad limitada de *reservas de adaptación* (apartado 3.1.5.2), estos contenidos inespecíficos estarán, en caso de agotarse dichas reservas, en competencia con los específicos.

ANOCHIN (1975) defiende la tesis de que la adaptación a los rendimientos deportivos exigidos tiene lugar según el principio de probabilidad, esto es, la adaptación anticipa los rendimientos cuando determinados influjos del entorno (como, por ejemplo, el entrenamiento) se repiten constantemente. En este caso, las funciones motrices de los deportistas perciben con regularidad las repeticiones efectuadas durante el entrenamiento y las aplican como desarrollos de anticipación. Desde el punto de vista práctico, esto significa que el entrenamiento ha de anticipar, con sus constantes repeticiones, las exigencias especiales de la competición en cuanto a dificultad, variabilidad, condición física, táctica-técnica y estado anímico, porque así disminuye la multilateralidad de los

componentes que hay que entrenar y el trabajo se centra mejor en aprovechar las reservas funcionales o de adecuación del individuo.

El volumen de la reserva funcional en un momento dado está limitado, muy probablemente, por la capacidad funcional en dicho momento. Podemos considerar eficaces las exigencias de carga cuando agotan completamente las reservas funcionales disponibles en un momento (apartado 3.1.5.2).

VERCHOSCHANSKI (1988, 59) aporta otro argumento en favor de la especialización del proceso del entrenamiento. Según él, las personas no disponen de un complejo de mecanismos estrictamente especializados, sino más bien de un espectro amplio y universal de posibilidades funcionales, y de una gran estabilidad frente a influjos externos. Por ello no existe ningún mecanismo especial responsable él solo de la fuerza, la resistencia, la velocidad o la técnica deportiva. El mismo sistema funcional complejo asegura cualquier tipo de acción deportiva. En el entrenamiento, sin embargo, los sistemas funcionales se especializan en aquella dirección en la que son sometidos a esfuerzo. Visto así, el hecho de que los deportistas desarrollen una capacidad de rendimiento especial no está directamente unido al moldeado de ámbitos aislados de capacidad, sino que es sobre todo la especialización funcional del organismo la que reacciona en la dirección del rendimiento de competición propio de cada modalidad.

La especialización del entrenamiento significa configurar desgastes complejos de entrenamiento, enfocados técnica y físicamente hacia los ejercicios de competición. Pretende ante todo evitar que el entrenamiento se enfoque al desarrollo unilateral de un solo componente o una sola capacidad. En psicología se ha hecho habitual denominar a esta especialización *adquisición de maestría*, lo cual indica que el desarrollo del rendimiento se concentra en las aptitudes necesarias para dominar las situaciones de forma óptima.

5.1.1.1 Entrenamiento complejo como una forma de especialización

En varias modalidades se ha acuñado el concepto "entrenamiento complejo" para determinados *contenidos especializados*. El *entrenamiento complejo* integra los componentes de rendimiento de condición física general y especial con los técnico-tácticos, enfocándose hacia las condiciones de la competición hasta producir una forma de entrenamiento específica de la modalidad.

Con el ejemplo del biatlón mostraremos cómo se integran los distintos componentes del estado del rendimiento en el sentido de una especialización: en el biatlón el entrenamiento complejo se ha convertido en la forma principal de entrenamiento. Así, los entrenamientos de la resistencia *especial* y *general*, con sus contenidos carrera de resistencia, trabajo en esquís con ruedas, en esquís normales y con distinta *intensidad* y *duración* de la carga, se asocian con la disciplina del tiro para simultanear de forma compleja el tiro (en diversas posiciones e intervalos de tiempo) con los desgastes de resistencia previos. En el ámbito del entrenamiento complejo se espera del entrenador que configure formas de entrenamiento que anticipen con repeticiones constantes los rendimientos de la competición o al menos una parte de ellos.

5.1.2 Adaptaciones a largo plazo a las cargas

Las adaptaciones se pueden observar a través de los efectos del entrenamiento. Son el resultado de cargas que han producido desgastes con efectos de adaptacion (apartados 3.1.4 y 3.1.5). Estos últimos se pueden diferenciar entre *efectos del entrenamiento actuales* –esto es, las reacciones en curso ante las cargas– y *acumulativos*. Los efectos acumulativos son reacciones ante una sucesión de exigencias de la carga de distinta incidencia, unidas a varios contenidos que han desgastado el organismo en paralelo y/o en serie. Los efectos acumulativos del entrenamiento son el resultado de aquellas reacciones de adecuación "almacenadas", que aparecen después de ciertos periodos de tiempo como valores indicativos de la evolución del rendimiento.

5.1.2.1 El efecto retardado del entrenamiento a largo plazo

Una periodización dirigida a un objetivo puede, como es sabido, regular el grado de incidencia de los efectos del entrenamiento. Por ello, el establecimiento de los objetivos del entrenamiento es condición para la adecuación a largo plazo.

El conjunto de la carga resulta de (1) las sesiones de entrenamiento realizadas, (2) las exigencias de la carga y (3) la dinámica temporal de las cargas, así como la ordenación de sus contenidos (periodización). La armonización de estas tres condiciones, mejor dicho, *magnitudes reguladoras*, marca la dirección y el moldeado de la adecuación a largo plazo. Los ***contenidos del entrenamiento*** se establecen según las exigencias específicas de la actividad competitiva en el sentido de la especialización, por lo cual su *potencial de efectividad* (VERCHOSCHANSKI, 1988, 98) se ha de incrementar sistemáticamente, esto es, no comenzaremos directamente un ciclo periódico repitiendo el ejercicio de competición en la distancia y en el ritmo que ésta marca, sino que procederemos de forma más eficaz incrementando sistemáticamente las exigencias.

La ***exigencia de la carga*** en su conjunto, esto es, la interacción de *volumen* e *intensidad de la carga,* marca la segunda condición (magnitud reguladora). La obtención de los efectos del entrenamiento esperados a largo plazo requiere haber realizado el recorrido correcto desde la fase de interés prioritario por el volumen hasta aquella en la que prima sobre todo la intensidad. El efecto conjunto de los componentes de la carga y de sus exigencias actúa en el sentido de una adecuación a largo plazo si se tiene en cuenta la ***distribución temporal*** de los *contenidos* y de los *componentes de la carga* como tercera condición (magnitud reguladora), en consonancia con el estado del rendimiento actual de los deportistas y con su rendimiento global medido por su capacidad funcional en el momento.

Explicaremos esto con el ejemplo del *efecto retardado del entrenamiento a largo plazo* (figs. 26 y 59, apartados 3.2.5.2 y 3.2.7.1): Al acumular cargas de entrenamiento se plantea la pregunta de cuánto tiempo se puede seguir explotando unas reservas funcionales agotadas sin que se altere la capacidad funcional disponible y actúe negativamente sobre los procesos de adaptación perseguidos. Para las modalidades de fuerza rápida VERCHOSCHANSKI (1988, 43 y ss.) ha analizado dos "formas" de procesos

de adaptación. La *primera forma* (fig. 26) muestra un aumento continuo de los valores indicadores de la fuerza y la velocidad mediante un ascenso moderado del volumen de la carga. Aquí ha sido posible compensar las pérdidas de energía de forma continuada. Esta regulación de los efectos del entrenamiento es adecuada sobre todo para deportistas jóvenes y de nivel de rendimiento medio. La *segunda forma* (fig. 26) caracteriza propiamente el efecto retardado del entrenamiento a largo plazo. Éste resulta de las siguientes premisas: una primera etapa muy voluminosa que hace descender los valores indicativos de la fuerza y la velocidad bastante por debajo del nivel de partida y produce una interrupción de las reacciones de adaptación. Este bloque de entrenamiento presenta un volumen de la carga extraordinariamente alto con escasa intensidad de la carga. Al final de esta etapa el volumen se reduce sistemáticamente y la intensidad aumenta.

La duración de un efecto retardado del entrenamiento a largo plazo la determina el momento en que se intercala esta transición de un entrenamiento voluminoso a uno más intenso. Los *periodos de agotamiento* para la *reserva funcional actual* se sitúan entre las 18 y las 22 semanas. Los "bloques de carga" con la "forma 1" pueden durar de cinco a seis semanas antes de ser interrumpidos por un microciclo de recuperación, y los de la "forma 2", con la que se intenta conseguir el efecto retardado del entrenamiento a largo plazo, sólo tres o cuatro semanas antes de que sea necesario un microciclo de recuperación. Después de un máximo de tres bloques de carga debe tener lugar la transición hacia un entrenamiento menos voluminoso y más intenso.

Tabla 27: *Resumen de los periodos de carga de las formas 1 y 2 de la fig. 26.*

	Longitud de los macrociclos de carga: 18 a 22 semanas		
Forma	**Longitud de un bloque de carga**	**Número de bloques de carga**	**Entrenamientode recuperación entre los bloques**
Forma 1	5-6 semanas	2-3 dias	7-10 dias
Forma 2	3-4 semanas	37-10 dias	

5.1.3 Regulación del afecto retardado del entrenamiento a largo plazo con el método de la concentración selectiva de las cargas

Las modificaciones del rendimiento dentro de los ciclos de entrenamiento pueden regularse mediante los siguientes componentes, que se influyen recíprocamente: el *tiempo*, los contenidos y la incidencia de las *cargas de entrenamiento complejas*. El periodo de desarrollo del rendimiento depende del calendario de competición, y la carga de entrenamiento compleja está limitada por la capacidad funcional actual. Estos principios sirven de base a los esquemas de periodización conocidos. La teoría de la periodización defien-

de la siguiente concepción: el desarrollo del rendimiento en un ciclo de entrenamiento sigue la secuencia que va de la preparación *general* a la *especial*; la primera se caracteriza por *volúmenes de carga en ascenso pronunciado* y la segunda por el descenso de los volúmenes y el aumento de la intensidad. Esta teoría postula además que una especialización demasiado temprana del proceso de entrenamiento generaría adaptaciones unilaterales del organismo y con ello el predominio de un solo componente del rendimiento. El desarrollo del rendimiento deportivo se ha de fundamentar en una base múltiple.

En el actual estado de nuestros conocimientos, la dirección del entrenamiento para un proceso cíclico y de varios años debe partir de la siguiente ***regla***: El esquema de periodización general al uso (apartado 5.2) sólo tiene validez para deportistas de rendimiento medio y bajo en las modalidades individuales. Para *deportistas altamente cualificados* lo razonable es adoptar los ciclos y periodos establecidos por el calendario, no la sucesión habitual de preparación general primero y especial después. Pues los deportistas de elite disponen, en primer lugar, de un nivel de rendimiento especial alto, sólo alcanzable mediante la mejora de este *nivel especial* precisamente. En segundo lugar, entrenan ya en la zona límite de sus *reservas de adaptación*. Este entrenamiento ha de dirigirse por ello a *cargas de entrenamiento especiales, propias de la modalidad.*

De los resultados de las investigaciones de VERCHOSCHANSKI (1988, 128 y ss.) se deduce la conveniencia de aplicar, para la dirección del entrenamiento en el ámbito de elite, el ***método de la concentración selectiva de las cargas***. Se explica así: *Los "bloques" con un contenido especialmente importante*, como los de técnica y fuerza, fuerza-velocidad, se configuran con un alto volumen de carga. La eficacia de estos bloques para el deporte de elite ha sido demostrada por varios científicos del deporte de la antigua Unión Soviética. Con ello no queremos ocultar el problema que plantean, a saber, que ejercen un influjo negativo sobre los efectos del entrenamiento de aquellos componentes trabajados con escaso contenido y volumen, a modo de suplemento de los contenidos principales; recordemos, por ejemplo, el influjo de un entrenamiento de la fuerza voluminoso sobre el de la técnica.

5.1.3.1 Dirección del entrenamiento para la fuerza rápida y para las modalidades de composición

El influjo negativo de las cargas de fuerza elevadas sobre el entrenamiento de la técnica es suficientemente conocido. No obstante, el efecto conjunto de estos dos componentes del rendimiento, en el sentido de una especialización, es necesario en el deporte de élite.

El fundamento de este modelo es la ***diferenciación*** de la *carga de fuerza concentrada* (fig. 94, área rayada) como contenido principal del primer macrociclo, y del *entrenamiento de la técnica* como contenido principal del segundo. El objetivo de esta distribución es efectuar el entrenamiento principal de la técnica cuando los efectos retardados del entrenamiento a largo plazo del bloque de fuerza permitan utilizar la técnica con el máximo empleo de fuerza para que las condiciones sean próximas a las de competición (fig. 94, segundo macrociclo). Por ello, la pretemporada se divide aquí en

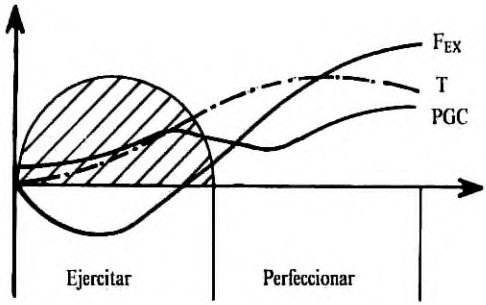


Figura 94: *PGC = Preparación general compleja (velocidad, movilidad, resistencia, coordinación); T = Entrenamiento de la técnica; F_{EX} = fuerza explosiva (según VERCHOSCHANSKI, 1988, 132).*

dos grandes macrociclos de técnica (ejercitar, perfeccionar). En el primero, el ciclo de la carga concentrada de fuerza, el entrenamiento de la técnica consta de la adquisición de la técnica, con una intensidad de movimiento escasa, y del entrenamiento técnico suplementario. En el macrociclo del entrenamiento con efecto retardado a largo plazo, el perfeccionamiento de la técnica mediante el entrenamiento de la adquisición comienza con una intensidad de movimientos máxima y una adaptación al mayor nivel de fuerza rápida y al entrenamiento de la aplicación de la técnica en condiciones próximas a las de competición. En este macrociclo se ha de mantener el alto nivel de fuerza mediante su entrenamiento con volúmenes escasos pero con intensidad elevada y calidad propia de la modalidad.

5.1.3.2 Dirección del entrenamiento para disciplinas de "sprint" - un ejemplo

Un nuevo ejemplo muestra cómo la velocidad de los movimientos (apartados 3.3.2.3 y 3.3.3.3) se ha de desarrollar a largo plazo en el marco del periodo de pretemporada. Al contrario que en el ejemplo antes expuesto de la fuerza rápida y las modalidades de composición (fig. 94), para las disciplinas de *sprint* se adopta una diferenciación más precisa entre el bloque de fuerza y la mejora de la velocidad (fig. 95, V y $\dot{V}_{máx}$). En el macrociclo con la carga concentrada de fuerza (fig. 95, área rayada) se prescinde por entero del entrenamiento de la velocidad. En cualquier caso, las condiciones de coordinación intramuscular de la velocidad de los movimientos (estructura de coordinación) se mantienen a un alto nivel con ayuda de tareas de "relajación". El entrenamiento de la velocidad en *sprint* propiamente dicho comienza en el segundo macrociclo, mientras se produce el efecto retardado del entrenamiento a largo plazo de las cargas de fuerza.

El entrenamiento para desarrollar la capacidad anaerobio-glucolítica como un componente de la resistencia en el *sprint* (fig. 95, An/Gl) queda reflejado en este modelo mediante dos líneas onduladas. Una de ellas se encuentra al final de la carga concentrada de fuerza, la otra va en el segundo macrociclo a continuación del volumen principal del entrenamiento de velocidad (fig. 95, v), para seguir con volúmenes poco fatigosos.

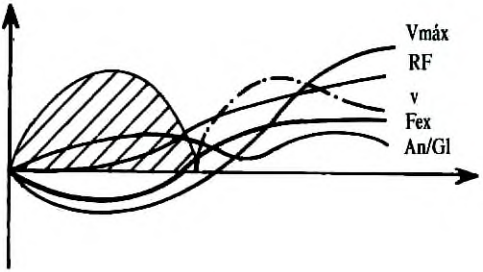


Figura 95: Descripción en el texto; FR = fuerza resistencia; An/Gl = ámbito anaerobio-glucolítico (según VERCHOSCHANSKI, 1988, 134).

El método presentado en este capítulo de concentración de la carga en bloques se aparta, naturalmente, de la versión que en este punto ofrece la teoría de periodización al uso, basada en una preparación compleja con desarrollo paralelo de componentes del rendimiento diversos. El método de la concentración selectiva de las cargas no priva de toda validez a los postulados de la periodización. Se limita a mostrar que, cuando la *especialización* es el hilo conductor del entrenamiento, con las cargas en el límite de las *reservas de adaptación*, se buscan y se deben buscar métodos de organización del entrenamiento más racionales.

5.2 Periodización - Ciclos

La obra de L. P. MATVEEV *Periodización del entrenamiento deportivo* se publicó por primera vez en la RFA en 1972 y figura entre los clásicos de la metodología del entrenamiento. La teoría que de ella se deriva se ha expuesto desde entonces en varias publicaciones, ha sido discutida y modificada (LEMPART, 1983; TSCHIENE, 1977, 1985; MARTIN, 1980, 1987; STARISCHKA, 1988; VERCHOSCHANSKI, 1988, etc.). Como estas teorías son el fundamento de la planificación del entrenamiento, conviene revisar y desarrollar constantemente esta base (apartado 5.1).

DEFINICIÓN:
La **periodización** es el establecimiento de una sucesión de periodos, cuya configuración en cuanto a contenidos, cargas y ciclos persigue la obtención de un estado de forma óptimo para un determinado momento, situado dentro del ciclo de periodos.

5.2.1 La teoría clásica de MATVEEV

MATVEEV parte del hecho de que los deportistas no pueden mantener constante un estado de forma adquirido en un mismo nivel, sino que dicho estado lo adquieren

primeramente en fases (periódicamente), lo mantienen durante un periodo y posteriormente lo pierden. Las fases del desarrollo y la adquisición de la forma alcanzan, en un proceso de entrenamiento de varios años, un nivel mayor de año en año.

Como la forma máxima no se ha de alcanzar en un momento cualquiera durante el año, sino en un momento predeterminado, por ejemplo durante las competiciones principales, el proceso del entrenamiento se puede y se debe orientar de modo que esta forma máxima se alcance en el momento planeado, siempre suponiendo que se observen y respeten las ***regularidades objetivas del desarrollo de la forma***. Las fases del desarrollo que se requieren para este objetivo sirven de base, debido a esta función orientativa, a una organización muy determinada del entrenamiento y a unos contenidos subordinados a ésta. De aquí resulta un ciclo de entrenamiento con tres periodos: (1) La *pretemporada*: En ella se desarrolla la forma deportiva. (2) El *periodo de competición*: En él las facultades adquiridas continúan evolucionando y se actualizan en las competiciones. (3) El *periodo de transición*: Supone una recuperación activa manteniendo el estado del entrenamiento en un determinado nivel (MATVEEV, 1972, 108 y ss.).

Para comprender las *regularidades objetivas* conviene tener en cuenta, en primer lugar, que los periodos de entrenamiento no sólo resultan de la incapacidad de los deportistas para estar siempre en forma, sino también de la necesidad del *cambio periódico de la estructura* y los *contenidos del entrenamiento* como condiciones objetivas de la evolución deportiva. Con esta afirmación alude MATVEEV a que cada fase de esta evolución está unida a un determinado contenido y a una organización del entrenamiento. Las *exigencias de la carga,* en primer lugar, y, en segundo lugar, la *configuración de los contenidos* forman pues, en este proceso evolutivo, un contexto regular, esquematizado en la figura 96.

El ciclo de entrenamiento (ya sea anual o semestral) se elabora a partir de un punto álgido acordado entre las partes y se divide según éste en periodos de trabajo. El periodo de competición está claramente perfilado. El tiempo que los deportistas puedan mantener su forma en las condiciones requeridas es el factor determinante de su duración. Este periodo de competición dura cuatro o cinco meses en un ciclo anual; el de transición, de uno a dos meses, y el de pretemporada, de cinco a seis. La relación entre el volumen y la intensidad del entrenamiento adquiere en cada periodo un perfil muy marcado (fig. 96).

Como se representa en la fig. 96 (arriba), la *intensidad de la carga* asciende de forma lineal hasta el inicio del periodo de competición y alcanza su punto culminante durante éste. En cambio, el *volumen de la carga* asciende fuertemente hasta la mitad del periodo de pretemporada y desciende mientras sigue subiendo la intensidad. El primer *factor de dirección* que condiciona fuertemente el momento de la "forma máxima" es, según esto, la intensidad de la carga. Si ésta alcanza su máximo demasiado pronto, el rendimiento máximo se producirá también antes de tiempo y probablemente no se podrá mantener el tiempo deseado. Por otra parte, al final del periodo de pretemporada y a comienzos del de competición sólo se entrena con intensidad elevada si previamente se ha trabajado con un volumen elevado.

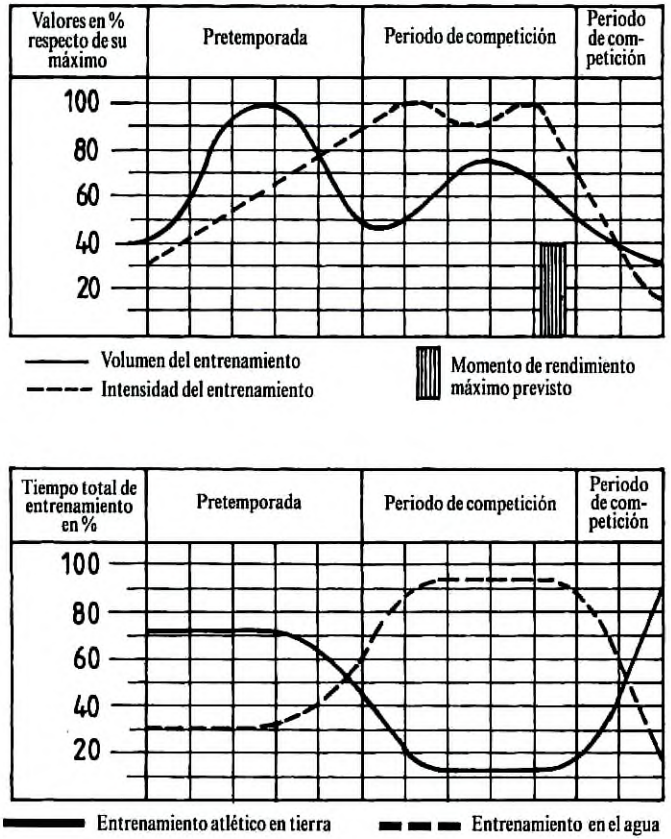


Figura 96: *arriba: tendencia de la dinámica de cargas (volumen e intensidad); abajo: distribución de los contenidos del entrenamiento en la preparación general (entrenamiento atlético en tierra) y la preparación especial (entrenamiento en el agua), según LEWIN, (1974, 150).*

El segundo *factor de dirección* es el *contenido del entrenamiento*, esto es, su configuración material (fig. 96, abajo). Los contenidos se insertan en una sucesión sistemática en el proceso del entrenamiento. Junto a la "relación volumen-intensidad" son el factor que determina la periodización. En la primera mitad de la pretemporada se intenta mejorar la condición física general. Aquí el volumen alcanza su punto máximo. En la segunda mitad de la pretemporada se aplican formas de ejercicio especiales a modo de puntos fundamentales, y la intensidad aumenta mientras decrece el volumen. La mayor intensidad con el menor volumen se encuentra al principio del periodo de competición, donde el propio ejercicio de competición se convierte en el principal contenido del entrenamiento.

5.2.2 Los periodos

Los periodos son estadios sucesivos de un proceso de entrenamiento. Se caracterizan por una aplicación selectiva de determinados contenidos y métodos que garantizan

un efecto idóneo sobre la evolución del rendimiento. Los periodos son, pues, estadios sucesivos de un proceso de dirección encaminado al desarrollo de la forma deportiva. De aquí se deduce que las leyes de la periodización son sobre todo leyes de regulación de la forma deportiva en distintos estadios de este proceso. Los límites entre los periodos son difusos, no suponen un cambio brusco de la carga o el contenido, pero sirven de puntos de enlace en el proceso del entrenamiento y están fijados temporalmente con bastante exactitud. Tanto las exigencias de la carga como los contenidos, esto es, el conjunto del proceso del entrenamiento, se modifican en estos puntos de enlace, que conducen de una fase de desarrollo de la forma a otra (MATVEEV, 1972).

5.2.2.1 La pretemporada

La ***pretemporada*** es el ciclo que tiene como objetivo crear los fundamentos de condición física y táctico-técnicos para unos rendimientos y cargas de entrenamiento elevados durante el periodo de competición (STARISCHKA,1988, 33).

Tradicionalmente se viene dividiendo el periodo de pretemporada en dos etapas, las de "preparación general" y "especial". Desde hace algún tiempo se efectúa una subdivisión en tres *macrociclos* (MAC) de entre 4 y 8 semanas de duración. Los tres macrociclos (MAC) de la pretemporada tienen los siguientes cometidos: En el MAC 1 se debe conseguir la capacidad de rendimiento del año pasado en términos de sus *fundamentos generales* y, si es posible, superarla. Los contenidos son inespecíficos y la carga es entre media y alta. En el MAC 2 es el turno de los *fundamentos del rendimiento que hay que dominar de forma especial*; los contenidos son específicos y las cargas de entrenamiento se sitúan en el ámbito límite. En el MAC 3 continúa el desarrollo de las *premisas especiales del rendimiento* en estrecha vinculación con las condiciones de la competición. Los contenidos son específicos de la competición, la carga es elevada y se encuentra en el ámbito límite (STARISCHKA, 1988, 33 y s.).

5.2.2.2 El periodo de competición

El ***periodo de competición*** está determinado, en cuanto a sus contenidos y tiempos, por el calendario de competición, el número y los tipos de competiciones.

Dependiendo de los puntos culminantes de la competición se distingue entre periodos de competición "sencillo" y "complejo". El primero se divide en dos macrociclos (MAC 4 y 5). En el MAC 4 se ha de producir un arraigo óptimo de la forma deportiva, y en el MAC 5 debe estabilizarse un estado de forma excelente. El *periodo de competición complejo* muestra una división ternaria: MAC 4 es el primer ciclo de competición, MAC 5 un ciclo intermedio y MAC 6 el segundo ciclo de competición. La duración total del periodo de competición es muy variable según la modalidad deportiva. Con una periodización sencilla dura entre dos y tres meses; con una compleja, como por ejemplo en los deportes de juego, es preciso contar con periodos de tiempo más prolongados (STARISCHKA, 1988, 35 y s.).

5.2.2.3 *El periodo de transición*

El ***periodo de transición*** es el ciclo de recuperación activa, que asume como inevitable un retroceso del rendimiento. Dura de dos a cuatro semanas como promedio y se caracteriza por los siguientes rasgos:

— retroceso de las cargas de entrenamiento,
— ausencia de competiciones,
— mantenimiento de la forma aun sin formas de entrenamiento específicas y
— aplicación sistemática de medidas suplementarias del entrenamiento como masajes, baños termales, programas gimnásticos de movilidad, natación, cambios de aires - "vacaciones", que contribuyen a la recuperación y el acopio de fuerzas y a la satisfacción de las necesidades personales.

5.2.3 Modelos y nuevas tendencias de la periodización

A causa de los diferentes calendarios de competición, esto es, de los ciclos de competición dobles o triples dentro de un ciclo anual, en la mayoría de las modalidades se establecen necesariamente diferentes modelos de periodización, a saber,

— modelo de ***periodización sencilla*** (un periodo de competición en el ciclo de un año)
— modelo de ***periodización doble*** (dos periodos de competición en el ciclo de un año)
— modelo de ***periodización triple*** (tres periodos de competición en el ciclo de un año).

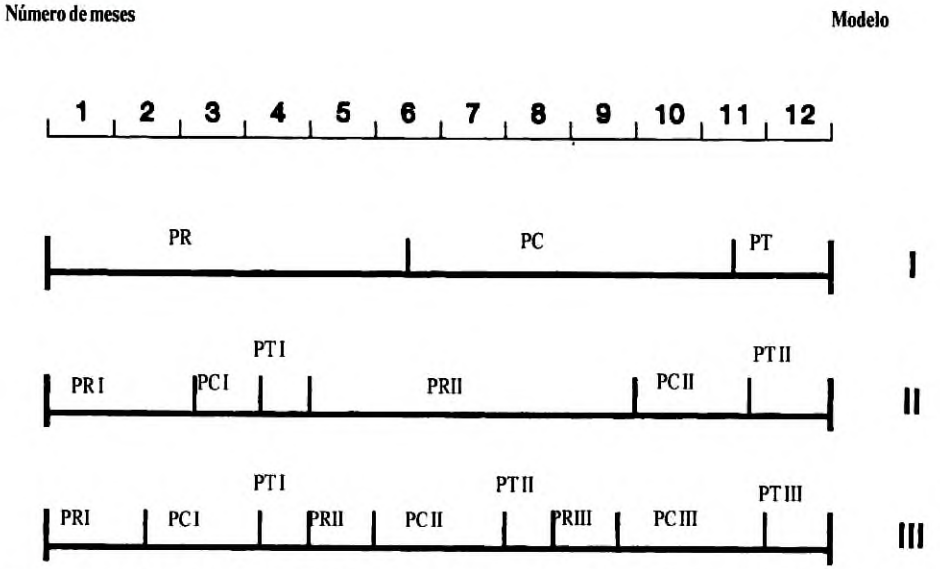


Figura 97: *Posibilidades de distribución temporal con periodización sencilla (I), doble (II) y triple (III).*

5.2.3.1 Problemas especiales de los modelos de periodización

Las investigaciones sobre la dinámica del rendimiento de los deportistas permiten suponer que ésta transcurre en dos grandes movimientos ondulatorios, de los cuales el segundo alcanza los valores de rendimiento más altos. Esto puede explicarse por una mejor capacidad funcional actual en la segunda onda. Se supone que una periodización doble es más o menos apropiada para la mayor parte de las modalidades. Desde hace tiempo se ensaya también en aquellas disciplinas que entrenaban tradicionalmente con periodización sencilla. En el estado actual de nuestros conocimientos, la periodización simple apenas es defendible. En las modalidades que tradicionalmente la utilizaban, los entrenadores adoptan la periodización doble. La triple se ha impuesto en natación y boxeo, entre otras. En disciplinas de resistencia a largo plazo y/o lucha múltiple, no obstante, se puede defender el uso de la periodización sencilla como hasta ahora. Con la ayuda de varios ejemplos vamos a presentar sobre todo las condiciones que determinan la dinámica de los rendimientos.

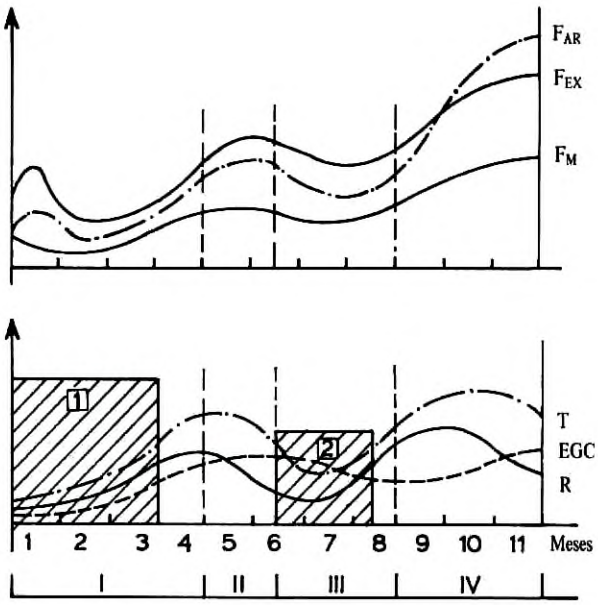


Figura 98: *Modelo de periodización doble para modalidades de fuerza rápida. La parte superior de la figura muestra la dinámica del rendimiento de la fuerza máxima (F_M), explosiva (F_{EX}) y de arranque (F_{AR}); la parte inferior muestra la distribución del volumen del entrenamiento de la técnica (T), la velocidad (R) y del entrenamiento general de la condición física (EGC) con dos bloques (rayado). I = pretemporada I; II = periodo de competición I; III = PT II; IV = PC II (según VERCHOSCHANSKI, 1988, 149).*

La fig. 98 muestra un modelo de periodización doble con dos bloques de fuerza, que deben producir un efecto de entrenamiento retardado a largo plazo. Este fenómeno ha sido descrito detalladamente en los apartados 5.1.2 y 5.1.3. En una periodización doble se intenta obtenerlo dos veces, si bien el segundo bloque de fuerza presenta un volumen de la carga inferior en un espacio de tiempo más corto. En cambio, la intensidad de la carga en su conjunto tiene un nivel mayor en la PR II.

El modelo de una periodización sencilla para disciplinas de resistencia a largo plazo se muestra en la fig. 99. Para desarrollar una adaptación estable del organismo hace falta una pretemporada relativamente larga (hasta 6 meses). Además, es característica la elevación progresiva del volumen de la carga, que tampoco puede disminuir bruscamente en el periodo de competición. Se ha demostrado que una disminución a largo plazo del volumen en el periodo de competición, en el caso de una periodización sencilla, puede generar procesos de readaptación, que cabe comprobar claramente en los parámetros del estado del rendimiento. Las cargas de competición por sí solas no pueden garantizar que se mantenga un alto nivel de capacidad de rendimiento. Además el modelo (fig. 99) muestra dos bloques del entrenamiento especial de la fuerza y velocidad. Los volúmenes de la carga de este entrenamiento se encuentran en los ámbitos del suministro energético anaerobio-aláctico.

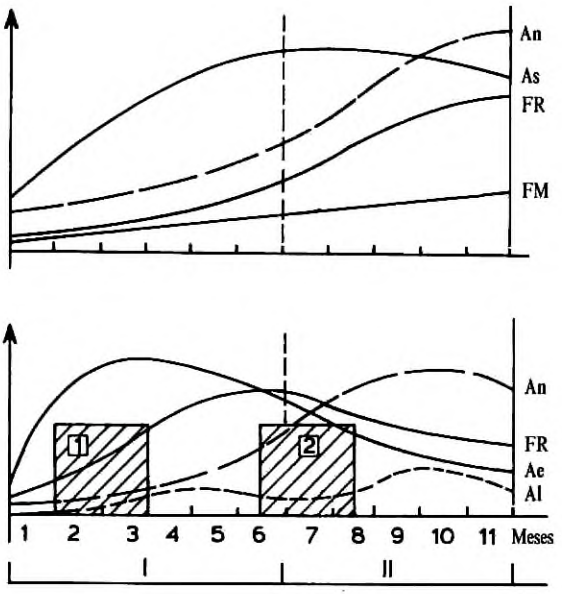


Figura 99: *Modelo de periodización simple para disciplinas de resistencia a largo plazo. An = capacidad de rendimiento/entrenamiento anaerobio; Ae = aerobio; Al = aláctica; FR = fuerza resistencia; F_M = fuerza máxima. El gráfico superior muestra la dinámica del rendimiento, el inferior los volúmenes de la carga que se van realizando. I = PR; II = PC; (según VERJOSHANSKI, 1988, 153).*

5.2.3.2 Nuevas tendencias o variaciones de la periodización

Los modelos que hemos presentado hasta ahora muestran el esquema básico de la periodización con su división en pretemporada, periodo de competición y periodo de transición. Conceptos como "periodo de recuperación", "periodo de desarrollo de la condición física", "periodo de mantenimiento de la forma" como los que presentó TSCHIENE (1986, 126) a partir de traducciones de los trabajos de BONDARCUK, no se han impuesto en el ámbito de la lengua alemana. La periodización se sigue efectuando

como hasta ahora en las tres secciones antes mencionadas, que denominamos pretemporada, periodo de competición y periodo de transición. Las periodizaciones dobles o triples están concebidas de tal forma que algunas sólo presentan un periodo de transición al final de un ciclo anual, mientras que otras tienen un breve periodo de transición después de cada uno de los dos o tres de competición (fig. 97).

Los registros del entrenamiento de atletas de elite de la RFA (biatlón, salto de esquí, combinación nórdica) han reflejado dos tendencias sintomáticas de una especialización del entrenamiento con vistas a la capacidad competitiva: en primer lugar la ***configuración en bloques***, que abarcan un microciclo o dos y en cuyo programa figura el entrenamiento de la técnica con forma física especial; en segundo lugar, un ***cambio brusco del volumen de la carga*** de un microciclo a otro en la fase del desarrollo de la condición física (tabla 28).

La tabla 28 muestra estas dos tendencias con mucha claridad: el primer macrociclo (1ª etapa) muestra un bloque de resistencia puro, con cambio súbito de volúmenes de la carga. El segundo (2ª etapa) es una combinación de bloques: la semana 29ª = bloque de salto, la 30 = trabajo de esquí, la 32 = bloque de salto, 33 = esquí, 34/35 = salto, etc.

Tabla 28: *Registros del entrenamiento realizado por un atleta de élite de combinación nórdica. (C = saltos sobre la colchoneta).*

		1ª etapa									2ª etapa													
Mes		Mayo				Junio					Julio			Agosto						Setiembre				
Semana		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Resistencia	Carrera de duración	km 80	km 48	km 112	km 64	km 112	km 48	km 80	km 64	km 64	km 80	km 48	km 32	km 80	km 64	km 32	km 32	km 48	km 32	km 48	km 64	km 32		km 64
	Esquí con ruedas		54	54	54	54	36	108	72	18	36	36	18	18	36	36	36	36	18	36	36	18		72
	Esquí													40			55			56			91	
	Sesiones de entren.	5	6	10	7	9	5	11	9	5	7	5	3	8	6	4	7	5	3	8	6	3	5	8
	km	80	102	166	118	166	84	188	136	82	116	84	50	138	100	68	123	84	50	140	100	50	91	136
Salto	Colchoneta										C		C			C		C	C		C	C		
	Nieve																							
	Número										10		45			30		10	30		10	45		
	Sesiones										2		9			6		2	6		2	9		
Fuerza/Coordinación	Fuerza	1		1		1		1		1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2
	Velocidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1	2	1	2	2	1	1
	Coordinac.	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	2	1	2	1	2	2	1	1	2	2	1
	Suma de sesiones	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4
Total	Sesión	8	9	13	10	12	8	14	12	8	13	10	17	13	10	15	12	12	14	10	19	17	10	12
	km	80	102	166	118	166	84	188	136	82	116	84	50	138	100	68	123	84	50	100	140	50	91	136

En los experimentos específicos de la modalidad es donde se puede comprobar en qué medida los principios de "configuración en bloques" y "cambio brusco del volumen de la carga" son válidos para satisfacer las necesidades de especialización del entrenamiento en el deporte de elite y tal vez incluso en el de los jóvenes.

5.2.4 Macrociclo y microciclo en los periodos

Con el concepto *ciclo* entendemos una disposición de elementos, cosas en una sucesión coherente, pero también repetida. Un ciclo de entrenamiento es un determinado segmento de tiempo. La metodología del entrenamiento distingue entre *microciclos*, que duran por lo general una semana, *mesociclos*, que abarcan 3 o 4 microciclos, macrociclos, como un nivel jerárquico superior de microciclos y/o mesociclos, y el ciclo de periodos como ciclo anual o de parte del año. Como otra división temporal del proceso del entrenamiento se utiliza además el concepto *etapa* como una subdivisión de los periodos.

Por motivos de exactitud y simplicidad terminológica aquí utilizamos sólo los conceptos "microciclo" y "macrociclo". Un ***microciclo*** se refiere por lo general al periodo de una semana. Un ***macrociclo*** se diferencia de otro en función de los distintos contenidos que enfatice y de las distintas estructuras de carga, y se compone de los microciclos necesarios para cumplir con sus funciones. Por tanto, los macrociclos no tienen todos la misma duración. La pretemporada en una periodización sencilla suele constar de tres macrociclos; en una periodización doble, de dos.

Si la pretemporada en el entrenamiento de combinación nórdica, tal como se representa en la tabla 28, se dividiese según este concepto de macrociclo, resultarían tres macrociclos (MAC). MAC1: semana 18 -26 , siendo el contenido principal el entrenamiento de la resistencia en carrera de fondo/esquís con ruedas; MAC 2: semanas 27 -43 (ya fuera de la tabla), alternancia entre bloques de resistencia, salto sobre colchoneta y esquí; MAC 3: semanas 45 -50 , entrenamiento sobre nieve (esquí de fondo, salto).

La decisión de no utilizar el término "mesociclo" se puede justificar de la siguiente forma: el concepto se introdujo dando por sentado que un macrociclo se debía dividir en un "mesociclo introductorio", seguido por otros de "fundamentación", " control" y "perfeccionamiento" (THIESS / SCHNABEL / BAUMANN, 1978, 162; HARRE, 1986, 104 y ss.). Semejante transcurso de un macrociclo no era reconocible en todos nuestros análisis de entrenamientos. Tampoco resultaría razonable si se buscara la especialización. Así, cabe plantearse como cuestión práctica la necesidad de otra subdivisión entre un macrociclo y un microciclo.

5.2.4.1 El macrociclo

Como la planificación del entrenamiento elabora la mayoría de las veces un plan anual con sus periodos y planes semanales (microciclos), no se suele dar mucha importancia a los fundamentos de otra subdivisión periódica, concretamente los macrociclos

(etapas, mesociclos). El tratamiento del tema en la literatura metodológica va en la misma dirección. Por ello, en la práctica, la ***distribución en macrociclos*** no se realiza según las normas de la teoría del entrenamiento, sino a partir de condicionamientos pragmáticos. Así, la distribución de macrociclos se basa en planificaciones del calendario, como por ejemplo el de las competiciones, en la clasificación temporal de las decisiones básicas del entrenamiento, incluso en las estaciones del año, en los plazos fijados para análisis de diagnóstico del rendimiento, etc.

En la práctica los macrociclos resultan a menudo de un determinado ritmo en el *cambio brusco del volumen de la carga*, como muestra la tabla 29. En ella presentamos un macrociclo de la organización del entrenamiento en el equipo nacional noruego de esquí de fondo femenino. Hasta el inicio del entrenamiento continuado sobre nieve, la pretemporada se divide en macrociclos de cuatro semanas. En los microciclos el volumen de la carga se modifica bruscamente según un sistema establecido. La tabla 29 muestra un macrociclo con cuatro semanas en setiembre.

Tabla 29: *Macrociclo de setiembre del equipo nacional femenino noruego de esquí de fondo; D = semana dura, en conjunto 13-14 sesiones de entrenamiento; S = semana suave, en conjunto 7 SE; M = semana intermedia, 9-10 SE; MD = semana media-dura, 11 SE (KAAS 1986, 211).*

Contenidos del entrenamiento	D	S	M	MD
Calentamiento	1,20	0,20	0,50	1,10
Carrera de resistencia	6,20	4,00	5,00	5,30
Carrera/resistencia de velocidad	0,20		0,20	
Entrenamiento en intervalos	1,40	0,30	1,00	1,20
Fuerza explosiva	0,40	0,10	0,30	0,30
Fuerza	1,40	1,00	1,20	1,30
Total de horas	12,00	6,00	9,00	10,00
Número de sesiones de entrenamiento	9	5	7	8
Número de sesiones de entrenamiento en esquis con ruedas	3-4	2	2-3	3

Otras delimitaciones de macrociclos aislados se basan más bien en los contenidos, como muestra el ejemplo de la tabla 28.

5.2.4.2 El microciclo

Por lo general, un ***microciclo*** dura una *semana*, de lunes a domingo. El *macrociclo* aporta dos características o valores indicativos a la concepción de cada microciclo (tablas 28 y 29):

— los ***contenidos*** que se han de entrenar (carrera de resistencia, trabajo sobre esquís de ruedas, entrenamiento de la fuerza, técnica de salto, entrenamiento de la velocidad, etc.)
— los ***volúmenes de la carga*** con los que esos contenidos se han de entrenar (horas, sesiones de entrenamiento, kilómetros, etc.).

El microciclo en sí mismo (1) determina el número y momento de las *sesiones de entrenamiento*, (2) distribuye los *contenidos* dentro de las sesiones, (3) indica el *volumen de la carga* para cada sesión y (4) regula la *intensidad de la carga* con la que se han de realizar estos volúmenes. De aquí deriva el principal problema a la hora de planificar un microciclo eficaz: configurar la ***dinámica de la exigencia de la carga global***, pues esta dinámica ha de tener en consideración la evolución de la fatiga y la recuperación dentro de este ciclo.

Al tratar de la dinámica de las cargas hay que poner en claro, desde un primer momento, que la ciencia del entrenamiento no dispone aún de un número suficiente de principios fundados y contrastados sobre el tema de la dirección del microciclo. Basándonos en los conocimientos adquiridos hasta la fecha, podemos no obstante formular los siguientes acerca del transcurso de la fatiga dentro de un microciclo.

Las *fatigas de entrenamiento* son una disminución del rendimiento natural y planificada, que muy probablemente cursa en dos fases: en la *primera fase* estas disminuciones ocasionadas por los desgastes pueden recuperarse con rapidez. Cuando las exigencias de la carga se suceden una tras otra, se produce a partir de un momento determinado una acumulación de restos de carga y disminuciones del rendimiento que no pueden ser superadas a corto plazo. A esta segunda fase le damos el nombre de fatiga compleja, que podría tener su origen en procesos del SNC (MARTIN, 1987a, 378 y ss.). En el apartado 2.6.1 ya hemos expuesto esta problemática en relación con el entrenamiento de la técnica.

Los ***procesos de fatiga y recuperación*** dentro de un microciclo adoptan, con gran probabilidad, un determinado transcurso en fases ante la acumulación de cargas y sus correspondientes desgastes; en este transcurso podría observarse que hasta la quinta o sexta sesión de entrenamiento sólo aparece la primera fase de la fatiga, esto es, sólo la fatiga muscular rápidamente recuperable. A partir de ahí lo hace la segunda fase de la fatiga compleja, cuyas pérdidas de rendi-

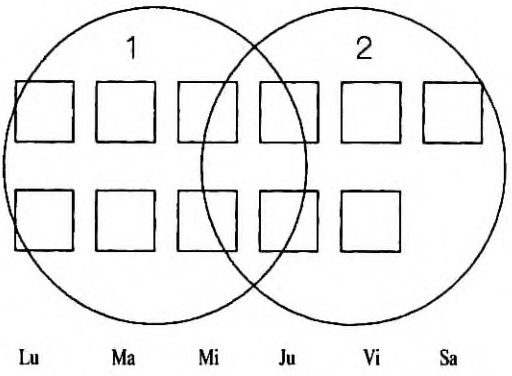


Figura 100: *Esquema de las dos fases de la fatiga en un microciclo con 11 sesiones de entrenamiento.*

miento ya no son recuperables en el marco de un microciclo, sino que necesitan una fase más larga de recuperación (fig. 100). Es de suponer que el agotamiento de las *reservas funcionales* actuales sólo tiene lugar en la segunda fase del microciclo y posiblemente sólo cuando la carga global de este ciclo alcanza la capacidad funcional actual. Por ello son de gran importancia las recuperaciones después de un microciclo.

Para la configuración de la dinámica de las cargas en un macrociclo existen tres modelos (fig. 101):

Modelo 1:
Microciclo con un *pico de carga* (jueves) y carga ascendente y descendente.

Modelo 2:
Microciclo con *dos picos de carga* (miércoles y sábado), con carga escasa el jueves y en aumento el viernes.

Modelo 3:
Microciclo con *dos picos de carga* (martes y viernes), con un nivel de carga relativamente alto entre los dos picos.

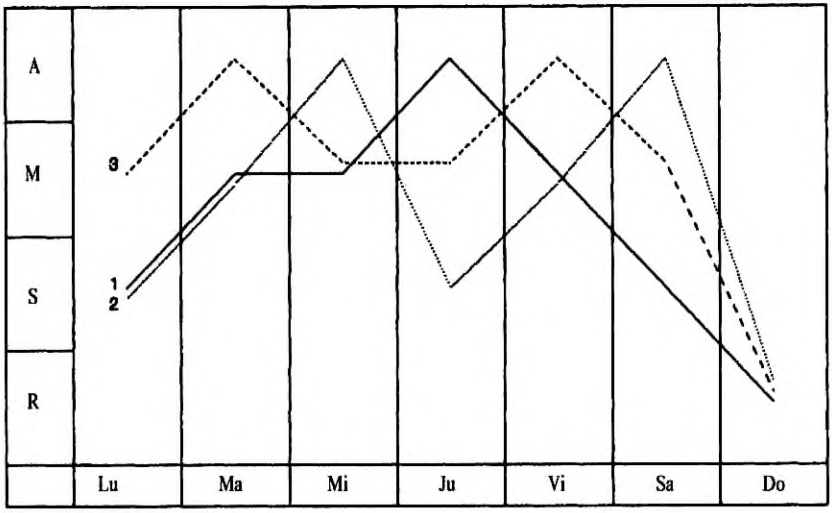


Figura 101: *Tres modelos de dinámica de las cargas en microciclos. A = Carga elevada; M = media; S = suave; R = recuperación.*

El siguiente ejemplo de dinámica de las cargas (fig. 102) procede del balonmano. Muestra un plan semanal de entrenamiento unido a la dinámica de la carga de un microciclo en temporada. Entre partido y partido, el ciclo sólo presenta un pico de carga.

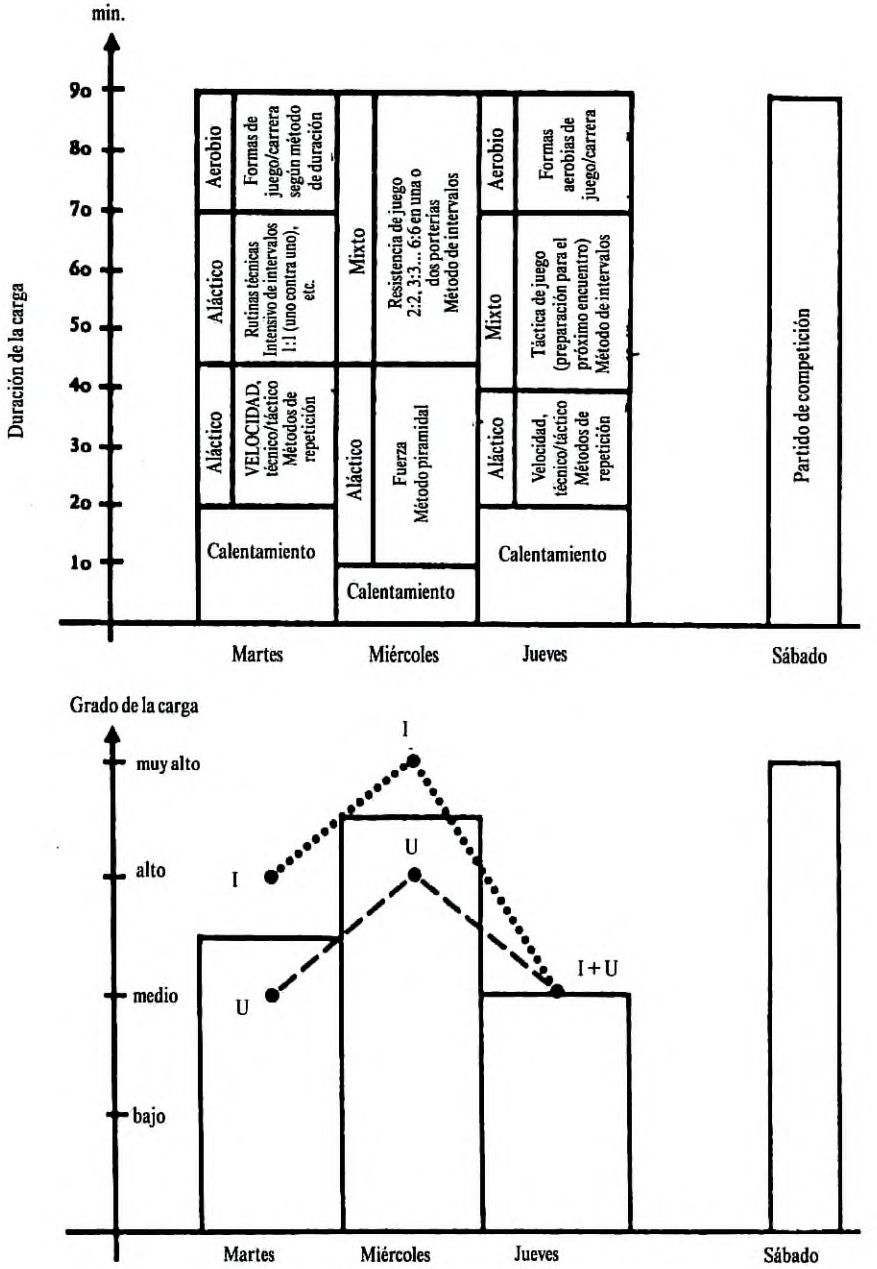


Figura 102: *Distribución de los contenidos del entrenamiento y dinámica de la carga en un microciclo de balonmano (BRACK, 1986, 119).*

5.3 Planificación del entrenamiento

La planificación del entrenamiento –entendida como estructuración de programas– es parte del quehacer cotidiano de los entrenadores, así como dirigir y evaluar la ejecución del entrenamiento. Aunque los planes de entrenamiento se rodean a veces de un cierto halo de misterio, hoy se conoce en líneas generales cómo se entrena, porque en las diferentes publicaciones propias de cada modalidad aparecen expuestos planes marco para cada disciplina y sus categorías, y se discute sobre ellos de forma totalmente pública en los seminarios internacionales de entrenamiento. Por ello, los datos orientativos del entrenamiento y su ubicación en *planes marco* son actualmente conocidos en sus líneas generales.

Los ***planes marco*** contienen programas de entrenamiento generalizados de diversas disciplinas. En parte establecen incluso distinciones entre grupos según su promoción, cuadro o nivel. Están enfocados en el sentido de un modelo teórico, a partir de los datos orientativos de los contenidos y las exigencias de la carga, su distribución temporal, la periodización especial y las competiciones. La ausencia de planes marco en tanto que patrón y modelo de proyectos de entrenamiento no es imaginable en nuestros días.

A pesar de nuestro aparente sometimiento a la planificación, no es extraño un cierto escepticismo frente a ella. Se puede constatar que muchos entrenadores que parten de una actuación planificada se echan en brazos de la improvisación por los más diversos motivos: aparición de lesiones, descarte obligado de decisiones básicas del entrenamiento, modificación de los esquemas por malas condiciones climáticas, etc. A menudo, el cambio de las disposiciones no se refleja en la corrección de los planes, sino en la improvisación, y se suprimen tantas secciones de la estructura planificada que el programa originario queda irreconocible. El cambio improvisado de las disposiciones convierte a menudo un plan de entrenamiento en algo incontrolable. Además, su ejecución se vuelve más difícil, con lo cual se producen o dejan de alcanzarse determinados resultados.

5.3.1 Planificación y plan - Conceptos y características

Sin pretender una exactitud terminológica intentaremos en un primer momento una explicación general de las nociones de planificación y plan. *Planificación* es un procedimiento de pronóstico que tiene como objetivo elaborar un plan. El *plan* es *"sólo"* un *borrador teórico previo*, un programa que describe cómo y en qué condiciones se ha de alcanzar un objetivo planificado. Por ello no hemos de confundirlo con su realización, teniendo en cuenta que no ofrece garantía de que pueda ser realizado. Tampoco garantiza su aceptación por parte de quienes lo han de llevar a cabo.

Además, hemos de entender la planificación como un proceso continuo en el cual se ha de producir una retroacción hacia adaptaciones continuas del plan. Como muestra la experiencia, en el transcurso de un ciclo anual surgen continuamente motivos para adaptar los planes, ya sea por enfermedades, lesiones, problemas profesionales o apla-

zamiento de compromisos, pero también por resultados insuficientes o inesperados en las pruebas de la valoración del rendimiento.

Por ello debería tener lugar una *comparación* constante *de resultados previstos y efectivos* entre la *planificación* y la *praxis realizada*. Para la función de los planes del entrenamiento nos guiaremos por el siguiente principio: la planificación no es un proceso aislado que tiene lugar al principio de un ciclo de entrenamiento y se aplica durante un periodo determinado, sino que es un *proceso continuo* que se inserta en la ejecución práctica del entrenamiento y se completa y perfecciona constantemente con las experiencias adquiridas en la praxis. La planificación, la vigilancia de la realización y la adaptación del plan a los requisitos del entrenamiento configuran una unidad de dirección y plantean un reto crucial para los entrenadores (MARTIN, 1982, 11 y ss.).

DEFINICIÓN:
La **planificación del entrenamiento** es un método para elaborar un plan de entrenamiento entendido como un programa de medidas de entrenamiento que se habrán de realizar en un futuro. Incluye adaptaciones del plan si se modifican sus condicionantes.

La efectividad o el realismo de un plan de entrenamiento depende de si éste se encuentra o no en condiciones de cumplir las siguientes ***funciones***. Hemos de saber (1) con qué exactitud puede el plan adaptar el programa a las *condiciones subjetivas del entorno y el rendimiento*; (2) si con el programa elaborado es posible generar la *evolución del rendimiento pretendida*; (3) en qué medida el plan nos ofrece la posibilidad de *dirigir* y *adaptar* el entrenamiento a una modificación de sus condicionantes, y (4) si el plan es percibido como *factible* por los *deportistas* y se pueden *identificar* con él.

5.3.1.1 Diferentes tipos de planes

La literatura especializada nos ofrece unos cuantos tipos de planes que se diferencian, en primer lugar, por el *grupo de objetivos* al que apuntan y, en segundo lugar, por el *periodo de planificación*. La fig. 103 ofrece una visión de conjunto de estos tipos de plan, que vamos a describir sucintamente:

La función de los ***planes marco*** ya se ha expuesto en la introducción. Se trata de modelos de entrenamiento generalizadores, específicos de la modalidad y diferenciados de acuerdo con los niveles de rendimiento, hacia los cuales se ha de orientar la tarea planificadora. La sinopsis de la fig. 103 refleja una diferenciación básica para todos los tipos entre planes individuales y de grupo, y da a entender así que todos los planes que siguen a continuación pueden concebirse para un trabajo individual o en grupo.

Los ***planes de entrenamiento individuales*** contienen programas de entrenamiento para deportistas individuales. Se utilizan sobre todo en las categorías de rendimiento superiores de los deportes individuales o allí donde un grupo de entrenamiento ha trabajado poco en conjunto y las condiciones de cada uno de sus miembros son diferentes.

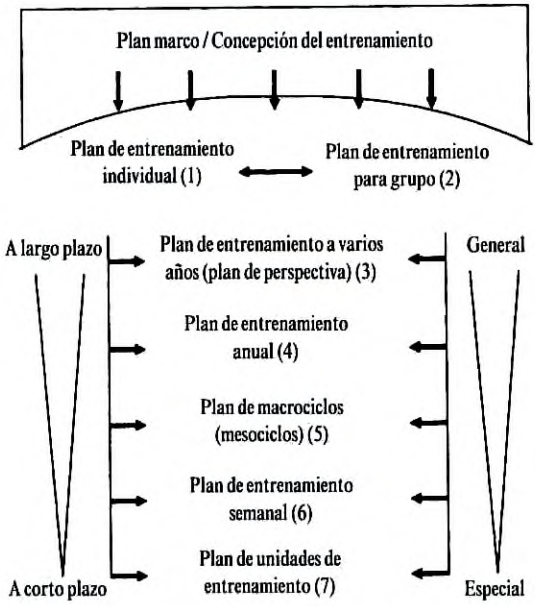


Figura 103: Tipos de planes de entrenamiento (STARISCHKA, 1988, 11).

Los ***planes para grupo*** se aplican cuando el estado del rendimiento y el objetivo del entrenamiento de un grupo son más o menos comparables. Para equipos deportivos que entrenan siempre juntos lo normal es utilizar este tipo de planes.

Los ***planes a varios años*** tienen la función de planes marco. Describen la configuración del entrenamiento desde una perspectiva a largo plazo, incluyendo una representación global de los objetivos y contenidos susceptibles de modificación.

El ***plan de entrenamiento anual*** es el primer tipo de plan que interviene *activamente* en la realización del entrenamiento. Describe el programa del entrenamiento para el ciclo de un año. Los *planes de macrociclos* se elaboran raramente en la práctica, porque los planes de entrenamiento anuales bien concebidos engloban la serie de macrociclos con sus valores indicativos correspondientes.

El ***plan de entrenamiento semanal***, que describe la realización exacta de un microciclo, es aquel según el cual entrenan los deportistas "propiamente". Se trata del horario de una semana de entrenamiento. Para sesiones de entrenamiento que se repiten se utilizan planes de sesiones de entrenamiento. Posteriormente hablaremos con más detalle de los planes anual y semanal.

5.3.2 Etapas de trabajo en la planificación del entrenamiento

Los planes del entrenamiento son casi siempre *planes de futuro*. En la mayoría de los casos se basan en el estado del rendimiento actual y pronostican un objetivo hacia el

que es preciso orientarse. Basándose en estos dos componentes el ***plan de entrenamiento*** se diseña sistemáticamente hasta obtener un programa para la realización del entrenamiento. Por ello, los planes requieren determinados métodos y etapas de trabajo (fig. 104).

Los ***trabajos previos*** a la planificación son análisis (1) del estado del rendimiento actual de los deportistas, pero también (2) de las condiciones en las que se ha producido el rendimiento en cuestión. Por ello, el *análisis del estado presente* y la *evaluación de la documentación del entrenamiento* son las primeras tareas necesarias y las primeras etapas de la planificación.

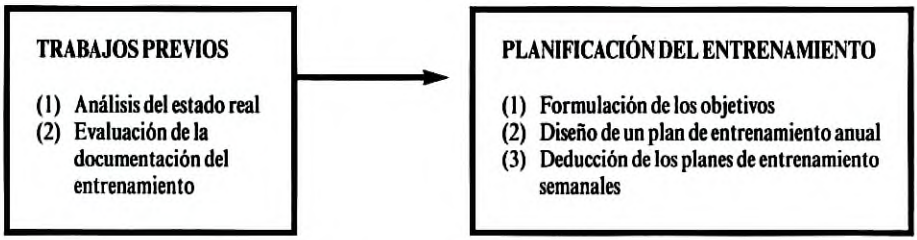


Figura 104: *Etapas de trabajo de la planificación del entrenamiento.*

5.3.2.1 Análisis del estado del rendimiento

Un análisis del estado del rendimiento se ha de efectuar considerando unos plazos amplios, porque no sólo es importante la situación de la última temporada, sino también la dinámica de la evolución del rendimiento. El estado del rendimiento se calcula en primer lugar con la ayuda de los ***datos de la competición*** y en segundo lugar con los ***datos de la valoración del rendimiento***. Los primeros se obtienen de las listas de resultados, siendo obligado observar las distancias respecto a los campeones de la categoría, esto es, respecto a los "resultados de la competición orientativos".

La misma importancia tienen los datos de la valoración del rendimiento y sus valores comparativos. La valoración del rendimiento está, por tanto, sometida a los siguientes requisitos: (1) la *utilización de procedimientos de valor informativo, relevantes en la modalidad,* para determinar el estado del rendimiento; (2) la *aplicación consecuente de los mismos procedimientos* durante varios años; (3) su *utilización en condiciones idénticas* (estandarización) y (4) en *el mismo momento del ciclo anual*. Sobre estas premisas, los datos de la valoración del rendimiento han de utilizarse para analizar el estado real, teniendo en cuenta el eje del tiempo (longitudinal).

Los procedimientos para realizar la valoración del rendimiento se han descrito en los apartados destinados a ello, en entrenamiento de fuerza (3.2.4), la velocidad (3.3.4), la resistencia (3.4.4) y la flexibilidad (3.5.5).

Resumiendo, sobre el ***análisis del estado real*** podemos decir lo siguiente: es un *proceso permanente* que no sólo tiene lugar después de transcurrida una temporada, si-

no que sus resultados se necesitan como información retroactiva para comprobar, en fases, la realización del plan y por tanto para *dirigir el entrenamiento*. Este análisis, por supuesto, ha de complementarse con el de las *premisas materiales* (condiciones, etapa de entrenamiento) y los *influjos sociales* (formación, profesión), pues también se toma en cuenta estos factores a la hora de planificar.

5.3.2.2 Documentación del entrenamiento

La documentación del entrenamiento abarca la recopilación sistemática de datos, su ordenación por categorías y unidades de medida (cifras), y la evaluación de estos datos. Registra las medidas respecto al contenido que se han realizado, con qué exigencias de carga, en qué momento, qué competiciones se han realizado y con qué preparación (MARTIN, 1980, 204).

La documentación del entrenamiento cumple los siguientes cometidos: (1) registra el entrenamiento realizado; (2) permite comprender con qué medidas, contenidos y cargas se ha conseguido el estado actual del rendimiento; (3) sirve como punto de partida para futuras planificaciones, pues los contenidos de las cargas en la macro y la microestructura del entrenamiento sólo se pueden modificar cuando es posible comparar la tarea planificada con la realizada. La planificación necesita valores comparativos que sólo la documentación del entrenamiento puede aportar. Esta documentación presenta los siguientes ***requisitos metodológicos***:

— El registro, por parte de los deportistas, de los *datos del entrenamiento* en ***diarios*** u *hojas de documentación*.
— La anotación suplementaria de ***fichas***, a cargo de los entrenadores, para las modalidades de juego y los grupos que entrenan juntos. La combinación de las actas con los diarios redunda en una recogida de datos más precisa.
— El diseño de ***procedimientos de evaluación***. Puede hacerse con la ayuda de hojas de análisis escritas a mano; sin embargo, en la era del ordenador existen numerosos ejemplos de evaluación de datos del entrenamiento mediante programas sencillos, así como de representación gráfica y elaboración de tablas.

En nuestra opinión, el entrenador debe encargarse desde un primer momento, como parte de su tarea educativa, de familiarizar a los deportistas que tiene a su cargo con la documentación de su entrenamiento, y de inculcarles la responsabilidad de evaluar su resultados. Unos cuantos ejemplos prácticos han demostrado que los más emprendedores realizan este trabajo a conciencia y elaboran los datos concienzudamente con la ayuda de su propio ordenador.

Para garantizar la eficacia del sistema *"planificación del entrenamiento realización recopilación de datos evaluación"* es necesario ponerles un nombre a los datos que vamos a documentar. Para ello hacen falta dos etapas de trabajo: la primera, poner de acuerdo con exactitud las *categorías de contenido* aplicadas, y la segunda, *cuantificar* el trabajo de entrenamiento efectuado sobre la base de un elemento de contenido.

*Las **categorías** dividen los contenidos del entrenamiento en clases y establecen una definición conceptual precisa de estas clases. La cuantificación significa añadir unidades de medida (cifras) a estas categorías.*

El sistema de "planificación–documentación" funciona en su conjunto cuando en la planificación, en el diseño del diario y/o las hojas de documentación e incluso en el entrenamiento práctico se utilizan las mismas categorías para designar un determinado contenido del entrenamiento. En el siguiente ejemplo (tabla 30) se muestra cómo se

***Tabla 30:** Hoja de evaluación para el registro del entrenamiento en esquí de fondo. Aclaraciones en el texto.*

MESMAYO	MAYO/SEMANA														
SEMANA	18			19			20			21			22		
Ámbito de resistencia	km	tiempo	'SE	km	tiempo	SE	km	tiempo	SE	km	tiempo	SE	km	tiempo	SE
Resistencia global	39	3:45	3	55	7:20	6	57	11:20	5	80	8:35	5,5	98	12:55	8
Intensidad I_r, global	150			144			150			150			150		
Carrera de resistencia, global	39	3:00	3	55	5:05	4,5	57	7:20	3	80	8:35	5,5	82	9:30	5
Intensidad I_1,I_0	—	—	—	18	1:50	1,5	6	0:40	0,5	4	0:25	—	—	—	—
I_1	39	3:00	3	37	3:15	3	44	6:10	2,5	72	7:50	5	82	9:30	5
I_2	—	—	—	—	—	—	7	0:30	—	4	0:20	0,5	—	—	—
I_r	150			144			150			150			150		
Esquí con ruedas, global	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	0:55	1
Intensidad I_{0-1}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	0:55	1
I_2		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
I_r													150		
Entren. con esquís, global															
Intensidad I_{0-1}															
I_2															
I_r															
Bicicleta, remo, etc.	—	0:45	—	—	2:15	1,5	—	4:00	2	—	—	—	—	2:35	2
Competición															
Resistencia de velocidad	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0:10	—
Ámbito de fuerza, global	—	—	—	—	—	—	—	0:40	1	—	1:25	1,5	—	—	—
Todo el cuerpo	—	—	—	—	—	—	—	0:10		—	—	—	—	—	—
Trabajo de piernas	—	—	—	—	—	—	—	0:20	1	—	0:15	0,5	—	—	—
Trabajo de brazos	—	—	—	—	—	—	—	0:10		—	1:10	1	—	—	—
Juegos	—	0:10	—	—	0:25	—	—	0:50	—	—	0:45	—	—	0:10	—
Velocidad	—	—	—	—	0:20	—	—	0:40	1	—	0:20	—	—	—	—
Ámbito de RE-F-S-V (resist. esp.- fuerza - salto - velocidad)	—	0:10	—	—	0:45	—	—	2:10	2	—	2:30	1,5	—	0:20	—
Ámbito de resistencia + RE-F-S-R	39	3:55	3	55	8:05	6	57	13:30	7	80	10:55	7	98	13:20	8
Cursillos más importantes / Lugares de competición															

efectuó la evaluación del diario de un esquiador de fondo con la ayuda de una hoja de análisis (temporada 83/84).

En esta documentación se cuantificó el volumen de la carga utilizando las siguientes unidades de medida: kilómetros, tiempos de entrenamiento en horas (h) y sesiones de entrenamiento (SE). La intensidad de la carga (I) se documentó sólo para el ámbito de la resistencia, y concretamente en tres niveles, I_0, I_1 e I_2, establecidos según la frecuencia cardiaca. I_r significa intensidad relativa, y se obtiene mediante un cálculo. Las categorías aquí señaladas y las unidades de medida se utilizaron también para las entradas en el diario de entrenamiento. Este tipo de evaluación ha demostrado ser apropiado para aplicarlo en la planificación subsiguiente.

Sobre la documentación del entrenamiento en soporte informático podemos resumir brevemente: un grupo de entrenamiento trabajó desde 1984, por encargo del BISp (Bundesinstitut für Sportwissenschaft = Instituto Nacional de Ciencias del Deporte) en un proyecto relacionado con este ámbito y dirigido por STARISCHKA. Llegó a la conclusión de que el coste de trabajo que requiere es demasiado elevado para que lo lleven a la práctica los entrenadores en solitario. Aquí son las instituciones científicas las que deberían intervenir. A pesar de esto, este tipo de documentación se terminará por imponer en la medida en que evolucione el software.

5.3.2.3 Formulación de los objetivos

Como hemos mostrado en la fig. 104, el trabajo de planificación del entrenamiento "propiamente dicho" comienza con la formulación de los objetivos. En efecto, la tarea de entrenamiento se deduce básicamente de sus *objetivos directores*. Éstos funcionan como objetivos jerárquicamente superiores y, por tanto, como orientación general para deportistas y entrenadores. Además, deben generar motivación e identificación con la actividad deportiva. Esta *motivación* ha de ser conseguir un determinado rendimiento en competición, participar en la fase final de los campeonatos nacionales o en los JJ. OO., ascender al nivel de rendimiento (categoría) inmediatamente superior, etc. Los objetivos directores ofrecen así una orientación a la que se subordina la *planificación del entrenamiento* con las *decisiones* que le corresponde adoptar.

Los objetivos directores del entrenamiento se formulan en distintos planos dentro de un contexto de deducciones lógicas para que seguidamente la planificación pueda disponer de ellos. En el nivel superior se encuentran los ***objetivos directores***. Como hemos dicho, representan el nivel jerárquicamente superior y a partir de ellos se deducen los situados en el nivel inferior, los ***objetivos parciales***. Éstos formulan las premisas concretas mediante las cuales se intenta conseguir los objetivos directores.

Creemos que el establecimiento preciso de objetivos ha de preceder a cualquier planificación de entrenamiento, y ello por tres razones: (1) *Los objetivos del entrenamiento sirven de orientación básica para los esfuerzos de la pedagogía y son criterios de bondad necesarios si queremos crear una motivación en torno al rendimiento; (2) hacen que el grado de eficacia alcanzado por el entrenamiento sea revisable y (3) posibi-*

litan la dirección del entrenamiento. Si no sabemos con qué grado de incidencia hemos de desarrollar un determinado componente del estado del rendimiento, no podremos dirigir el entrenamiento de forma consecuente.

5.3.2.4 Diseño del plan de entrenamiento anual

El plan de entrenamiento anual es el esquema de un *programa de entrenamiento* para un grupo o varios deportistas individuales. Comprende un *ciclo anual* de 12 meses que comienza con la primera pretemporada y acaba al final del último periodo de transición, al inicio del nuevo ciclo anual. Varias razones han hecho necesaria la planificación anual, entre ellas los calendarios nacionales o internacionales, que se diseñan para un ciclo anual, divisiones en grupos de edad en el entrenamiento de jóvenes, previsiones financieras de las federaciones, etc.

Según los objetivos que se establezcan, el cometido del ***plan anual*** es diseñar el programa del entrenamiento de modo que permita alcanzar los objetivos propuestos. Si quiere cumplir sus funciones, el plan ha de atenerse a los siguientes ocho puntos:

— el plan es un ***calendario*** dividido en meses y semanas, que comienza al principio del ciclo de entrenamiento anual (p. ej., semana 18ª, semana32ª)
— a partir del calendario de competición se divide el calendario en los ***periodos*** y ***ciclos*** previstos en nuestro diseño
— en el margen vertical del calendario (filas) se anotan las ***categorías de contenido*** (figs. 105, 106)
— el plan debe mostrar con total claridad la ***variación temporal*** de los ***contenidos*** y sus ***relaciones*** mutuas
— la ***dinámica de las cargas*** se representa en el plan anual casi exclusivamente con *indicaciones del volumen*, más o menos precisas. En este tipo de plan no se efectúan previsiones sobre la intensidad
— además, el plan contiene indicaciones sobre el número, tipo y momento de las *competiciones*
— se incorporan además las *decisiones básicas del entrenamiento*
— y finalmente, el momento en que se efectúa y el tipo de ***análisis para la valoración del rendimiento***.

Para la planificación se utilizan cuatro tipos de representación sinóptica: en primer lugar, en forma de *gráficos* que a) cuantifican los *volúmenes de la carga* o b) los simbolizan. En segundo lugar, en forma de *tablas* con *indicaciones simbólicas del volumen* (++++, fig. 105) o cuantificadas (fig. 106).

El plan más idóneo, que requiere un gran cuidado de los detalles y cuya elaboración es imposible sin disponer de un material documental suficiente, es la *tabla con cuantificación del volumen*. A partir de ésta es posible deducir los planes del entrenamiento semanal con la mayor exactitud (fig. 106).

Competición \ Tiempo		1ª pretemporada – 1ª etapa	1ª pretemporada – 2ª etapa	1er periodo de competición	1er periodo de transición	2ª pretemporada – 1ª etapa	2ª pretemporada – 2ª etapa	2º periodo de competición	2º periodo de transición
		Enero, Febrero, Marzo	Marzo, Abril	Mayo, Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre, Noviembre	Diciembre
Ejercicios generales de desarrollo		+++	++	+	+++	++	+	+	+++
Ejercicios especiales	Fuerza	+++	+++	++	O	+++	++	++	O
	Agilidad	++	++	++	+	++	++	++	+
	Sesiones de movimientos	++++	++	+	O	+++	++	+	O
	Enlaces	++	++++	++	O	++	+++	++	O
Ejercicios de competición		O	++	++++	O	+	+++	++++	O
Trabajo de coreografía	Ballet	+++	+++	+	O	+++	+++	+	O
	Táctica, organización	+++	+	+	O	++	+	+	O
	Cuidados corporales	++	++	++	++++	++	++	++	++++
Compromisos	Personales	V; Δ Examen del carné de conducir	V		Viaje de vacaciones; V	V	Cumpleaños; V	Δ	Vacaciones; V
	De competición	Δ E, Δ E	Δ P, Δ P	Δ S, Δ S, Δ PI, Δ PI			Δ E, Δ S, Δ S	Δ PI, Δ S, Δ S, Δ PI, Δ E	
	Otros	Δ AM		Δ AM			Δ AB		

Explicación de los símbolos

++++ : máxima importancia
+++ : gran importancia
++ : importancia media
\+ : escasa importancia

O: sin actividades correspondientes
V: vacaciones
E: exhibiciones
P: competición de prueba interna

S: competición secundaria
PI: competición principal
AM: cita para análisis (médico)
AB: cita para análisis (biomecánico)

Figura 105: *Plan anual con periodización doble para la gimnasia de aparatos. Como forma de representación se eligió una tabla con indicaciones del volumen simbólicas (FRIEDRICH / BRÜGGEMANN, 1981, 50).*

Período								
Ciclo								
Mes					Mayo			
Semana	18				19			
Categorías de contenido	SE	h	km	S	SE	h	km	S
1. Técnica de salto								
1.1 Técnica								
– Colchoneta								
– Nieve					2	4		10
1.2 Entrenamiento de la imitación					0,5	1		
1.3 Entrenamiento de la fuerza	1	1			1	2		
1.4 Entrenamiento de la velocidad								
2. Entrenamiento general								
2.1 Coordinación	0,5	1			0,5	1		
2.2 Flexibilidad	0,5	1			0,5	1		
3. Entrenamiento en carrera								
3.1 Esquí	3	4	60			1	15	
3.2 Esquí con ruedas								
3.3 Entrenamiento en carrera	4	5	60	2,5	3	40		
Suma	9	12	120		7	13	55	10
Decisiones más importantes								
Competiciones								
Tests								

Figura 106: *Esta tabla se elaboró para combinación nórdica. En ella se cuantifican las siguientes indicaciones de volumen: número de sesiones de entrenamiento (SE), kilómetros, tiempo (h) y número de saltos (S) sobre trampolines de nieve o colchonetas.*

5.3.2.5 Diseño del plan de entrenamiento semanal

El plan del entrenamiento semanal es el diseño del programa detallado de una semana con las exigencias de la carga y el contenido de un microciclo.

Como muestra el ejemplo de la tabla 31, el plan del entrenamiento semanal contiene las siguientes informaciones: (1) la ***distribución de las sesiones de entrenamiento*** en cada día de la semana, mañanas y tardes; (2) la ***descripción*** detallada ***de la realización del entrenamiento*** para cada sesión de entrenamiento en el sentido de su transcurso metodológico y de contenido, y (3) la ***fijación de las exigencias de la carga***, describiendo los volúmenes de la carga con sus grados de esfuerzo en cada momento, así como la intensidad. Para las descripciones del contenido y de la carga se establecen unas abreviaturas, símbolos o valores numéricos.

Para *dirigir* aún en mejores condiciones la *dinámica de las cargas* y la *alternancia de carga y recuperación*, esto es, para subrayar el carácter propio de un microciclo dentro del plan y destacarlo gráficamente con mayor precisión, recomendamos establecer

Tabla 31: *Plan de entrenamiento semanal para "sprinters" (THIELE, 1981, 135).*

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
(por la mañana) Fuerza Coordinación 6 x 5 SUP 6 x 5 SC 4 x 10 SC 10 x 5 SDC sobre la valla 4 x 20 m PRA en la tabla 4 x 20 m Aar (por la tarde) Velocidad Resistencia de velocidad (I1) 4 x 20/40 m AAr 2 x 4 x 60 m 6,6"-2' P 3 x 300 m 33,5"-12' P	Coordinación Técnica Velocidad Resistencia de la rapidez (I1) 2 x 10/20/30 m PRA 4 x 20 m AAb 4 x 40 m AAb 6 x 60 m - 6,3"-4' P 120 m/180 m 120 m/12,2 19,5/12,2" P - 10-15"	(por la mañana) Fuerza 6 x 8 flexión de rodilla I = 70%, submáxima Velocidad 6 x 8 flexores I = 70% 200 repet. aprox. Co. general (musculatura del abdomen, espalda, brazos, etc.) (por la tarde) Coordinación Comp (C. ext.) Fuerza 4 x 20 m TAT y PRA 6 x 20 m PRA 2 x 4 carreras en diagonal sobre la hierba 4 x 8 SDC	Técnica Velocidad Resistencia de velocidad (I1/I2) 4 x 10 m. con cambio de ritmo 4 x 20 m. Aab 4 x 40 m. Aab 3 x 4 x 50 m. relevos 180 m./220 m./120 m. 19,5/3,0/12,2" P - 10"	Fuerza 8 x 6 flexión de rodillas I - 85%, submáxima Velocidad 8 x 6 flexores I - 85% 30' balón medicinal (atletismo general)	Coordinación Velocidad Resistencia de velocidad (I2/I3) 2 x 20/20/30 PRA 2 x 20/40/60 Aar 6 x 100 m. 6' P 10,6/10,4/ 10,2/10,2/ 10,4/10,6	Reposo

SUP = saltos con una pierna; SC = saltos en carrera; SDC = saltos desde la posición en cuclillas; PRA = palanca con la rodilla hacia arriba; AAr = salida desde altura; AAb = salida desde abajo; TAT = trabajo de la articulación del tobillo; Comp. = compensación; C. ext.: Carreras extensivas a ritmo; P = pausa; I = intensidad; I1 = intensidad 1 (92-97%); I2 = (85-92%); Co. = coordinación; Frequ = desde la submáxima a la máxima; CS = carrera multisaltos.

tiempos intermedios entre las sesiones de entrenamiento de la mañana y la tarde, así como diseñar la "dinámica de la exigencia" dentro del ciclo (fig. 107).

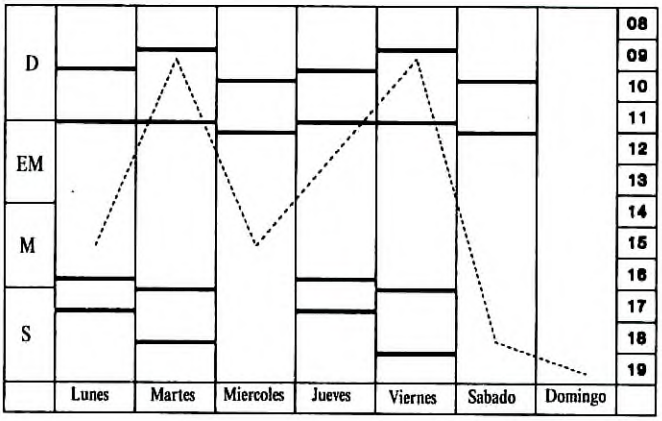


Figura 107: *Esquema de un plan de entrenamiento semanal con la hora del día en el margen derecho y los "grados de exigencia de un día de entrenamiento": S = suave; M = medio; EM = de exigencia media; D = duro.*

5.3.4 La sesión de entrenamiento

Si se pretende realizar con ella un trabajo eficaz, la sesión de entrenamiento debe estar constituida como un todo funcional junto con cada una de sus partes. Sus métodos y contenidos no se han de configurar pensando en "despachar" unos ejercicios, sino en conseguir, de manera consecuente, unos *objetivos planteados*. Por tanto, no debemos diseñar sus secciones, la de *introducción al medio* (IM) (*principal* (SP) (*vuelta a la calma* (C) según la función que les prescribe la teoría del entrenamiento, sino que su función ha de estar orientada específicamente hacia el objetivo de la sesión de entrenamiento.

La ***sección introducción al medio*** prepara al deportista *cognitiva y anímicamente*, haciéndole consciente del objetivo, de la exigencia de trabajo que plantea la sesión de entrenamiento y del esfuerzo individual y de la colaboración que se espera de él. En segundo lugar, hay que prepararse *sistemáticamente* en los aspectos *motor-regulador y físico* con vistas a la sección principal y a sus tareas, trabajando una elasticidad muscular y una movilidad articular óptimas, acomodando el organismo y ensayando secuencias motrices especiales (imitaciones de técnicas, movilidad especial y reacciones).

La ***sección principal*** cumple la tarea marcada por los objetivos mediante su configuración metodológica y de contenido. El distinto carácter de las tareas según los distintos contenidos ha generado tipos especiales de sesiones de entrenamiento, como por ejemplo sesiones de entrenamiento de la técnica, aprendizaje de la flexibilidad, trabajo en condiciones próximas a las de competición, táctica, entrenamiento complejo, resistencia, fuerza, velocidad, coordinación y tipos mixtos entre éstos. La eficacia de cada tipo de sesión depende, en cualquier caso, de la sistematicidad con que se cumplan las siguientes condiciones:

— determinación de la *secuencia temporal*, esto es, regulación del curso según evolucione la realización del trabajo (como por ejemplo en el entrenamiento de la técnica o la táctica)
— determinación de la *sucesión* de los *contenidos* y del *procedimiento metodológico*.
— planificación de *local y aparatos, grabación de imágenes* y *distribución de grupos*.
— utilización de *medidas de control* (grabaciones de vídeo en el entrenamiento de la técnica, cronometraje en el entrenamiento de la velocidad, mediciones del pulso en la resistencia, controles de los movimientos de fuerza, etc.).
— mantenimiento de un *flujo de información* continuo entre los miembros de los grupos y el entrenador.

La ***vuelta a la calma*** tiene por lo general la función de introducir *procesos de recuperación* cuando son necesarios. Las sesiones que cumplen con la misión de que no se borren "huellas", como ocurre en las destinadas al entrenamiento o la enseñanza de la técnica, prescinden de la fase de vuelta a la calma (apartado 2.6). En modo alguno se debe renunciar a una conclusión recuperadora después de cargas de condición física, de

entrenamiento complejo y de trabajo en condiciones de competición. Las *formas típicas de vuelta a la calma* son carreras de frenado, técnicas de estiramiento, gimnasia de movilidad articulatoria, gimnasia en agua caliente o también formas de juego.

Toda *unidad*, o por lo menos todo día de entrenamiento debería terminar con una reflexión ***preparatoria para el trabajo venidero***. Puede realizarse mediante *resúmenes breves, valoraciones de los resultados, conversaciones en grupo o con deportistas individuales*, o bien en forma de *seminario*, después del entrensmiento de la técnica, la táctica o en condiciones de competición, también con la ayuda de material audiovisual. Si una sesión de entrenamiento quiere cumplir con su misión educativa no debe renunciar en ningún caso a esta reflexión sobre el trabajo venidero. Los éxitos en el aprendizaje psicomotriz, el desarrollo de valores y actitudes así como la necesaria adquisición de conocimientos se basan en experiencias y por ello exigen reflexión, el proceso de traer a la conciencia. Esto es lo que queremos obtener con esta preparación reflexiva, por lo que la consideramos como un instrumento más de la *dirección* del entrenamiento.

Si observamos la configuración de una sesión desde el punto de vista de las nuevas consideraciones sobre la organización del entrenamiento (apartado 5.1), y aquí particularmente desde la perspectiva de la especialización, en el ámbito del deporte de élite dicha sesión constará sólo de una sección principal, esto es, una tarea principal. En los niveles inferiores y en el ámbito juvenil, donde sólo se realizan unas pocas sesiones de entrenamiento por semana, esta exigencia sólo se puede cumplir parcialmente. A pesar de ello, creemos que también aquí sería útil configurar sesiones con sólo una parte en el sentido de la *"disposición en bloques"* y la *concentración selectiva de cargas* (apartado 5.1.3). Si combinamos dos partes principales debemos tener en cuenta las siguientes reglas:

1. El ***entrenamiento de la técnica*** es la última parte de la sesión de entrenamiento, porque los engramas dinámicos que en él se estimulan necesitan absolutamente una fase de consolidación con posterioridad (apartado 2.6.1). Antes de una sección de técnica sólo se pueden intercalar segmentos breves de *fuerza* o *técnica*, no fatigosos pero sí intensos.

2. Antes del ***entrenamiento de la velocidad*** se puede ubicar una sección de *fuerza*, breve e intensa (ALLMANN, 1985, 294 y ss.), de *flexibilidad* general y/o especial o de *coordinación*.

3. Los entrenamientos de la fuerza o la resistencia con cargas voluminosas deben ir precedidos por una sección de flexibilidad.

La versión que aquí postulamos se contradice con las teorías de ordenación hasta ahora existentes, que se basan en consideraciones sobre una supuesta "transmisión positiva".

5.4 Fatiga de entrenamiento y sobreentrenamiento

5.4.1 Fatiga

El entrenamiento tiene como propósito establecer unas cargas que, por el carácter de sus exigencias, generen adaptaciones funcionales y/o una reserva de experiencias coordinativo-motrices. Para ello, los sistemas de entrenamiento se cargan a menudo hasta el límite de la capacidades de desgaste y funcionalidad actual. La alternancia de *carga* (*fatiga*) *recuperación* es el funcionamiento biológico típico. El entrenamiento lo busca de forma selectiva para ponerlo en ejecución. Dentro de este funcionamiento la *fatiga* es un fenómeno necesario y a la vez un requisito previo para las mejoras del rendimiento, pues sólo los desgastes repetidos, llevados hasta la fatiga, producen un agotamiento de las reservas funcionales y, dentro de estas reservas, las adaptaciones. Por una parte, el entrenamiento debe producir fatiga, pero debe evitar aquella que pueda acarrear síntomas de sobreentrenamiento. La fatiga y la recuperación son, pues, estados importantes para la configuración y dirección del entrenamiento (MARTIN, 1987a, 378). Siguiendo a DANKO (1984, 342), definimos el concepto *fatiga* de la forma siguiente:

DEFINICIÓN:
La **fatiga** es un estado particular, psíquico y físico, como resultado de unas cargas. Se refleja en una descoordinación de las funciones del organismo y en una disminución temporal del rendimiento. El estado de fatiga es transitorio y reversible, y representa un incidente complejo que abarca procesos físicos y psíquicos.

Basándonos en supuestos teóricos y en resultados de investigaciones diversas, podemos distinguir entre fatiga *local* (periférica) y *central* (general). También es evidente que los estados de fatiga no se expresan sólo de una forma localizada, sino que se refuerzan de modo *gradual, en fases*. Parece, pues, razonable diferenciar los grados de fatiga, que abarcan desde el agotamiento de depósitos importantes de energía (primera fase), pasando por fatigas complejas (segunda fase), hasta alcanzar el sobreentrenamiento. La *primera fase* denota su presencia, en la mayor parte de los casos, mediante un *agotamiento local de los depósitos de energía* en los grupos musculares que trabajan, y se recupera también de forma local al llenar de nuevo estos almacenes. En esta fase, la capacidad de rendimiento ante cargas a corto plazo se mantiene aún a un alto nivel. Esta forma de fatiga, recuperable con cierta rapidez, aparece sobre todo en la primera parte de un microciclo de carga, como hemos comentado ya en el apartado 5.2.4.2. En la *segunda fase* se trata de una *fatiga compleja* (central) *no superable a corto plazo*, que hemos denominado de forma hipotética fatiga de programa, pues aquí las fatigas tienen que ver con el conjunto del programa (MARTIN, 1989a, 390 y s.).

En un microciclo de carga elevada, las *fatigas complejas* aparecen por lo general en la segunda mitad de la semana debido a una acumulación de exigencias de la carga. Es posible que sólo en un estado de fatiga compleja las reservas funcionales del organismo se agoten hasta el punto de conseguir adaptaciones en el marco de estas reservas. Las fatigas complejas generan *disminuciones complejas del rendimiento*, sólo observables en su conjunto, por ejemplo mediante ejecuciones de movimientos, rendimientos de coordinación rápida y el estado de la forma física. Las fatigas aparecen en el entrenamiento bajo las formas siguientes (aquí sólo vamos a mencionar unos pocos síntomas):

— mediante *disminuciones del rendimiento* que se encuentren entre el 7 y el 10 % por debajo de la capacidad actual de rendimiento (remitimos a la segunda fase de fatiga);
— un *ascenso precoz de los valores de amoniaco en la sangre* (en los casos que hemos estudiado, la interrupción de la carga coincidió siempre, tanto en estado de fatiga como en recuperación, con los valores individuales de amoniaco máximos, fig. 108) (remitimos a la segunda fase de recuperación);
— capacidad de síntesis del lactato considerablemente disminuida (depósitos vacíos), y desplazamiento de las curvas de rendimiento de la frecuencia cardiaca y del lactato, generalmente hacia la izquierda;
— valores de urea constantemente en alza (apartado 3.3.6.2) (LEHNERTZ / MARTIN, 1988, 9);
— secuencias motrices descoordinadas.

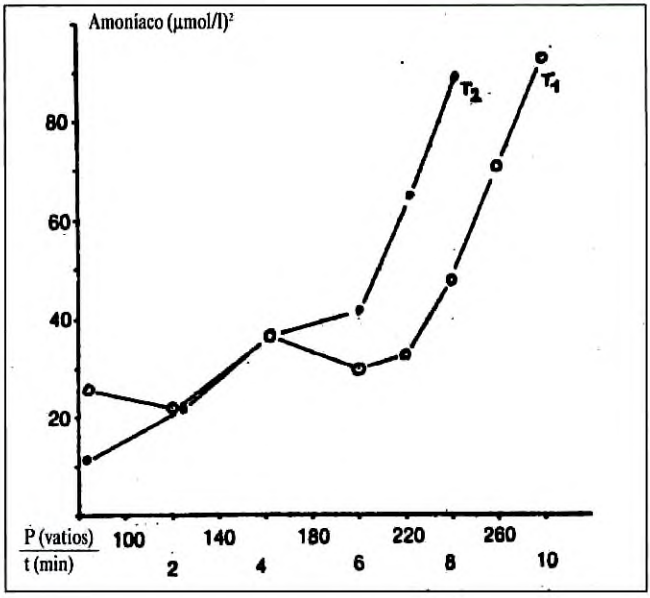


Figura 108: *Desplazamiento de la curva de rendimiento del amoniaco con carga ergométrica; T_1 = estado de recuperación, T_2 = estado de fatiga (LEHNERTZ / MARTIN, 1988, 11).*

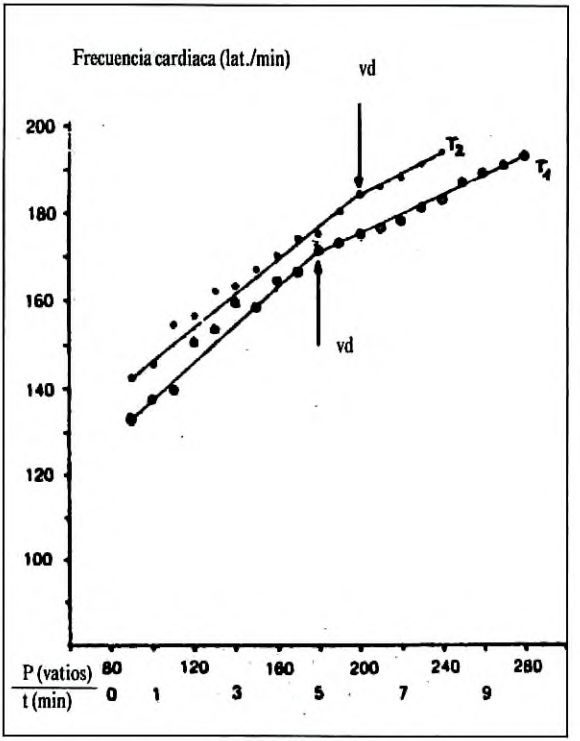


Figura 109: *Curvas de rendimiento de la frecuencia cardiaca en la misma deportista de la fig. 108. Aquí en el estado de fatiga aparece un desplazamiento hacia la izquierda (T_2) (LEHNERTZ / MARTIN, 1988, 9).*

Establecer ***periodos de recuperación*** sobre la base de las diversas cargas previas, con sus diversos efectos de fatiga, es extremadamente difícil, pues en el entrenamiento de la fuerza y/o la resistencia (por mencionar sólo dos tipos) aparecen constantemente exigencias de carga variadas con diferentes desgastes y además el nivel de partida antes del entrenamiento nunca muestra estados de recuperación equivalentes. A esto se añade que al acumular cargas, como ocurre en el marco de un microciclo, disminuye la eficacia de la *recuperación en curso* durante el entrenamiento y de la *recuperación instantánea* después de éste. Por estas razones, las indicaciones sobre el tiempo que suele durar, por ejemplo, una recuperación completa después de un trabajo de resistencia voluminoso, aerobio o anaerobio, o después de uno muy voluminoso de fuerza, son de bastante poca utilidad para la dirección del entrenamiento.

Queremos establecer, por tanto, algunas ***reglas*** globales, aplicables sobre la base de experiencias individuales:

1. Las ***recuperaciones inmediatas*** comienzan después de cada entrenamiento. Cuanto más recuperado haya estado un organismo antes de dicho entrenamiento, tanto más eficaces son las recuperaciones inmediatas que tengan lugar. Además, hacen posible la realización de dos e incluso tres sesiones de entrenamiento en un día.
2. Con un ***volumen de la carga*** en aumento dentro de un ***microciclo***, la eficacia de la recuperación inmediata desciende constantemente y las siguientes sesiones de entrenamiento deben efectuarse con un nivel de fatiga mayor. Esto es visible sobre todo en la segunda mitad del microciclo.
3. Después de un microciclo es necesaria una ***fase de recuperación***, que se realiza mediante trabajo de recuperación y/o descanso. A un microciclo muy duro debe seguirle, además de la antedicha fase de recuperación, una semana de entrenamiento más ligera (apartado 5.2.4.2).

5.4.2 Medidas de recuperación

Para la siguiente exposición nos remitimos a un resumen de los trabajos de KEUL (1978, 236 y ss.) y KINDERMANN (1978, 348 y ss.).

Las medidas de recuperación que acompañan al entrenamiento se pueden agrupar en tres tipos diferentes: (1) ***nutrición*** correcta, sobre todo por la adecuada combinación de hidratos de carbono, grasas, proteínas con electrólitos, líquidos y vitaminas, es de gran importancia en modalidades de resistencia; (2) ***medidas de relajación*** como sueño, entrenamiento autógeno, sedantes y cambio de entorno, y (3) ***medidas físicas*** como masajes, gimnasia en el agua, baños calientes o sauna.

En las modalidades de resistencia, las *reservas energéticas* agotadas, sobre todo los depósitos vacíos de hidratos de carbono se reponen sistemáticamente mediante una alimentación rica en estos hidratos de carbono. Después de cargas muy intensas y voluminosas de entre 60 y 90 minutos, las reservas de hidratos de carbono están casi agotadas, y con la combinación alimenticia habitual no se reponen de nuevo hasta unas 72 h después. Sin embargo, con una dieta rica en hidratos de carbono (dieta sistemática), los depósitos de glucógeno pueden haber alcanzado sus valores de partida a las 24 horas de realizada la carga. Con este ejemplo se puede ver lo importante que es una nutrición correcta para los procesos de recuperación, especialmente en las modalidades de resistencia. Hemos de pensar además en el aumento de las necesidades vitamínicas. Con un trabajo corporal intenso se doblan las necesidades de vitaminas del grupo B, así como de vitaminas C y E. Con un metabolismo elevado de hidratos de carbono habremos de tener en cuenta sobre todo la disponibilidad de vitamina B_1.

Además, para el proceso de la recuperación es importante el equilibrio de las reservas de líquidos y electrólitos. Dado que el organismo consta de un 70 % de agua, los cambios de las reservas de agua pueden producir alteraciones considerables del medio

interno. Las pérdidas de peso producidas durante el entrenamiento consisten principalmente en pérdidas a través del sudor. Con rendimientos de resistencia prolongados y en los juegos deportivos se producen considerables pérdidas de líquidos. Con ellos se pierden asimismo electrólitos. Este estado puede incluso producir un espesamiento de la sangre, con la consecuencia de un menor riego sanguíneo periférico y alteraciones de la evacuación de residuos metabólicos. Con la pérdida de agua se elimina además cloruro sódico, potasio y magnesio, y con ello se altera la relación ácido-basica en su conjunto. Las pérdidas de agua y cloruro sódico coinciden con mermas considerables del rendimiento, que a su vez producen formas graves de calambres musculares, vértigo, excitabilidad e hipertonía muscular. La compensación de estas pérdidas es aún más importante cuando se trabaja a altas temperaturas.

Una serie de análisis ha demostrado que el aporte de electrólitos producido durante una carga de dos horas (en su segunda mitad) actúa no sólo mejorando el rendimiento, sino también influyendo de forma persistente sobre el proceso de recuperación (KEUL, 1978, 241 y s.). El suministro de electrólitos es también importante para la síntesis del glucógeno. Asimismo, con un elevado metabolismo de hidratos de carbono se ha podido constatar una mayor necesidad de vitamina B_1, y se hace muy aconsejable un aporte vitamínico suplementario. En estos casos han demostrado gran eficacia los preparados electrolíticos enriquecidos con hidratos de carbono.

Las medidas de recuperación necesitan una aplicación sistemática. Comienzan ya con la *conclusión sistemática* de una sesión de entrenamiento y consisten, según el grado de desgaste, en medidas físicas, relajación y una correcta nutrición.

Tabla 32: *Medidas de recuperación después de un entrenamiento y/o una competición exigentes.*

	Fase de conclusión de la sesión de entrenamiento / de la competición	Medidas físicas Nutrición	Nutrición
Cargas de resistencia muy voluminosas	Ejercicios de relajación, técnicas de estiramiento	Automasaje, baños calientes	Dieta de hidratos de carbono, vitaminas, electrólitos, mucho líquido
Cargas de fuerza muy voluminosas	Carreras con velocidad descendente, relajación, técnicas de estiramiento	Masaje, baños calientes	Dieta rica en proteínas, vitaminas, electrólitos
Juegos de competición	Carreras con velocidad descendente, relajación, técnicas de estiramiento	Masaje, baños calientes	Líquidos, vitaminas, electrólitos

5.4.3 Sobreentrenamiento

El sobreentrenamiento es la consecuencia de exigencias de la carga frecuentes y demasiado elevadas, y se manifiesta por una discrepancia crónica entre la exigencia y la capacidad de rendimiento, junto con una capacidad de carga reducida (HOLLMANN / HETTINGER, 1976, 501). Según ISRAEL (1976), en quien nos basamos en gran medida respecto a este tema, sería más exacto hablar de un *entrenamiento erróneo* o de una sobrecarga, esto es, una reacción ante una exigencia excesiva, porque los síntomas de un auténtico sobreentrenamiento sólo en casos excepcionales pueden adscribirse a un exceso de carga deportiva. Como las exigencias planteadas a los deportistas en los distintos ámbitos de la vida son también complejas (competición, entrenamiento, escuela, vida profesional y privada), las razones para un descenso del rendimiento, que se suele diagnosticar como sobreentrenamiento, pueden contemplarse desde la perspectiva de la causalidad múltiple.

Según ISRAEL podemos hoy distinguir con relativa seguridad dos formas de sobreentrenamiento, aunque el síntoma principal de ambas manifestaciones es la *disminución de la capacidad de rendimiento propia de la modalidad* y la reducción de las reservas disponibles. Para clasificar estas dos formas de sobreentrenamiento y para precisarlas conceptualmente, ISRAEL tomó como punto de partida las *distonías vegetativas* (alteraciones del estado de tensión normal del sistema nervioso vegetativo). Según éstas distinguimos:

1. ***Sobreentrenamiento basedowoide***: Se caracteriza por un fuerte aumento del metabolismo basal. Los rasgos característicos de este tipo de sobreentrenamiento son de tipo simpático, esto es, en el sistema nervioso vegetativo predominan los *procesos de excitación.*
2. ***Sobreentrenamiento addisonoide***: Se caracteriza por una fuerte parasimpaticotonía, esto es, en el sistema nervioso vegetativo predominan los *procesos de inhibición* (ISRAEL, 1976, 2; HOLLMANN / HETTINGER, 1976, 502).

Con ambas formas se produce, en el *sistema nervioso vegetativo*, un *predominio* de la actividad *simpática o parasimpática.* Los síntomas de estas sobrecargas del sistema vegetativo en su conjunto pueden manifestarse también en la creatividad mental, en forma de experiencias depresivas; no sólo son típicas del sobreentrenamiento deportivo, sino también del *stress*. A continuación, en la tabla 33, resumimos los indicios del sobreentrenamiento:

Tabla 33: Comparación de los síntomas e indicios de ambas formas de sobreentrenamiento según ISRAEL (1976, 2).

Sobreentrenamiento basedowoide	Sobreentrenamiento addisonoide
– ligera propensión a la fatiga	– ligera (anormal) propensión a la fatiga
– alteraciones del sueño	– sueño normal
– disminución del apetito	– apetito normal
– descenso del peso corporal	– peso corporal constante
– propensión al sudor, sudor nocturno, manos húmedas	– termorregulación normal
– ojeras	
– propensión al dolor de cabeza	– cabeza despejada
– palpitaciones, presión y pinchazos en el corazón, aceleración del pulso en reposo	– bradicardia (frecuencia cardiaca baja)
– aumento del metabolismo basal	– metabolismo basal normal
– ligero aumento de la temperatura corporal	– temperatura corporal normal
– retraso en el retorno de la frecuencia cardiaca a los valores de reposo después de la carga	– rápido retorno de la frecuencia cardiaca a valores de reposo tras la carga
– presión sanguínea normal	– frecuente aumento de la presión sanguínea diastólica hasta 100 mmHg durante y después de la carga
– hiperpnea anormal bajo carga	– ausencia de dificultades respiratorias
– hipersensibilidad frente a estímulos sensoriales (particularmente de tipo acústico)	
– secuencias motrices poco coordinadas, a menudo excesivas	– secuencias motrices poco coordinadas con elevada intensidad
– menor tiempo de reacción, pero muchas reacciones fallidas	– tiempo de reacción normal o prolongado
– temblores	
– retraso de la recuperación	– capacidad de recuperación buena o muy buena
– intranquilidad, ligera excitabilidad, depresión	– calma, indolencia, estado anímico normal

5.4.3.1 Diagnóstico del sobreentrenamiento

Las dos formas del sobreentrenamiento aparecen separadamente y en una forma relativamente pura, si bien a menudo sólo se observa una parte de los síntomas y signos. El sobreentrenamiento es en cualquier caso indicativo de la capacidad que se posee; dicho de otro modo, las capacidades cuya posesión exige la modalidad particularmente, entendidas como factores que determinan el rendimiento y que tienen por tanto un gran valor cualitativo, son las más afectadas por la disminución del rendimiento que el sobreentrenamiento provoca. Un lanzador de peso puede, por ejemplo, reproducir valores normales en aspectos parciales del entrenamiento, como en los rendimientos en el *sprint*, de fuerza en el salto, incluso en los de fuerza máxima, pero su rendimiento deportivo-motor complejo se encuentra reducido. Un mediofondista cuyo rendimiento complejo es momentáneamente bajo puede no obstante presentar una capacidad intacta en el entrenamiento de la resistencia. Así por ejemplo, la posibilidad de realizar grandes volúmenes de entrenamiento aun en un estadio muy avanzado del sobreentrena-

miento es típica del sobreentrenamiento Addisonoide. Un esquiador de fondo que presente sobreentrenamiento addisonoide está plenamente capacitado para recorrer largos trayectos con una relativa intensidad. Sin embargo, en una carrera dura, con ascensos en lucha de hombre contra hombre, con los correspondientes cambios de ritmo, va quedando atrás en cuanto al rendimiento, aunque nunca tenga la sensación de que se está "quemando". Por ello es frecuente escuchar a los afectados por el sobreentrenamiento Addisonoide, después de una competición, que "ahora podría realizar otra vez la misma carrera". El agotamiento no acompaña a esta modalidad de sobreentrenamiento (ISRAEL, 1976, 3).

El *sobreentrenamiento Basedowoide* aparece a bastante corto plazo y se caracteriza por un *complejo de síntomas* en donde predomina la simpaticotonía. Los deportistas no se sienten bien de salud. Por ello está muy documentado clínicamente. El diagnóstico se realiza con facilidad.

Lo contrario ocurre con la *variante Addisonoide*. Aquí no se establecen diagnósticos evidentes y perfilados. En condiciones de reposo y con entrenamiento normal el deportista no se da cuenta en absoluto del descenso de rendimiento originado por el sobreentrenamiento. Si en este estadio se advierte dicha merma, apenas se la puede explicar. *Esta forma de sobreentrenamiento es muy difícil de objetivar.*

Comienza en la mayoría de los casos de forma soterrada y por ello no se diagnostica hasta pasado un cierto tiempo, cuando el estado ya está bastante consolidado. Frecuentemente, al percibir un estancamiento o una disminución del rendimiento, el deportista intenta compensarlo mediante un entrenamiento forzado. Un signo seguro de sobreentrenamiento Addisonoide es el hecho de que continúa el retroceso del rendimiento pese a aumentar el trabajo.

El diagnóstico del sobreentrenamiento se inicia a partir del rendimiento objetivo. Si se observa un retroceso del rendimiento sin que existan limitaciones como estados deficitarios, enfermedad, lesión u otras, habremos de contar con la posibilidad de un sobreentrenamiento. En este punto debemos (1) realizar *análisis clínicos* y (2) *analizar el entrenamiento* para poder reconocer las causas a partir del curso del entrenamiento (monotonía, pausas de recuperación insuficientes, intensidad excesiva).

5.4.3.2 Causas del sobreentrenamiento

El sobreentrenamiento Addisonoide se observa más a menudo en la actualidad, como "forma moderna" frente a la "clásica" del Basedowoide. Es probable que esta "forma moderna" haya recibido menos atención en épocas anteriores y que los teóricos se hayan limitado a caracterizar este estado como la situación de "estar quemado". El sobreentrenamiento Addisonoide se basa en la mayoría de los casos en un entrenamiento incorrecto.

Como punto de partida hemos de admitir que la *intensidad* y el *volumen* con sus correlatos biológicos, en tanto que categorías metodológicas básicas de la carga, condicionan en alguna medida el hecho de que aparezca una u otra modalidad de sobreentrenamiento. Así, en el ámbito de la resistencia, el volumen genera una movilización más

intensa de los procesos aerobios de suministro energético, y la intensidad hace lo mismo con los procesos anaerobios.

Hemos de contar con un sobreentrenamiento Basedowoide cuando el organismo ha tenido que soportar intensidades elevadas sin que mediante un trabajo de fundamentos previo y voluminoso se haya podido desarrollar una base para elaborar las sensaciones de carga generadas. No es de extrañar que precisamente en las carreras populares sean grandes los riesgos de sobreentrenamiento de Basedow, pues aquí la intensidad y el afán de superación carecen a menudo de una base física satisfactoria.

El riesgo de un sobreentrenamiento de este tipo se da sobre todo cuando se alcanzan cargas límite sin la preparación correspondiente. Ningún sistema orgánico se adecua de forma óptima a cargas extremas frecuentes sin un fundamento apropiado.

Por el contrario, el sobreentrenamiento Addisonoide aparece cuando (1) se entrena con *volúmenes* muy grandes, (2) con bastante *monotonía*, (3) además con *intensidades elevadas, agotando el sustrato* y (4) cuando no están garantizados los *procesos de recuperación* necesarios.

Los estados de sobreentrenamiento pueden caracterizarse tanto por un impulso de la voluntad para compensar la falta de rendimiento con un mayor trabajo, como por un desánimo general, pesimismo, indiferencia, incluso hastío frente al deporte. En el estado de sobreentrenamiento Basedowoide, el estado anímico suele ser inestable y la confianza del deportista en sí mismo sufre un considerable recorte. Ejerce un fuerte influjo sobre las relaciones psico-sociales; los conflictos son frecuentes.

Frente a éstos, quienes sufren el sobreentrenamiento Addisonoide presentan un ánimo relativamente estable; dudan, en cambio, a la hora de evaluar su propio rendimiento. Junto a los factores del proceso de entrenamiento como volumen, intensidad, monotonía, procesos de recuperación, etc. existe una serie de factores que favorecen la aparición de una forma de sobreentrenamiento frente a la otra: enfermedades leves o focales, infecciones, convalecencias, carencias nutricionales, tabaco, alcohol, estupefacientes o estimulantes, déficit de sueño, factores bioclimáticos como periodos de calor, cargas y dificultades escolares, profesionales o económicas elevadas, desconfianza frente a los entrenadores o los planes de entrenamiento, etc. (ISRAEL, 1976, 5).

El sobreentrenamiento puede estar motivado por muchos factores. Sin embargo, hemos de tener en cuenta lo siguiente: los efectos de un entrenamiento son el resultado de interacciones entre las cargas y la personalidad de los deportistas. Por ello, los efectos del entrenamiento no dependen sólo de dichas cargas, sino también de numerosos factores internos, y la relación entre dosis y efectos son muy dinámicas. Podemos esperar el mayor efecto del entrenamiento cuando la dosificación de la carga y la tolerancia ante ésta se encuentran perfectamente sintonizadas, en cuyo caso las cargas han de considerarse como resultado de un entorno complejo. El entrenamiento representa, pues, sólo una parte del conjunto de las cargas que actúan sobre el deportista. Dependiendo de la causa que lo provoque, las funciones que el sobreentrenamiento puede alterar son varias. En un primer plano se encuentra la alteración de los sistemas reguladores (1) del *sistema nervioso central*, (2) del *sistema nervioso vegetativo* y (3) del *sistema endocrino*.

Si existe una discrepancia entre el desgaste y la capacidad actual de rendimiento se producen alteraciones generales de la dinámica nerviosa, esto es, de la movilidad de los procesos de excitación e inhibición. Y este estado genera una alteración de la actividad nerviosa en su conjunto. Estas alteraciones de la regulación equivalen a una neurosis (ISRAEL, 1976, 6). La referencia a la neurotización de los sobreentrenados nos indica al mismo tiempo la dirección en el tratamiento de estos pacientes: dicho tratamiento debe eliminar la alteración neurótica del sistema nervioso central.

Como ya hemos descrito, en el sobreentrenamiento Basedowoide se da un predominio duradero de la simpaticotonía, mientras que en el Addisonoide predomina la parasimpaticotonía. Esto implica, en la primera forma, un tránsito insatisfactorio del rendimiento a la recuperación, y en la segunda de la recuperación al rendimiento. Una vez que estos últimos deportistas se instalan en un tipo de pausa de recuperación, su estado de salud es relativamente bueno. Por otra parte, los que padecen el sobreentrenamiento Basedowoide se encuentran constantemente en una fase de rendimiento. La regulación autónoma de carga y recuperación que efectúa el sistema nervioso vegetativo se encuentra considerablemente alterada.

5.4.3.3 Cómo tratar el sobreentrenamiento

Una suspensión completa del entrenamiento es inadmisible como tratamiento, pues el sistema que descarga la situación en su conjunto empeoraría. Tampoco es defendible continuar con la misma carga de entrenamiento elevada, pues hay que contar con que en adelante la situación habrá de deteriorarse aún más. *Para tratar el sobreentrenamiento hace falta continuar con un entrenamiento reducido y modificado.*

Si se han reconocido los síntomas de un sobreentrenamiento Basedowoide, se puede eliminar éste con relativa facilidad en un periodo de una a dos semanas mediante una fuerte reducción y una completa modificación del entrenamiento, un eventual cambio de entorno (vacaciones), masajes y abundante sueño. Al retomar el entrenamiento sistemático, tras la desaparición de los síntomas, la carga, y sobre todo la intensidad de ésta, ha de ser incrementada muy poco a poco. *Al reanudarse el entrenamiento debemos partir de un trabajo de fundamentos de resistencia y otro de fuerza general.*

El sobreentrenamientoAddisonoide tiene un proceso más problemático, pues apenas es diagnosticable "a primera vista". A los deportistas afectados se les reprocha a menudo debilidad de la voluntad, falta de iniciativa y poco espíritu de lucha. Esta forma de sobreentrenamiento abunda en la actualidad, como lo demuestran nuestros propios análisis. El sobreentrenamiento Addisonoide es un estado general de e*strés* en los deportistas.

Cuando se diagnostica un retroceso inexplicable del rendimiento, pese a no haber modificación en las condiciones del entrenamiento (éste suele ser el único indicio de esta forma de sobreentrenamiento, a falta de análisis clínicos), los afectados deberían recibir en primer lugar apoyo psíquico para fortalecer su confianza en sí mismos. El "tratamiento" de estos deportistas sometidos a *estrés* necesita semanas. Si la incidencia del sobreentrenamiento es elevada, puede incluso durar meses, y a veces hay que dar

por perdida toda una temporada de competición. En caso de sobreentrenamiento Addisonoide, el entrenamiento especial se reduce y reordena.

Como el sobreentrenamiento Addisonoide tiene su origen casi siempre en un *entrenamiento erróneo*, en el sentido más estricto de la palabra, su terapia pasa necesariamente por una reordenación óptima del trabajo que ejerza una función profiláctica evitando dicho estado de sobreentrenamiento. Para alcanzar este fin, hemos de seguir las siguientes instrucciones:

— *Planificar* y *organizar* minuciosamente el entrenamiento, periodizar adecuadamente;
— evitar *acumulaciones de fatigas* después de cargas elevadas, efectuar *procesos de recuperación suficientes*, configurar correctamente la *alternancia de carga y recuperación*.
— Evitar la *monotonía* y los *estereotipos del entrenamiento* (las instrucciones 2 y 3 apuntan por tanto a la correcta configuración de los microciclos y las unidades de entrenamiento).
— Evitar los *conflictos* en el entorno social e individual.
— *Afrontar con confianza la colaboración* entre deportistas, entrenadores y fisioterapeutas (ISRAEL, 1976, 10).

5.5 Condiciones de la competición deportiva

El entrenamiento, si no está orientado hacia programas de mantenimiento, preventivos o de salud, se planifica y se realiza por lo general con vistas a la exhibición de los rendimientos en las competiciones y al éxito en éstas. Así, el éxito deportivo en competición desempeña en muchos programas de entrenamiento una *función de objetivo*. Además, las competiciones en sí mismas sirven como una *forma de entrenamiento* importante para desarrollar el rendimiento, pues hay ciertas capacidades que sólo pueden evolucionar en el curso de la competición, como por ejemplo la movilización de reservas, su correcta aplicación táctica, el gasto pleno de fuerzas o la "superación de uno mismo". Asimismo, la experiencia y la rutina necesarias para manejarse en competición sólo se adquieren mediante una participación continuada en ésta.

DEFINICIÓN:
Una **competición deportiva** es un acontecimiento público y organizado cuyo fin es comparar rendimientos deportivos; en él los rivales se enfrentan de acuerdo con un reglamento, y sus rendimientos son clasificados en posiciones o categorías, de acuerdo con las reglas.

El elemento que sustenta la competición es el ***reglamento*** (disposiciones de la competición). Regula todas las condiciones de una comparación de rendimientos bajo el

principio de la *igualdad de oportunidades*. Las reglas pueden crear en gran medida dicha igualdad de oportunidades para las competiciones, pero no para las condiciones previas al rendimiento, pues éstas dependen del programa de preparación que los participantes y los entrenadores han llevado a cabo, por considerarlo óptimo desde su perspectiva individual. Las disposiciones de la competición influyen de forma importante sobre el proceso del entrenamiento en relación con la formulación de objetivos, los contenidos y los métodos, puesto que determinan las técnicas permitidas, los volúmenes o los tiempos de comparar rendimientos, los aparatos, medios auxiliares, indumentaria, división en categorías, cálculo de los resultados, y fijan también las ayudas permitidas y las sanciones para el comportamiento incorrecto. Quedémonos con que el reglamento ejerce una influencia decisiva sobre los programas de entrenamiento propios de las modalidades.

El segundo rasgo característico de la competición es la ***presencia del contrario***. La presencia del contrario no es ni mucho menos evidente con rendimientos cuantificables si éstos sirven para establecer o intentar un *record*, o bien para ocupar un lugar entre la elite. Estos intentos de *record*, sin embargo, no suponen competición, pese al hecho de que se produzcan en ellos rendimientos máximos. Mediante la presencia del contrario la competición adquiere sus rasgos característicos, como por ejemplo la "comparación directa de los rendimientos", " las variantes tácticas durante la competición", el ajuste óptimo de los rendimientos propios a las acciones del contrario, la preparación ante las sorpresas, a la introducción de éstas por uno mismo y a la adquisición de las cualidades psíquicas que los altos rendimientos determinan y que la inmediata comparación de los rendimientos exige. También la presencia del contrario, como rasgo constitutivo de la competición, ejerce una influencia decisiva a la hora de fijar los objetivos del entrenamiento y de realizar éste.

La ***condición de acontecimiento público*** sitúa a las competiciones en un plano emotivo particular y libera las motivaciones. Más allá del transcurso de la competición, dicha condición es también muy importante en relación con los testigos. Piénsese en la falta cometida por un defensa contrario sobre el delantero del equipo de casa, bajo qué presión (recital de silbidos) debe continuar jugando este defensa, etc.

5.5.1 Métodos de competición y de disputa de encuentros en el entrenamiento

La ***especialización*** como principal hilo conductor a la hora de organizar el entrenamiento supone la configuración de unas exigencias de la carga complejas, orientadas a las técnicas y las particularidades de condición física de la competición (apartados 2.1.1 y 5.1.1). Los ***métodos de competición y de disputa de encuentros*** abarcan además la comparación de rendimientos, según las exigencias del *reglamento* propio de la modalidad, y la *rivalidad* de los compañeros de entrenamiento (presencia del contrario).

Los ***objetivos*** de estos métodos son: (1) acostumbrar al deportista a la *estructura especial de carga* propia de la competición y acumular experiencias relacionadas con esta última; (2) aprender el *uso racional de la capacidad de rendimiento* y del *manejo*

táctico de la competición, y (3) formar *rasgos de la voluntad* y *capacidad decisoria* en el ejercicio de la competición. La aplicación de los métodos de competición y de disputa de encuentros ha de disponerse de tal modo que estos objetivos sean alcanzables.

Los métodos de competición son también los procedimientos de valoración del rendimiento de mayor valor informativo, esto es, ***métodos de control***. Las competiciones de control tienen idéntica función: su realización tiene lugar en todo ciclo anual en condiciones similares a las de la auténtica competición. Así se puede observar con precisión el desarrollo del rendimiento de un ciclo a otro.

Los métodos de competición y de disputa de encuentros se realizan actualmente como ***entrenamiento en bloques*** (apartado 5.2.3.2). Estos bloques se distribuyen sistemáticamente a lo largo de los macrociclos de la pretemporada. Así, una periodización sencilla puede adquirir rasgos característicos de una doble o una triple.

El principio básico de un ***método de competición*** *es la variación, esto es, la modificación de la praxis regulada del momento, de acuerdo con un determinado objetivo.* Las posibilidades de modificación son las siguientes: (1) reducción de secciones de competición (ejercicios gimnásticos, disciplinas múltiples); (2) repetición de secciones de competición (se efectúa, por ejemplo, un ejercicio de barras paralelas dos veces consecutivas en condiciones de competición, etc.); (3) disminución del tiempo de competición (modalidades de lucha entre dos); (4) acortamiento del programa de competición; (5) determinada asignación de contrario (contrarios más o menos difíciles como *sparrings*); (6) cambio continuo de contrario (modalidades de devolución de pelota); (7) aumento de la dificultad, como prolongación de los trayectos o los tiempos de competición; (8) modificación de las condiciones externas (condiciones del suelo, aparatos más ligeros o más pesados, trayecto reducido en el trampolín en salto de esquí, puertas más estrechas en *slalom*, etc.).

El ***método de disputa de encuentros*** varía, conservando la idea del juego y la mayoría de los componentes del reglamento, en los siguientes aspectos: (1) el tiempo de juego; (2) el flujo, la velocidad y el ritmo de juego; (3) las medidas del campo de juego; (4) el número de contrarios (exceso, defecto); (5) las condiciones externas (sobre todo la composición del suelo); (6) la formación de equipos.

5.5.2 La configuración del periodo y de la temporada de competición

5.5.2.1 Frecuencia de la competición - Función de las competiciones

Las competiciones no sólo sirven para exhibir el rendimiento y reflejar sus resultados, también son un ***método de desarrollarlo*** según el principio de que la competición es el mejor entrenamiento. En relación con esta función metodológica de las competiciones, las cuestiones de la *frecuencia de competición* y de la *distribución temporal de las competiciones* adquieren una particular importancia. En primer lugar, la *frecuencia* depende básicamente de la *modalidad* y de los compromisos habituales en ésta. En las *modalidades de juego*, sobre todo cuando los equipos toman parte en la copa además de

en la liga, y tienen además otros compromisos suplementarios, las cifras de 60 y más partidos no son ninguna anomalía. Esto significa que se ha de jugar dos veces en alguna semana de la temporada. En las *modalidades con carácter de fuerza rápida* unas 25-35 competiciones se reparten sobre periodos de 6 a 7 meses. También aquí se efectúan dos competiciones en alguna semana.

Para las *modalidades de resistencia y de fuerza* esta frecuencia es aún muy elevada, pues los procesos de recuperación duran más tiempo. La frecuencia de competición se encuentra aquí en unas 20-30 competiciones. La cifra menor de competiciones se observa en las *disciplinas múltiples* (decatlón, pentatlón femenino, pentatlón moderno, combinación nórdica, gimnasia de competición y la disciplina múltiple en gimnasia masculina y femenina). La frecuencia de competición en estas disciplinas se sitúa en unas 10-20 al año, raramente alguna más, si bien la cifra puede aumentar en disciplinas sueltas (MARTIN, 1980, 227 y ss.).

La frecuencia de competición depende además del *nivel de rendimiento de los deportistas*. Independientemente de la modalidad y de las condiciones que en este punto prescriba, la frecuencia es mayor en el caso de deportistas de alto rendimiento que en el de los demás, y mayor en hombres que en mujeres: esto se puede explicar por la menor oferta de competición, pues propiamente no existe ninguna razón metodológica de peso que justifique esta diferencia. *Independientemente de la frecuencia óptima, un periodo de competición debe serlo de verdad, conteniendo tantas competiciones como sea necesario para el desarrollo del estado de rendimiento.*

Las competiciones tienen además diferentes *funciones* y grados de importancia. Según esto cabe diferenciar tres tipos: (1) ***competiciones de consolidación***, que son un componente del entrenamiento sin una fase de preparación especial. Sirven para pasar de la microestructura de la pretemporada a la del periodo competitivo, y por lo tanto para acostumbrarse a la fatiga y a la frecuencia de la competición; (2) ***competiciones de preparación***, con una función especial de revisión, selección y preparación para la principal que viene a continuación. Para cumplir su cometido deben tener en cuenta la mayor parte de las características de dicha competición principal, como el programa, condiciones de inicio, particularidades del contrario, del lugar , etc.; (3) ***competiciones principales***, que son los puntos culminantes de la temporada, y las rondas de eliminación que conducen a éstos. Se convierten en puntos neurálgicos de la planificación para la temporada de competición en su conjunto (MATWEJEW / NOWIKOW, 1982, 46).

5.5.2.2 Transcurso y variantes de los periodos de competición

Los resultados de la competición están sometidos a considerables oscilaciones. Por otra parte, estas oscilaciones son intencionadas para que los resultados de la competición se desarrollen según una determinada ***dinámica del rendimiento***. Los perfiles del rendimiento deportivo que de aquí resultan indican, de hecho, que los rendimientos máximos no son sostenibles durante periodos prolongados, y que rara vez se los puede alcanzar en el momento de las competiciones principales. Es tarea de la dirección del

entrenamiento configurar la dinámica del rendimiento de tal modo que los rendimientos máximos se alcancen en las competiciones principales. De aquí surge la pregunta de qué condiciones deben darse para una dinámica del rendimiento intencionada. La ciencia del entrenamiento no está aún, en el actual estado fragmentario de nuestros conocimientos, en condiciones de responder a esta pregunta hasta sus últimos detalles. Pero la dinámica del rendimiento ideal y típica debería corresponderse con este modelo: una capacidad de rendimiento en ascenso hasta el momento de las competiciones principales, después la consecución del nivel máximo y su estabilización durante un tiempo determinado. Los supuestos de una dinámica de rendimiento óptima garantizan en primer lugar la regulación precisa de la *frecuencia de competición*; en segundo lugar, la *densidad óptima de la serie competitiva* y, en tercero, las necesarias *medidas de recuperación y preparación* entre las competiciones, sobre todo entre las principales. De estas tres características se obtiene la secuencia del periodo competitivo en su conjunto, así como sus variantes individuales y propias de la modalidad (MARTIN, 1980, 230 y s.).

Junto a la frecuencia de competición, la planificación de la ***densidad de la serie de competiciones*** ha de dirigir también el transcurso de la temporada. Un ejemplo de esto: KALININ / OSOLIN (1975, 231 y ss.) analizaron la dinámica del rendimiento de los mejores mediofondistas mundiales y de Europa (n = 79) desde 10 temporadas en adelante, y llegaron a interesantes resultados. Éstos, ciertamente, sólo son relevantes para modalidades que presentan condiciones de entrenamiento y recuperación parecidas a las del medio fondo (otras modalidades de resistencia y resistencia rápida), pero ilustran el influjo de la *densidad de competiciones* sobre la evolución del rendimiento.

El procedimiento metodológico de KALININ / OSOLIN clasificó los resultados de competición de estos mediofondistas en: (1) "rendimientos relativamente altos" (= desviación respecto al mejor rendimiento de un 2 % como máximo), (2) "rendimientos medios" (= desviaciones de un máximo de 2-3,5 %) y (3) "rendimientos bajos" (= desviaciones de 3,5-5 %); a partir de ahí se constató que el 49 % de los resultados se situaba en el ámbito del 2 % de desviación respecto al mejor rendimiento y por tanto se consideraron como rendimientos elevados y estables. El 51 % eran rendimientos medios y bajos. Sin embargo, estos resultados divergen considerablemente en los deportistas individuales, y no todos los corredores pudieron acudir a las competiciones principales con sus mejores rendimientos.

Los intervalos de tiempo individuales entre las competiciones oscilan entre 4 y 21 días. La mayor frecuencia de rendimientos altos se alcanzó cuando transcurrieron intervalos de entre 1 y 2 semanas, es decir, en torno a *10 días*. Así, KALININ / OSOLIN llegaron a la siguiente conclusión para la carrera de medio fondo: una densidad de competición elevada es incompatible con la estabilidad de los rendimientos elevados. Con intervalos más cortos entre las competiciones no es posible mantener la forma mucho tiempo. El rendimiento máximo sólo se puede mantener cuando el número total de competiciones, el de competiciones principales y los intervalos entre éstas se planifican dentro de un único contexto estructural.

Esto indica que la relación de las competiciones con el tiempo (densidad de competición) desempeña un papel destacado y que la dinámica del rendimiento depende en gran medida de esta estructura.

La planificación del periodo de competición comienza con una segmentación de su tiempo en macrociclos de diversas funciones. Estos ***macrociclos de competición*** (MAC-C) duran unas 4-5 semanas como promedio, según las divisiones habituales de los calendarios de competición. Deben comprender las siguientes secciones: los *microciclos de preparación* para una o varias competiciones principales, el *microciclo de la* o *las competiciones principales* y una *fase post-competición*. Con un periodo de competición más largo se necesitan *macrociclos intermedios* (etapas intermedias = MAC-I). Los siguientes tipos de MAC-I se han establecido según sus distintas funciones: (1) un MAC-I con *función de recuperación y preparación*, que en la fase de nueva pretemporada debe contener arranques aislados de ejercicios, enfocados a tareas de revisión y preparación, y (2) un MAC-I con *función de recuperación y mantenimiento de la forma*, en el cual se ha de elevar de nuevo el volumen de la carga, pues el estado del rendimiento muestra disminuciones originadas por la readaptación. Estos macrociclos intermedios son ciclos que se insertan en su mayoría en un periodo de competición bimembre.

Algunas consideraciones sobre la fig. 110: Cuando la competición principal se encuentra en la segunda mitad del periodo de competición, se puede enlazar el MAC intermedio de mantenimiento de la forma con un MAC específico (fig. 110, ejemplo inferior), en el cual se vuelve a efectuar un trabajo sistemático de preparación con vistas a la competición principal. Cuando se intercalan MAC intermedios hay que contar con oscilaciones del rendimiento en forma de líneas onduladas, que no significan una pér-

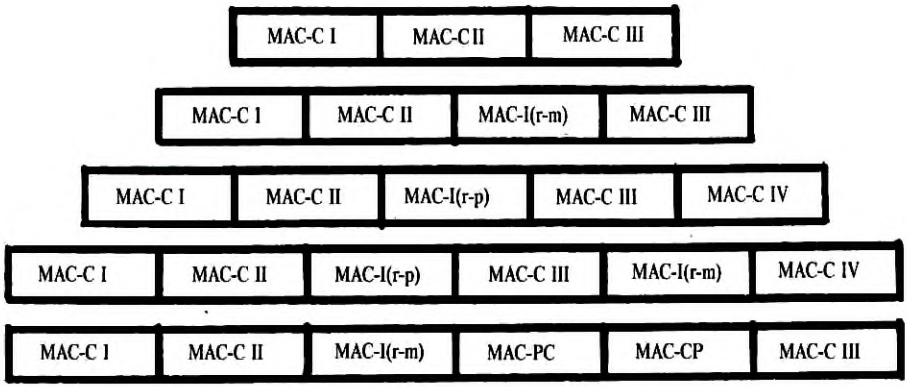


Figura 110: *Distintos modelos de división cíclica de los periodos de competición (siguiendo a MATWEJEW / NOWIKOW, 1982, 48); MAC-C = macrociclo de competición; MAC-I(r-m) = macrociclo intermedio de recuperación y mantenimiento de la forma; (r-p) = de recuperación y preparación; MAC-CP = macrociclo de competición principal; MAC-PC = macrociclo de preparación para la competición.*

dida de forma, sino que a menudo se justifican por las actitudes o las condiciones de recuperación. Si la inserción de un MAC-I no fuera posible por alguna razón (torneo de fútbol-sala durante la pausa invernal), se debería entonces entrenar para mantener la forma en distintos microciclos del periodo de competición, con aumentos del volumen para compensar la falta de exigencias de la carga.

Para concluir con la configuración del periodo de competición, nos resta hacer constar lo siguiente: en toda modalidad y en toda trayectoria individual de rendimiento se debe experimentar con la división cíclica, pues los calendarios de competición permiten variaciones de los ciclos y no existen normas que prescriban cómo se ha de efectuar dicha división en determinadas condiciones.

5.5.3 La preparación para la competición

5.5.3.1 Principios generales de la preparación

La preparación para la competición tiene como tarea la aplicación de decisiones metodológicas, psicopedagógicas y organizativas, de modo que los deportistas alcancen su forma máxima en el momento de las competiciones principales, o por lo menos las decisivas, presenten un rendimiento estable tanto psíquico como físico y mantengan una actitud equilibrada frente a estas competiciones.

En todas las competiciones en las que se espera un buen resultado (competiciones principales especiales) se lleva a cabo una *preparación* sistemática. El trabajo de entrenamiento procurará anticipar la mayor parte posible de las situaciones de la futura competición. Por ello, este trabajo simula las condiciones que se esperan en la competición. Esto se puede realizar con las siguientes medidas:

1. Mediante la ***adaptación al futuro rival***. Varios métodos hacen que ésta sea posible. Pueden recogerse grabaciones de vídeo u observaciones del próximo equipo rival, del contrario en un combate de boxeo, de lucha, judo, etc., evaluarlas y discutirlas para aplicar los resultados e intuiciones obtenidos en la inmediata preparación de la competición. Adaptarse al futuro rival significa también valorar correcta y serenamente las posibilidades y capacidad de rendimiento propias.
2. ***Transmitiendo los conocimientos referentes a la correcta interpretación de las normas y a la praxis de la evaluación***, incluso los referentes a las particularidades conocidas de los sistemas de puntuación y arbitraje que regulan la competición.
3. ***Familiarizando sistemáticamente al deportista con el sistema de competición***. En las modalidades que dependen de un aparato (bobsleigh, remo, tiro, esquí, pero también los balones, guantes, etc. del próximo torneo), éste ejerce una gran influencia sobre el rendimiento de la competición. Se ha de fomentar una confianza absoluta en la calidad de los aparatos. Los deportistas deben estar convencidos de que sus aparatos estan hechos del mejor material posible. Familiarizarse con los aparatos significa también dominar con precisión la técnica, el manejo y las variantes de aplicación del aparato, y utilizarlas de modo óptimo según la situación.

4. ***Entrenando en las instalaciones más adecuadas para la competición*** (perfil del trazado, condiciones de iluminación, trampolines, etc.). Esto significa también que las condiciones particulares de iluminación, las peculiaridades del trayecto recorrido, etc. deben ser idénticas en la medida de lo posible.

5. Preparándose, además, con antelación para afrontar el ***ritmo de la competición***, esto es, los tiempos de competición, el hecho de que en un día tengan lugar las eliminatorias y las pruebas finales en momentos determinados, que una competición (decatlón, lucha, gimnasia) se prolongue durante horas con las correspondientes pausas, etc. (LEMPART, 1973, 125; HARRE, 1975, 257; MARTIN, 1980, 237 y s.).

Existen, ciertamente, otras condiciones ante las que el deportista puede prepararse, pero que no hemos enumerado aquí, como las condiciones climáticas, la altura en relación con el mar (el ejemplo de Ciudad de México), el horario de un día normal en otro entorno cultural, desajustes horarios a consecuencia de los viajes, etc.

Los principios generales que aquí hemos enumerado nos sugieren la idea de que paralelamente a los preparativos metodológicos tiene lugar un *proceso educativo*, mediante el cual los deportistas se ven confrontados a situaciones de la futura competición.

5.5.3.2 La preparación metodológica

El objetivo de la preparación metodológica es elaborar una microestructura de preparación mediata e inmediata que contribuya a generar el estado óptimo del rendimiento al inicio de la competición. Apenas es posible formular reglas generales con fundamentación científica acerca de esta preparación, pues, en primer lugar, se han de aplicar de forma muy variable según los individuos y, en segundo lugar, su eficacia se ve a menudo muy limitada por el viaje hasta el lugar de competición, con sus largas horas de asiento en autobuses o coches. Podemos exponer, no obstante, las siguientes ***reglas de preparación inmediata*** suministradas por la experiencia:

— el *volumen de la carga* se reduce drásticamente tres días aprox. antes de la competición;
— a partir de tres días antes de la competición se reproduce el "ritual individual" del *calentamiento* en el momento de realizar este trabajo preparativo el día de la competición;
— las *comidas* se desplazan al horario en el que tendrán lugar el día de la competición;
— las *sesiones de entrenamiento* tienen lugar en el momento de la competición;
— los *contenidos del entrenamiento* son: cargas de fuerza breves e intensas, de fuerza rápida, de velocidad en el ámbito aláctico, dentro de una ejecución técnica exacta, programas de perfeccionamiento técnico (como formas de imitación, ejercicios especiales de coordinación; véase apartado 2.2.3.6), así como el mantenimiento estricto de la elasticidad muscular y la movilidad articular;
— *medidas de recuperación*.

El objetivo de la preparación inmediatamente anterior a la competición es situar a los deportistas en un estado de rendimiento idóneo en los aspectos de motivación, velocidad y flexibilidad, técnico-coordinativo y muscular. La preparación más anticipada (mediata) para la competición se deduce de la estructura y del reparto de tareas del macrociclo correspondiente al periodo de competición.

5.5.3.3 La preparación psicopedagógica para la competición

El cometido de la preparación psicopedagógica es *desarrollar la disponibilidad para el desarrollo y la competición, una actitud positiva frente al duro trabajo del entrenamiento y la competición, una voluntad de acción autónoma, el moldeado y la estabilización de determinados rasgos de la personalidad específicos de la modalidad, y sobre todo la orientación del deportista hacia el camino de la autoeducación y la autorregulación.*

Estas cualidades sólo se pueden moldear en el entrenamiento y la competición (PUNI 1973, 147), y sólo las hemos de considerar en su interacción con el estado general. Pues la condición física en aumento eleva normalmente también la forma psíquica, proporciona un impulso afectivo y favorece el interés por el entrenamiento y la competición, mientras que una pérdida de forma física origina una disminución del rendimiento y fracasos de todo tipo."Con una buena actitud psíquica, la capacidad para movilizar reservas parece crecer, se hace posible desplazar los límites del rendimiento, incluso de forma súbita, y la resistencia frente a conflictos varios, y aumenta la disponibilidad para mantener conversaciones de fondo sobre el entrenamiento y la planificación de la competición. Todo esto significa también mayor proclividad al aprendizaje, mejor capacidad de coordinación, y la percepción de detalles técnicos a partir de secuencias motrices. Está claro que existe una estrecha dependencia entre una serie de nociones como "sensación de excedente de fuerzas", "confianza en uno mismo" o "seguridad" y determinados valores de condición física. Cuando ésta mejora, estamos necesariamente ante un aumento de la forma psíquica" (RIEDER, 1973, 382).

Basándose en observaciones de deportistas de elite en atletismo se ha constatado repetidamente que la relación entre el global de los componentes del estado del rendimiento y su dinámica es una constante. Con buena forma física y un alto rendimiento los deportistas poseen una concentración máxima para la competición que afrontan. La voluntad de rendir suele hacerles incrementar el trabajo de entrenamiento de tal modo que se les debe frenar en su iniciativa. Pero este alto grado de "estabilidad psíquica" adquirido con la capacidad de rendimiento es sólo relativo, siendo susceptible de desaparecer o bloquearse con suma rapidez, por ejemplo, por la acción de lesiones leves que van poco a poco extendiéndose o debido a fracasos que no parecen encontrar una explicación satisfactoria.

Por otra parte, después de una larga serie de éxitos se ha de contar con fracasos inesperados. Para restaurar la antigua estabilidad psíquica se ha de comenzar de nuevo con un entrenamiento modificado, rico en contrastes, para que en un principio se pueda recuperar la forma físico-deportiva (RIEDER, 1973, 383).

La tarea formativa del entrenador se sitúa en esta interacción entre entrenamiento y educación. Los deportistas padecen siempre de una necesidad de reconocimiento dirigida hacia el exterior. Además, se da en ellos una tendencia a la autoafirmación y a demostrar su valía de acuerdo con los criterios propios. Según la opinión y las observaciones de K. ADAM, el desarrollo idóneo del rendimiento y de la personalidad tiene lugar a través de la búsqueda del propio valor en el sentido de una autoafirmación (1973, 385).

Los instrumentos para el desarrollo del rendimiento psíquico no son "brujerías", sino: *objetivación, concienciación, racionalización* e *incorporación de las reacciones emotivas* a la planificación y la realización del entrenamiento. Y esto sólo se puede conseguir a través de un estilo de dirección socialmente integrador, que hemos de diferenciar muy claramente, también en el entrenamiento de élite, de un estilo autoritario. Con este último, todas las directrices parten básicamente del entrenador, sin posibilidad de discusión. En un estilo socialmente integrador, las medidas adoptadas en el entrenamiento y la competición se discuten entre deportistas y entrenadores, teniendo en cuenta el objetivo de la optimización, y se ejecutan dentro de unas estrategias de acción conjuntas.

Los dos estilos tienen sus ventajas y sus inconvenientes. El autoritario es más sencillo y rápido de manejar, y plantea pocas exigencias a los afectados. Los entrenadores suministran recetas, los deportistas entrenan sin plantearse excesivamente las cosas. El inconveniente es que el entrenador sólo puede controlar el grupo con su presencia, pues en cuanto vuelve la espalda el grupo disminuye el ritmo y se pone inmediatamente a trabajar al paso. Con un estilo socialmente integrador los deportistas colaboran en la concepción, planificación y control de lo realizado, y se identifican con su actividad. Disponen de la posibilidad de decidir por su cuenta o de forma conjunta, lo cual les pone en mejor situación para formar su personalidad y luchar por el reconocimiento del propio valor.

"La estrecha identificación del individuo con la planificación en su conjunto, en el estilo de dirección socialmente integrador, abre la posibilidad del control autónomo del atleta, muy útil en la práctica. Así, el entrenador puede dirigir un grupo mayor, se hace posible entrenar a distancia. Disponemos de experiencias que muestran el buen funcionamiento de este autocontrol del atleta, incluso con cargas elevadas" (ADAM, 1973, 387).

En el deporte casi toda la preparación pedagógica y psicológica está en manos de los entrenadores. Éstos apenas reciben apoyo por parte de los psicólogos. Esta preparación es, pues, un componente continuo de la estrategia del entrenador, y por ello es importante repetir, aún hoy, los principios que el inolvidable KARL ADAM formuló a sus colegas entrenadores sobre la faceta psicopedagógica de su labor:

— "Tu tarea principal es suministrar a los atletas todas las informaciones importantes para el desarrollo de su rendimiento.
— Estas informaciones deben ser fiables, correctas y exhaustivas. Si no estás completamente seguro del asunto, cállate o plantéalo a los atletas como un problema. Si es-

tás completamente seguro, revisa esta opinión constantemente sobre la base de la experiencia. Nunca intentes manipular a tus hombres con informaciones falsas.

— Lleva el intercambio informativo de forma intensa, vehemente, apasionada incluso; hazlo todos los días, pero sin emplear más tiempo del que el asunto requiere; no tengas a tus hombres mucho tiempo pendientes de ti. Procura que entre los atletas del grupo se produzca también un intercambio de información intenso.
— Analiza tus motivaciones –las verdaderas– y las de tu atleta. Intenta siempre ponerte en su situación tan intensamente como puedas, sentir lo que él siente.
— Intenta siempre influir favorablemente sobre su rendimiento deportivo y, más allá de éste, sobre la personalidad del atleta y su rendimiento en la vida personal y profesional; procura favorecer una transferencia consciente, desarrollar su autoestima al tiempo que la tuya propia y frenar su afán de reconocimiento.
— Haz al atleta lo más autónomo posible, independiente también de ti.
— No ocultes ni reprimas los conflictos entre atleta y entrenador, sácalos a la luz aplicándote el siguiente principio: "si hay algo que no va contigo, abre la boca".
— Procura que tu atleta tenga siempre un objetivo parcial, difícil de conseguir pero no imposible.
— Explica con claridad a tu atleta que en un estado de entrenamiento intenso es más proclive a la excitabilidad, la agresividad y las ideas disparatadas. Si éste conoce los síntomas con antelación es más fácil tratar la situación sobre la base de su racionalización. No pidas ni esperes ningún tipo de agradecimiento de parte de tu atleta" (ADAM, 1973, 389).

5.5.3.4 La preparación táctico-estratégica para la competición

La estrategia y la táctica deben favorecer la propia actividad y adaptarla de forma óptima al contrario y a la situación para extraer una serie de ventajas con vistas al objetivo de la competición. La actividad táctico-estratégica se expresa en la *planificación*, *organización* y *dirección* situacional de las competiciones. La capacidad de acción táctica es básicamente el resultado de un proceso sistemático de aprendizaje y experiencia. Esta capacidad se desarrolla sólo en la medida en que el proceso del entrenamiento sea capaz de acumular y elaborar información sobre la futura competición y de moldear la acción táctica con la ayuda de esta información (capítulo 4).

El primer paso a la hora de preparar la estrategia es elaborar un ***plan de competición*** que establezca con claridad los criterios de dirección táctica. La misión principal de este plan es transmitir a los atletas una concepción organizada y sistemática, que incluya la perseverancia como un valor. *La dirección de la competición en compromisos importantes no es imaginable sin una concepción planificada (táctica). El plan de competición es, pues, el fundamento de la preparación táctica para los compromisos que se avecinan.*

El valor psicopedagógico de una preparación táctica guiada por este plan consiste en transmitir a los deportistas confianza en sí mismos y en su propio rendimiento, y con

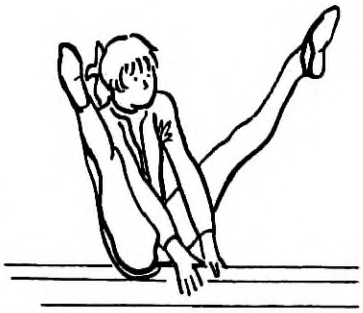
ello basar el esquema de acción en el aprovechamiento de sus *puntos fuertes*. Si el plan de competición se orienta a los *puntos débiles* (también esto es básicamente posible), en la creencia de que así se evitan mejor los fracasos o los hundimientos, la competición se inicia en un clima de inseguridad, como la experiencia muestra. Así, es importante observar cuidadosamente a los deportistas ya en las competiciones de consolidación para averiguar dónde se encuentran los puntos fuertes y débiles de la voluntad, dónde su disponibilidad de asumir riesgos y su capacidad de rendimiento pueden movilizar reservas, y en qué situaciones y condiciones pueden estos puntos fuertes o estas reservas ser obstaculizados.

Para la planificación de la competición es fundamental también observar la capacidad de rendimiento y la dirección táctica del *rival*. Antes de un encuentro importante de boxeo, judo, lucha, etc., los entrenadores y deportistas deben aprovechar cualquier oportunidad para estudiar al futuro rival. Para conocerlo con detalle de nada nos sirven las opiniones y suposiciones, sino sólo los análisis rigurosos. Ante todo hemos de conocer los resultados de competición del contrario, pues suponen una documentación cuantitativa de su capacidad de rendimiento. Para planificar la competición interesa además el análisis de las *condiciones externas de la competición*: las particularidades del lugar (perfiles, dimensiones, tipos de suelo o de circuito), las condiciones climáticas que se esperan, la visibilidad, el público, el tribunal o arbitraje, etc.

La preparación táctica de los deportistas consiste, para los entrenadores (y también para los gestores de los equipos), en las tres tareas siguientes:

— Antes del inicio de la competición –y esto ha de tenerse en cuenta también al emprender el viaje hacia el lugar de competiciones importantes– ha de recogerse tanta *información sobre el contrario y los lugares de competición* como sea posible para elaborar a partir de ella el plan de competición.
— Este esquema se ha de discutir y someter a reflexión conjunta con los deportistas o los equipos antes de la competición para establecer una táctica que todos puedan llevar a cabo y pueda también recibir apoyo externo (entrenador, capitán del equipo).
— Después de la competición es el momento de un análisis riguroso de su transcurso y resultados, extrayendo las consecuencias correspondientes, sobre todo con vistas a las *próximas competiciones* (MARTIN, 1980, 250 y s.).

6 Entrenamiento en la edad juvenil



6.1 Entrenamiento en la edad juvenil orientado al alto rendimiento

Como ya hemos expuesto en los capítulos previos, el entrenamiento deportivo puede realizarse con objetivos directores muy distintos y, por tanto, en relación con compromisos muy distintos. El *entrenamiento orientado al alto rendimiento* es básicamente un proceso pensado a largo plazo. En el transcurso de los esfuerzos enfocados a obtener un nivel cada vez más alto en la elite deportiva se ha producido un considerable aumento de la carga no sólo en la edad adulta, sino también en la edad infantil y juvenil, y un desplazamiento del inicio del entrenamiento a una edad cada vez más temprana. Ella, en último extremo, ha conducido a que en numerosas modalidades sean los jóvenes quienes alcanzan los rendimientos máximos. Desde los años 60 es costumbre distinguir, en relación con la capacidad de rendimiento máximo, los siguientes niveles de entrenamiento a largo plazo:

— *entrenamiento en la edad juvenil*
— *entrenamiento de alto rendimiento.*

En el curso de los constantes esfuerzos para diferenciar las particularidades del entrenamiento en la edad juvenil se han hecho numerosas propuestas para nuevas subdivisiones de éste (véase entre otras THIESS, 1964, HÖGER, 1969, HARRE, 1979, BAUERSFELD / SCHRÖTER, 1979, MARTIN, 1980, CARL, 1984). Haciendo honor a la discusión teórica y considerando la realidad y las recomendaciones de la praxis del entrenamiento (véase entre otras HIERSEMANN, 1989: Modelo de búsqueda y promoción de talentos en Renania del Norte-Westfalia y esquema de la promoción de jóvenes y talentos en el deporte de rendimiento, publicado por el Consejo Alemán de Deportes y la Comisión Nacional del Deporte de Rendimiento, 1990), clasificaremos aquí el proceso de entrenamiento a largo plazo en los tres niveles de entrenamiento siguien-

Tabla 34: *Etapas de la organización del entrenamiento orientado a la elite.*

Formación general básica	
Entrenamiento en la edad juvenil	– Entrenamiento de base – Entrenamiento de profundización – Entrenamiento de especialización
Entrenamiento de alto rendimiento	

tes: *formación general básica*, *entrenamiento en la edad juvenil* y *entrenamiento de alto rendimiento*, y distinguiremos a su vez, dentro del segundo, los segmentos plurianuales denominados *entrenamiento de fundamentos, de consolidación y de integración*.

Teniendo en cuenta, a la hora de fijar los puntos en los que ha de incidir el entrenamiento de niños y jóvenes, la serie postulada por MARTIN (1988, 101 y ss.) como el desiderátum en cuanto a evolución del rendimiento, consistente en

— 1er segmento: educación básica y multilateral
— 2º segmento: desarrollo de los fundamentos propios de la modalidad
— 3er segmento: organización sistemática de la capacidad de rendimiento físico y estabilización del rendimiento,

y considerando los principios 3, 4, 5 y 6, formulados en el apartado 1.2.3.2, sobre la organización del entrenamiento, atribuimos a cada una de las etapas de entrenamiento los siguientes objetivos directores:

Objetivos directores de la formación general básica:

Mejorar de manera multilateral el estado del rendimiento deportivo, despertar un interés duradero por la actividad deportiva de elite, el entrenamiento y la competición, así como por conocer los detalles de la modalidad que se escoja.

Objetivos directores del entrenamiento en la edad juvenil:

Mejorar planificadamente y a largo plazo un estado del rendimiento propio de una modalidad, hasta un nivel que posibilite comenzar con el trabajo de alto rendimiento, estabilizar una alta motivación para el rendimiento en la modalidad, participar eficazmente en competiciones dentro de la categoría asignada por la edad o el rendimiento a los jóvenes.

Para cada sección del entrenamiento en la edad juvenil deducimos los siguientes *objetivos directores*:

❶ ***Entrenamiento de base:***
- — alcanzar un buen estado del rendimiento general-multilateral,
- — desarrollar las capacidades básicas propias de la modalidad y aprender las técnicas motrices fundamentales,
- — conocer y experimentar diversos métodos de entrenamiento específicos de la modalidad,
- — despertar la motivación por el rendimiento dentro de la modalidad, en el entrenamiento y en la competición.

❷ ***Entrenamiento de profundización***:
- — elevar el estado del rendimiento propio de la modalidad,
- — dominar técnicas importantes de la modalidad,
- — conocer los métodos de entrenamiento específicos de la modalidad,
- — estabilizar la motivación por el rendimiento dentro de la modalidad,
- — participar con éxito en campeonatos nacionales.

❸ *Entrenamiento de especialización*:
- — elevar nuevamente el estado del rendimiento físico propio de la modalidad,
- — dominar con virtuosismo el repertorio técnico específico de la modalidad,
- — tolerar las cargas de entrenamiento necesarias en los distintos ciclos de entrenamiento
- — participar con éxito en campeonatos nacionales e internacionales de las categorías de edad superiores, dentro de las de juventud,
- — aproximarse a los rendimientos máximos en el entrenamiento de élite, con la perspectiva de alcanzarlos.

En correspondencia con el sistema de categorías que establecíamos en el apartado 1.2 para la actividad de entrenamiento, exponemos en los siguientes apartados las decisiones específicas del entrenamiento en la edad juvenil, referentes a la organización, los contenidos y los métodos. Renunciamos casi totalmente a mantener la subdivisión clasificatoria del entrenamiento en la edad juvenil, pues está condicionada básicamente por las circunstancias de la modalidad.

En el marco de la reflexión sistemática sobre el proceso de entrenamiento se ha aludido siempre al entramado de condicionantes que pesa sobre las decisiones tomadas (véase entre otras MARTIN, 1977 y 1980, CARL, 1984). En relación con el entrenamiento en edad juvenil es necesario analizar, siquiera brevemente, las particularidades de la maduración humana, el desarrollo y el influjo del entorno social (padres, amigos, escuela, mundo laboral, sociedad en conjunto, etc.) sobre la actividad deportiva.

Para un estudio más en profundidad remitimos aquí a las tres comunicaciones de la Academia de Entrenadores de Colonia del año 1988, que tratan sobre temas "Entrenamiento en la edad infantil y juvenil" (MARTIN), "Búsqueda, selección y promoción de talentos" (CARL) y "Fundamentos pedagógicos del entrenamiento" (KURZ); remitimos asimismo a algunas metodologías específicas de modalidades, entre otras las de atletismo (BAUERSFELD / SCHRÖTER, 1979), natación (COUNSILMAN, 1980 y SCHRAMM et al., 1987), remo (KÖRNER et al., 1985), juegos deportivos (STIEHLER et al., 1988) y gimnasia artística (FRIEDRICH / NILSSON, 1979 y FRIEDRICH / BRÜGGEMANN, 1981).

6.2 Condicionantes de la toma de decisiones en el entrenamiento en la edad juvenil

6.2.1 Particularidades de la evolución de los adolescentes

Como la velocidad del *desarrollo de la personalidad* en los adolescentes es por lo general mayor que en los adultos, las particularidades específicas de la evolución personal tienen en las edades del entrenamiento en edad juvenil una importancia mayor.

En este contexto no es posible tratar con amplitud el problema del desarrollo de la personalidad o de la motricidad (véase a este respecto MEINEL / SCHNABEL, 1987; WILLIMCZIK / ROTH, 1983). Aquí esbozaremos únicamente algunos aspectos importantes para el entrenamiento de los jóvenes.

A la hora de describir regularidades del desarrollo humano, hemos de tener siempre presente que estas reglas o leyes no pasan de ser un promedio de secuencias evolutivas a veces muy diferentes según los individuos. No ofrecen, por tanto, más que un marco orientativo aproximado para la evaluación del desarrollo. Además, hemos de tener en cuenta que las secuencias del desarrollo individual dependen tanto de la herencia genética como de la influencia del entorno. Como indica MARTIN (1988, 13 y ss.), las teorías del desarrollo psicológico parten de los siguientes cuatro procesos considerados como determinantes de la evolución del individuo: maduración, socialización, aprendizaje/ejercicio y autorregulación. Formula este autor la siguiente frase a modo de síntesis del proceso del desarrollo personal: "Toda personalidad se desarrolla a través de su destino vital específico e individual, a través de un gran componente de autorregulación y de herencia genética, y a través de su propia socialización. Por ello sobre la evolución personal de los adolescentes en su conjunto sólo cabe emitir proposiciones generales, con suma precaución" (MARTIN, 1988, 97).

Aunque el desarrollo individual transcurre de modo muy variable, es constante y no se dan en él tránsitos súbitos, conviene, desde el punto de vista práctico, distinguir cada una de las etapas cronológicas mediante sus particularidades evolutivas. La tabla 35 muestra lo que se conoce como un ***modelo de etapas de desarrollo*** en el periodo significativo para la formación deportiva de los adolescentes (de GRIMM, 1966; KIRCHMAIR, 1971 y MARTIN, 1980, 285).

Con la referencia de esta tabla, los entrenadores o preparadores pueden reconocer de forma aproximada la etapa de desarrollo en la que se encuentran los adolescentes a su cargo y los rasgos generales, no deportivos, que caracterizan dichas etapas. Hemos de indicar aquí que el desarrollo individual puede diferir considerablemente de los promedios esquematizados en la tabla 35, sobre todo en la fase de la pubertad. Según HOLLMANN / HETTINGER (1980, 606 y ss.) las mayores diferencias alcanzan los 3,4 años que los autores calcularon para los 13 años de edad en los chicos y los 3 años para los 11 años de edad en las chicas.

Para poder cuantificar el estado del desarrollo individual se ha introducido el concepto *edad biológica*, contraponiéndolo al de *edad cronológica* o del calendario. La edad biológica designa el estado de desarrollo y la capacidad funcional del organismo del individuo medio en la edad cronológica correspondiente (sobre la problemática de la medición de la edad biológica véase, entre otros, a GRIMM, 1978; BRAUER, 1982). Si los procesos del crecimiento y del desarrollo se adelantan respecto a los de la mayoría de la población, hablamos de *aceleración*, y de *retraso* en el caso contrario.

Acerca de la obtención de conclusiones partiendo de los datos de la tabla, hemos de remitir de nuevo a la literatura más especializada (véase, entre otros, a WILLIMCZIK / ROTH, 1983; MEINEL / SCHNABEL, 1987; OERTER /MONTADA, 1982, etc.). La

Tabla 35: Modelo de etapas de desarrollo según GRIMM (1966) Y KIRCHMAIR (1971).

1º cambio de apariencia	
Etapa preescolar	Abarca el periodo de los 3 a los 7 años. Aquí tiene lugar la evolución desde la forma de niño pequeño (torso apretado, sin entallar, vientre pronunciado, cabeza relativamente grande, extremidades cortas) hasta la forma de la edad escolar (torso extendido, entallado, extremidades más largas, la cabeza relativamente pequeña.
Edad escolar temprana	Abarca el periodo de los 7 a los 10 años de edad. Es una forma de transición hasta la aparición de los primeros signos de la madurez.
Edad escolar tardía (fase prepuberal)	*Chicas:* de los 10/11 a los 11/12 años de edad *Chicos:* de los 10/11 a los 12/13 años de edad Comienza a acelerarse el crecimiento en longitud, el desarrollo de los genitales es rápido, primera etapa en la formación de los senos.
2º cambio de apariencia	
Primera fase de la pubertad	*Chicas:* de los 11/12 a los 13/14 años de edad *Chicos:* de los 12/13 a los 14/15 años de edad La pubertad abarca en las chicas el periodo que va desde el comienzo de la maduración sexual hasta la menarquia (flujo menstrual), en los chicos hasta la espermarquia (la aparición de los primeros espermatozoides maduros). En esta fase se observan divergencias de ± 2 años entre los individuos (desarrollos precoces y tardíos).
Segunda fase de la pubertad (adolescencia)	*Chicas:* de los 13/14 a los 17/18 años de edad *Chicos:* de los 14/15 a los 18/19 años de edad Se considera adolescencia el periodo que va de la menarquia en las chicas y la espermarquia en los chicos hasta que se alcanza la plena madurez corporal. Al comienzo de la adolescencia se pueden observar notables diferencias evolutivas entre los individuos.

cuestión, decisiva para la detección precoz de los talentos, de si los *retrasados* o los *desarrollados normalmente* alcanzan o incluso superan a los *adelantados* al terminar la fase de crecimiento no puede responderse con un grado de seguridad satisfactorio. Hemos de indicar, no obstante, que en las modalidades donde el nivel de rendimiento depende en gran medida de la condición física, el sistema de promoción de las federaciones suele dar preferencia a los adolescentes acelerados.

Acerca de las particularidades del desarrollo de los adolescentes, y mas allá de las consideraciones generales hasta ahora expuestas, las siguientes preguntas, entre otras, son de interés desde el punto de vista de la metodología del entrenamiento:

— ¿En qué etapa del desarrollo se puede entrenar cada una de las capacidades y destrezas deportivas con mayor eficacia (las llamadas fases sensibles o etapas particularmente favorables del desarrollo ontogenético)?
— ¿Existen momentos en el desarrollo humano en los que convenga estimularlo de alguna forma determinada si se quiere formar de modo óptimo unas capacidades o destrezas de acuerdo con el potencial genético (las llamadas fases críticas)?
— ¿Existen etapas evolutivas que, debido a la actividad de entrenamiento y a la competición orientada al alto rendimiento, puedan suponer una amenaza para la salud o la evolución de la personalidad del adolescente?

Intentaremos a continuación responder a estas preguntas.

6.2.1.1 Etapas del desarrollo favorables para el entrenamiento

La cuestión de si existen o no etapas del desarrollo particularmente favorables para la adquisición mediante entrenamiento de destrezas corporales y destrezas motrices en las edades infantil y juvenil, las llamadas ***fases sensibles***, ha sido tratada sobre todo por WINTER (1984). El grado en que cada una de las capacidades es entrenable depende de cómo hayan evolucionado aquellas condiciones personales de rendimiento, indirectamente observables, que determinan el desarrollo en cada momento de estas capacidades o destrezas (capítulo 1, fig. 2). Siguiendo a WINTER (1984), podemos destacar, para cada una de las condiciones personales de rendimiento directamente observables, las fases sensibles del proceso del desarrollo (groseramente simplificadas) que exponemos en la tabla 36.

Tabla 36: *Fases del desarrollo favorables para entrenar las distintas capacidades deportivas y destrezas motrices.*

Capacidad/Destreza	Fase sensible del desarrollo
Coordinación motriz	Edad preescolar Edad escolar temprana y tardía
Destrezas motrices	Edad escolar temprana y tardía Adolescencia
Flexibilidad (pasiva) (activa)	Desde la primera infancia
Velocidad	Edad escolar temprana y tardía Pubertad
Fuerza máxima	Desde la pubertad
Resistencia aerobia anaerobia	(No existe fase sensible) Desde la pubertad

6.2.1.2 Fases críticas del desarrollo

Para la planificación del entrenamiento a largo plazo es de especial interés la cuestión de si existen en el curso del desarrollo momentos o periodos límite, más allá de los cuales no se puedan conseguir ya los estados del rendimiento buscados (WINTER, 1980, 102). La existencia de las llamadas ***fases críticas*** en el desarrollo humano no ha podido ser demostrada hasta la fecha con suficiente exactitud. Sin embargo, se sigue asumiendo dicha existencia sobre todo para el desarrollo de las capacidades coordinativas aisladas. Así, ISRAEL (1977) plantea la hipótesis de que a los niños, sobre todo en la edad preescolar, se les exija demasiado poco en las múltiples facetas de la coordinación y considera necesaria una formación precoz de las capacidades coordinativas y las destrezas motrices sencillas con vistas a un desarrollo motor óptimo. Como el desarrollo de las capacidades coordinativas está condicionado por la manera en que funcionan los sistemas de información, especialmente el sistema nervioso central, observa este autor unos ciertos paralelismos con la velocidad de crecimiento del encéfalo; éste ya ha alcanzado al cabo del tercer año de vida más del 80 % de su tamaño definitivo. Mientras que, por una parte, parece razonable aceptar estas "fases críticas del desarrollo" para la evolución de las capacidades coordinativas, estas fases no parecen existir para las capacidades de condición física (CARL, 1984, 921).

6.2.1.3 Riesgos del entrenamiento de niños y jóvenes orientado hacia el alto rendimiento

Los desgastes excesivos y a largo plazo en el entrenamiento y en la competición pueden generar consecuencias negativas para el desarrollo de la personalidad del adolescente y afectar tanto al organismo como a la esfera psíquica. Mencionaremos aquí las principales fuentes de peligro:

Una carga de entrenamiento demasiado elevada y a largo plazo, unida a un alto consumo energético, puede producir *alteraciones metabólicas*. WEINECK (1986, 48) por ejemplo, hace ver que una elevación de la tasa del metabolismo basal como consecuencia de unas cargas de entrenamiento excesivas puede alterar el conjunto de los procesos metabólicos y afectar al crecimiento.

Como consecuencia de unas cargas excesivas en el entrenamiento de la fuerza se pueden producir daños en el *aparato locomotor pasivo* (huesos, cartílagos, ligamentos y tendones), que es más sensible que el de los adultos ante el desgaste. El riesgo de sufrir daños es particularmente elevado durante las fases de crecimiento acelerado, pues la vulnerabilidad del tejido es proporcional a su velocidad de crecimiento (WEINECK, 1986, 48 y ss.).

Si el entrenamiento es excesivamente frecuente y prolongado, puede originar una *escasez de tiempo* constante en los niños y adolescentes, lo que pone en peligro su capacidad para realizar conjuntamente los proyectos de rendimiento deportivo y los académico-profesionales. La presión del éxito continua, ejercida desde fuera y sobre todo en competición, pero también en situaciones de entrenamiento vividas como forzosas,

puede motivar que el adolescente perciba la actividad de rendimiento como un precio excesivo, que paga con los momentos de tiempo libre necesarios para el desarrollo global de su personalidad. Las consecuencias podrían ser la sensación de *"estrés" psíquico* constante y una serie de alteraciones psíquicas a largo plazo (Sociedad Alemana de Pedagogía, 1982).

6.2.2 Influjo del entorno social sobre la actividad de entrenamiento y competición

El influjo del entorno social sobre la actividad de entrenamiento y competición es evidente y no necesita una fundamentación particular. Cualquiera puede observarlo, por ejemplo, considerando los distintos caminos que las dos Alemanias escogieron para promover el deporte en la edad juvenil antes de su reunificación.

Junto con las condiciones del marco social, como la actitud de la sociedad frente al rendimiento deportivo, la oferta de instalaciones para la práctica y los medios económicos disponibles, los influjos que se ejercen en el entorno social inmediato del deportista desempeñan también un papel muy importante a la hora de optar individualmente por la dedicación al deporte de rendimiento. Los factores más significativos que condicionan al joven deportista son la *familia* (en particular los *padres)*, los *amigos*, la escuela, la formación profesional y los atractivos de la oferta de las asociaciones o clubes deportivos. La opinión de los padres tiene una importancia máxima a la hora de elegir una modalidad y también como apoyo de la organización del entrenamiento. Esto lo confirma una encuesta llevada a cabo por STORK (1983). A la pregunta de "¿cómo te has decidido por tu modalidad?", los atletas del cuadro D de la Federación de Renania del Norte-Westfalia respondían de la forma que se refleja en la tabla 37:

Tabla 37: *Promotores de la actividad de entrenamiento en una modalidad (caben respuestas múltiples, STORK, 1983)*

1. Padres	54,6%
2. Amigos	41,4%
3. Entrenadores del club	27,0%
4. Profesores de gimnasia de la escuela	17,7%
5. Modelo de un deportista famoso	10,9%
6. Otros	17,9%

También los entrenadores consagrados confirman una y otra vez que los padres desempeñan un papel importante como apoyo de la organización del entrenamiento (CARL, 1988). En cambio, el papel de la escuela como catalizador del entrenamiento en la edad juvenil es bastante desigual y depende en gran medida del compromiso de

profesores aislados. Una influencia clara de la escuela se percibe sobre todo en aquellos casos en los que un profesor dirige simultáneamente a grupos en edad juvenil en una asociación deportiva. Pese a que el entrenamiento de alto rendimiento se concentra cada vez más en lugares centralizados como por ejemplo las instalaciones olímpicas, la oferta de entrenamiento de los clubs sigue siendo la base de una promoción eficaz del deporte en la edad juvenil. Los objetivos y la calidad del trabajo de estos clubes, especialmente los de preparadores y entrenadores que desempeñan allí una dedicación secundaria en sus vidas profesionales, determinan en lo esencial el balance de éxitos de la elite federativa en el ámbito del entrenamiento en la edad juvenil.

A las asociaciones les corresponde la importante tarea de promover el deporte entre los niños, antes de su ingreso en los mecanismos del entrenamiento en la edad juvenil. La importancia que tiene la formación general básica, en tanto que etapa no exclusivamente orientada al entrenamiento deportivo de elite, será el tema de nuestro próximo apartado.

6.3 Formación general básica como etapa previa del entrenamiento en la edad juvenil

Los objetivos directores de la ***formación general básica***, presentados en el apartado 6.1, (1) mejorar de distintas formas el estado general del rendimiento deportivo y (2) despertar un interés estable por la actividad deportiva (mediante un conocimiento más preciso de una modalidad), se consiguen sobre todo a través de una participación deportiva *variada*. A continuación intentaremos exponer lo que entendemos por "variado" en esta primera etapa formativa de una actividad que se orienta a largo plazo hacia los niveles de rendimiento deportivo.

La primera categoría decisoria de la planificación y realización del entrenamiento, la *organización* (apartado 1.2.2, tabla 1), se caracteriza en esta etapa de la formación general básica por los siguientes rasgos: En principio, si examinamos con rigor las particularidades de la edad adolescente, no existe un momento demasiado temprano. Así, se puede empezar sin más en la edad preescolar. El momento más tardío para el inicio se establece de forma aproximada, orientándose según el momento de inicio que en cada modalidad se suele recomendar para su entrenamiento de base específico. Como la formación general básica debe durar por lo menos dos años, el momento más idóneo es la edad escolar temprana (de los 7 a los 9/10 años), si bien este momento se sitúa antes en las modalidades de composición, a veces incluso en la edad preescolar, y en los deportes de resistencia y algunas modalidades de juego más tarde, pero en cualquier caso antes del comienzo de la pubertad.

Para las decisiones que se han de tomar en el momento de incorporarse a una modalidad o a un grupo de entrenamiento, no sólo son importantes los puntos de vista metodológicos. Dada la pretensión de todo grupo de entrenamiento de incorporar a su actividad un número suficiente de posibles talentos, la decisión se ha de tomar

considerando también los talentos potenciales que existen en otras modalidades igualmente susceptibles de ser escogidas, y ello en un momento que puede incluso coincidir con la formación general básica, donde esta decisión –desde un punto de vista estrictamente metodológico– no sería aún necesaria.

La edad preescolar o la escolar temprana ofrecen unas condiciones particularmente favorables para la formación general básica, porque estas etapas son idóneas para la formación de las estructuras de recepción y procesamiento de la información, es decir, sobre todo para la formación de las capacidades coordinativas (apartado 6.2). Por lo que respecta a la configuración del entrenamiento, en esta etapa de la formación no es necesario preocuparse especialmente por los ciclos. El transcurso de la temporada anual del entrenamiento se orienta básicamente por los periodos del curso escolar. La frecuencia de entrenamiento debe estar entre las 2-3 unidades por semana, de entre una y una hora y media de duración. Para la edad preescolar se recomiendan 2 sesiones de entrenamiento por semana, en la edad escolar temprana se puede ya añadir una tercera. Dichas unidades son parecidas en su organización básica; ofrecen, ante todo, posibilidades múltiples de aprendizaje y ejercicio, y se sistematizan según el principio de introducción, parte principal y conclusión. A diferencia del entrenamiento en la edad juvenil avanzado y del de alto rendimiento, y debido a la frecuencia y al desgaste del entrenamiento, comparativamente menores, apenas se produce una influencia mutua de los efectos de las unidades entre sí, de modo que la planificación del entrenamiento no se concentra tanto sobre la configuración del microciclo (o ciclos más largos), sino sobre la configuración eficaz de la *sesión de entrenamiento*. Tampoco en la etapa de formación general básica es imaginable la actividad de entrenamiento desligada de la de competición.

Las ***competiciones*** se diferencian radicalmente, tanto por sus objetivos como por sus exigencias, respecto de las que se celebran en las sucesivas etapas de formación. En la formación general básica, las competiciones tienen principalmente la función de aportar una distracción en medio de la actividad de entrenamiento y motivar para que aumente el rendimiento. De forma correspondiente, los contenidos de la competición se deducen de la actividad de entrenamiento que la precede; dicha competición puede englobar, por tanto, componentes propios y ajenos de la modalidad, y puede asimismo desvincularse de las normas nacionales o internacionales que la regulan. La preparación para cada competición debe ser siempre transparente para los niños y no prolongarse excesivamente. Las situaciones en ellas han, ciertamente, de exigir concentración sobre lo que acontece, pero también, al mismo tiempo, ofrecer la posibilidad de compensar los errores; esto se puede efectuar, p. ej., estableciendo varios intentos o convocando competiciones múltiples o en equipo. En general, las competiciones de la formación general básica deben disponerse de modo que los niños que participan en ellas no las vean como una situación de *ESTRÉS* sino más bien como una alegre ocasión de autoafirmación (CARL, 1988, 51).

La realización en grupos a modo de equipos (o, excepcionalmente, en grupos de promoción asociados a la escuela) es característica de la ***organización*** durante la for-

mación general básica; asimismo, las instalaciones deportivas utilizadas suelen ser poco específicas y, por lo general, la dirección del entrenamiento está en manos de preparadores que la desempeñan como una tarea secundaria u honorífica. Los grupos de entrenamiento son, en la mayoría de los casos, bastante heterogéneos en cuanto a rendimiento y no están adscritos a ningún cuadro federativo. Aunque el entrenamiento no está solamente enfocado a conseguir posteriormente rendimientos de elite, los grupos de entrenamiento ofrecen posibilidades ideales para la búsqueda de talentos con vistas a su incorporación al entrenamiento de base. En esta etapa de la formación no es necesaria una planificación del entrenamiento muy detallada; sobre todo, conviene renunciar a la obtención de valores ideales de carga y desgaste. Parece razonable limitarse a indicar puntos importantes de contenido y orientaciones metodológicas básicas. Para los preparadores con lagunas en su formación son útiles sobre todo los modelos ejemplares de sesión para cada tarea de entrenamiento. También se puede renunciar a una valoración del rendimiento detallada y a la documentación del entrenamiento.

La multiplicidad de la formación conporta una ***multiplicidad de los contenidos del entrenamiento***. Pueden incorporarse movimientos básicos sencillos de la carrera, el salto, el lanzamiento y la escalada, esto es, movimientos no específicos de modalidad alguna, así como elementos sencillos de diversas modalidades. Para conseguir el objetivo establecido, a saber, la mejora del estado del rendimiento deportivo general con el énfasis sobre las capacidades coordinativas, los juegos infantiles y las formas básicas de la gimnasia de aparatos están especialmente indicados como contenidos de entrenamiento. Para mejorar las capacidades de fuerza y estiramiento es útil seleccionar ejercicios de gimnasia y diversas formas de salto. Para el trabajo de la resistencia (imprescindible) no sólo disponemos de las habituales carreras largas, sino también de juegos, y según las disponibilidades del sitio podemos recurrir a la natación, carrera ciclista o esquí de fondo. La *orientación específica de la modalidad* se consigue mediante el aprendizaje de algunas técnicas básicas, a veces en formas simplificadas y en terrenos de juego reducidos, etc.

El *comportamiento motor* de los niños en la formación general básica, sobre todo de los que se encuentran en las edades preescolar y escolar temprana, se caracteriza por una diferenciación relativamente escasa de sus capacidades físicas y coordinativas (FILIPOWITSCH / TUREWSKIJ, 1977, 507), por el predominio de movimientos de alta frecuencia y poca duración y por la alternancia frecuente y a corto plazo de los ejercicios de entrenamiento. Los incentivos de entrenamiento son particularmente eficaces al aprender nuevas destrezas motrices y con los "ejercicios de resistencia aerobios".

El ***método de entrenamiento*** favorito es, pues, sobre todo la llamada forma de juego. No obstante, en el transcurso de la formación general básica, los niños, al menos los que ya han alcanzado la edad escolar temprana, deberían acostumbrarse al método continuo como método importante para entrenar la resistencia aerobia, realizando carreras lentas (u otros "ejercicios de resistencia") con pausas cada vez más breves y escasas.

Al *trabajar las destrezas*, el interés fundamental no reside sólo en el rápido éxito del aprendizaje, sino también en el fomento de la creatividad en la actuación, lo que se consigue dando prioridad a las *tareas motrices* frente a las *instrucciones motrices*, mucho más reglamentadas. De acuerdo con las particularidades del desarrollo infantil, la presentación de los objetivos del entrenamiento se realiza básicamente mediante ejemplos prácticos y en menor medida a través de explicaciones. Los medios audiovisuales pueden ser también un instrumento importante para dicha presentación en tanto que método retroactivo. La carga y el desgaste son, en su conjunto, aún relativamente escasos. Su incremento tiene lugar, en un primer momento, mediante una elevación del *grado de dificultad* de los ejercicios. En cuanto a la exigencia de la carga, se produce un aumento continuado y regular del volumen, la intensidad y la densidad de la carga; en el ámbito de la adquisición de destrezas aumentan sobre todo los contenidos cognitivos. En referencia a la exigencia de la carga hemos de procurar que las zonas del cuerpo más sometidas a desgaste alternen a menudo dentro de la sesión de entrenamiento y que las cargas más intensas tengan a continuación pausas de recuperación relativamente largas.

6.4 Planificación, organización y configuración metodológica y de contenido del entrenamiento en la edad juvenil

Mientras que la formación general básica se orienta fundamentalmente en torno a objetivos directores no específicos de una modalidad, el entrenamiento en la edad juvenil se plantea desde un primer momento objetivos específicos de la modalidad (apartado 6.1). Sin embargo, en contraposición con la formación general básica, el entrenamiento en la edad juvenil no es un proceso relativamente unitario. Mientras que la configuración metodológica y de contenido presenta todavía, al principio del entrenamiento de base, un gran parecido con la formación general básica, el entrenamiento de profundización y sobre todo el de especialización se aproximan cada vez más al de alto rendimiento.

Al planificar y realizar el entrenamiento en la edad juvenil se intenta en todo momento encontrar una relación óptima entre la *formación general* (independiente de la modalidad), la *especial* (propia de la modalidad) y los condicionamientos ontogenéticos. Para ello hemos de procurar que con el entrenamiento se cree, por una parte, una *base de condición física* general, estable y extensa, estimulando las capacidades correspondientes y enfatizando el trabajo sobre las capacidades menos desarrolladas de cada individuo, y se favorezca, por otra parte, la adquisición de *capacidades y destrezas propias de la modalidad*. Con este fin se escoge una carga y un desgaste que tengan en cuenta las particularidades evolutivas del individuo, tanto para evitar riesgos excesivos como para aprovechar las oportunidades que ofrecen los propios condicionantes ontogenéticos.

La dicotomía entre los conceptos "especialización precoz" y "consolidación del rendimiento adecuado al desarrollo", tan frecuente desde los años setenta (FEIGE, 1973), no parece ofrecer una alternativa auténtica para elaborar un esquema eficaz de entrenamiento en la edad juvenil orientado al alto rendimiento, de acuerdo con las ex-

periencias de los últimos años y con los postulados de la ciencia del entrenamiento (CARL, 1984 y 1988; MARTIN, 1988; TSCHIENE, 1989). La orientación que debe seguir la actividad se expresa mucho más claramente en el *"principio de la especialización creciente y en su justo momento"* (MÜLLER, 1988a, 105 y s.; véase también apartado 1.2.3.2, principio 6). Este principio nos recuerda que en el entrenamiento en la edad juvenil orientado hacia la elite, la formación básica multifacética debe completarse y en parte sustituirse mediante contenidos específicos de la modalidad, y ello a su debido tiempo, esto es, en la fase anterior a la pubertad, más favorable para el aprendizaje de coordinación y destrezas.

El principio de la especialización creciente y en su justo momento, antes mencionado, sólo sirve como instrumento para configurar objetivos y contenidos si somos conscientes de que los efectos del entrenamiento dependen tanto del trabajo en sí como de los condicionantes ontogenéticos. Pues este principio no sólo implica la adquisición de una competencia específica de una modalidad, sino también el aprovechamiento de las posibilidades de adaptación ontogenéticas en los momentos particularmente favorables, o sea, el aprovechamiento de las fases sensibles. Precisamente estos componentes suelen descuidarse al establecer los contenidos de la formación especial.

Si tenemos en cuenta los mencionados componentes ontogenéticos a la hora de establecer los contenidos de la formación especial, el "principio de la especialización creciente y en su justo momento" debería modificarse como nos muestra la fig. 111. Esta

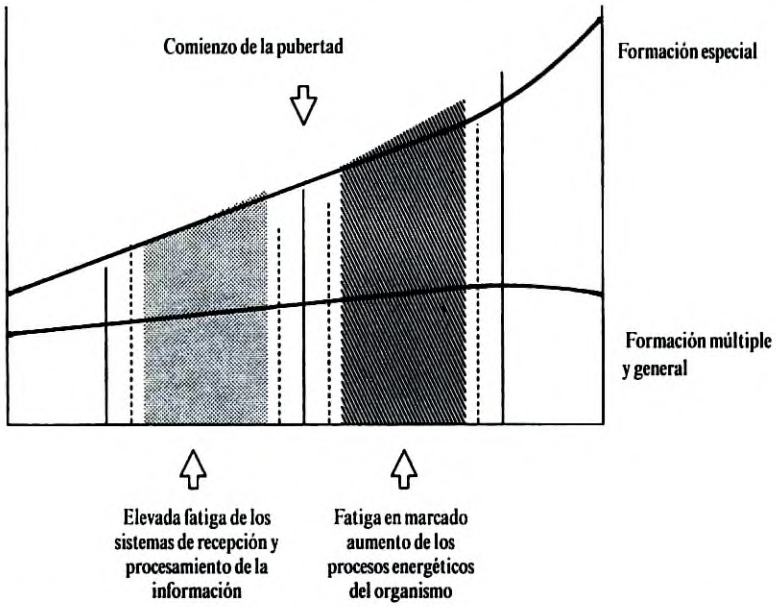


Figura 111: *Modificaciones de la distribución de la formación general y especial, con dos bloques en las etapas del entrenamiento de base y de profundización.*

modificación establece dos bloques verticales en la estructura temporal del entrenamiento en la edad juvenil, superponiéndose a su división horizontal en "especial" y "múltiple"; el primero de estos dos bloques verticales debe encontrarse en la etapa de edad escolar tardía (véase tabla. 35) y consistir, por tanto, en un entrenamiento de base, y el segundo en la primera fase de la pubertad, compuesto por un entrenamiento de profundización. El rasgo diferencial del contenido de ambos bloques es la división entre formación múltiple-general y especial; cada una de éstas establece, dentro de un objetivo particular del bloque, una fatiga específica, determinada ontogenéticamente. En el primer bloque, esta fatiga afecta a los sistemas de recepción y procesamiento de la información mediante las correspondientes exigencias de aprendizaje y coordinación. En el segundo bloque, la fatiga intensa es la de los procesos energéticos del organismo.

Las opiniones sobre la cuantía de la formación general respecto de la especial difieren según los distintos autores. La tabla 38 reproduce las opiniones de la investigadora soviética NABATNIKOVA (1982).

***Tabla 38:** Relación entre preparación física general (PFG) y especial (PFE) incluyendo el trabajo técnico (NABATNIKOVA, 1982).*

Grupo de modalidades	Etapa (años)	Término medio de la preparación (porcentaje) PFG	PFE
Modalidades cíclicas	12-14	80-70	20-30
	15-17	40-30	60-70
Modalidades de fuerza rápida	12-14	75-70	25-30
	15-17	60-45	40-55
Juegos deportivos	12-14	75-65	25-35
	15-17	4030	60-70
Deporte de lucha	12-14	75-60	25-50
	15-17	45-40	55-60
Modalidades coordinativas difíciles	15-17	40-30	60-70
	15-17	30-20	70-80

Aquí se puede ver, y ningún experto lo pone en duda, que en las "modalidades coordinativas difíciles" la parte de *formación especial* es desde un primer momento muy grande. Cabe no obstante plantearse si en los demás grupos de modalidades el 25-35 % de formación específica en la primera fase de la pubertad, esto es, ya en el entrenamiento de juventud "avanzado", es suficiente para conducir de forma óptima a los deportistas a niveles de alto rendimiento. TSCHIENE (1989/4, 17), utilizando documentación proveniente de la antigua RDA, recomienda para el atletismo cantidades

sustancialmente más altas de formación específica de la modalidad. Para la relación temporal entre la denominada *formación general múltiple* y la *formación especial múltiple* menciona la siguiente proporción: 51:49 para chicos de 10 años, 40:60 para chicos de 11 años y 28:72 para los de 12 años. Para agotar las posibilidades individuales en relación con el "nivel óptimo de técnica motriz", parece irrenunciable una cantidad elevada de formas de entrenamiento específicas durante el entrenamiento en la edad juvenil en su conjunto, si bien con un grado de fatiga relativamente bajo.

La distribución temporal del entrenamiento en la edad juvenil durante las fases de desarrollo del niño o el adolescente se determina básicamente por la edad de rendimiento máximo y por la necesaria ampliación del entrenamiento en la edad juvenil. Un punto de orientación básico para cualquier consideración sobre la disposición del entrenamiento es la edad en la que se inicia el entrenamiento de base. ROST (1989, 11, siguiendo a PLATANOV/SAJOVSKI) menciona cinco factores determinantes a la hora de disponer la estructura temporal del entrenamiento en la edad juvenil:

— "la estructura del rendimiento competitivo y los requisitos que plantean los rendimientos de nivel mundial;
— las regularidades en el desarrollo de los distintos componentes de la maestría deportiva y de los procesos de adaptación en los sistemas funcionales más importantes para la modalidad;
— los contenidos del proceso del entrenamiento (...) así como la realización de medidas complementarias (...);
— la edad de inicio del entrenamiento y la edad en el momento de la primera especialización, así como la edad en el momento del rendimiento máximo;
— las particularidades individuales y de sexo de los deportistas, los ritmos de maduración biológica y el desarrollo de la maestría deportiva.

Además, la duración global por la que se opte al organizar el rendimiento a largo plazo depende de una serie de factores externos, como las tendencias evolutivas de la modalidad, que modifican los límites de edad, factores sociales, modificación de los aparatos de entrenamiento y competición, etc."

Al enumerar los factores que influyen en la ***estructura temporal*** del entrenamiento en la edad juvenil se hace evidente la imposibilidad de establecer un punto fijo, específico de la modalidad y de validez general para el inicio del entrenamiento. Además, tampoco cabe sorprenderse de que en la praxis de cada modalidad exista un margen de variación tan grande en relación con el momento en que se empieza a entrenar. Las indicaciones que proporciona la metodología varían a veces enormemente; las numéricas apenas sirven de ayuda, dada la imprecisión a la hora de definir el comienzo del entrenamiento y la diferente estructura del entrenamiento que existe en los distintos países.

Si seguimos la propuesta formulada en el apartado anterior acerca de la formación general básica, el tránsito de la edad escolar temprana a la tardía –de los 8/9 a los 10

años de vida– es, en muchas modalidades, el momento idóneo para comenzar el entrenamiento de base. Ciertamente, se trata de una edad orientativa para la organización del entrenamiento a largo plazo. Con esta propuesta coincidimos con la praxis habitual en los años ochenta en la antigua RDA acerca de la selección de talentos para los centros de entrenamiento. La selección principal, a nivel nacional, tenía lugar para la mayoría de las modalidades en el tercer nivel de las categorías; antes sólo se realizaba en las modalidades de gimnasia artística, gimnasia rítmica deportiva, saltos de trampolín, natación y patinaje artístico (véase el material de trabajo del Consejo de Federaciones Deportivas de la RDA del año 1976).

La tabla 39 muestra las respuestas obtenidas al interrogar a los miembros del actual cuadro C de las distintas federaciones sobre el momento en que iniciaron su entrena-

Tabla 39: *Edades al comenzar el entrenamiento de deportistas alemanes de los cuadros federativos C, año 1988 (media aritmética y desviación estándar [DE]).*

	Edad al comienzo del entrenamiento			
Modalidad	**Chicos**		**Chicas**	
	$\bar{x}$	**DE**	$\bar{x}$	**DE**
Boxeo	12,7	3,3	–	–
Esgrima	10,7	2,1	s.i.	s.i.
Judo	7,1	2,3	8,1	1,0
Lucha	8,4	2,9	–	–
Levantamiento de pesas	13,1	2,5	–	–
Atletismo	13,3	2,7	12,6	2,3
Ciclismo	10,6	3,2	11,2	3,2
Remo	14,2	0,9	15,6	2,4
Piragüismo	13,1	2,5	12,3	2,4
Carrera sobre hielo	10,4	2,4	10,0	1,9
Natación	9,8	2,3	9,4	1,9
Bádminton	10,5	3,5	10,9	2,6
Tenis de mesa	7,6	1,8	8,6	1,2
Voleibol	11,6	1,6	12,0	2,3
Waterpolo	10,7	1,2	–	–
Gimnasia artística	8,9	1,8	7,9	2,0
Gimnasia rítmica deportiva	–	–	7,1	1,4
Saltos de trampolín	9,7	1,9	9,3	2,7
Patinaje artístico	11,4	3,4	9,4	1,9
Bobsleigh	16,5	2,4	–	–
Carrera de luges	11,2	2,3	12,7	1,5
Hípica	12,3	2,9	10,5	3,1
Tiro	14,0	2,3	12,9	2,4

Nota: Datos del Instituto Federal de Ciencias del Deporte, recopilados sobre los resultados de los atletas federados en los análisis médico-deportivos anuales.

miento. Confirma ese amplio margen de variación que suponíamos entre las edades de inicio del entrenamiento. Las causas de este margen de desviación en dichas indicaciones son, supuestamente, una estructura temporal poco unitaria del entrenamiento en la edad juvenil y una interpretación individual divergente sobre lo que es el momento real del inicio del entrenamiento. Pese a ello, estos datos dan una orientación básica sobre la edad de inicio del entrenamiento en las diferentes modalidades.

La edad aproximada hasta la que se extiende el entrenamiento de juventud se puede deducir a partir de los valores medios reflejados en la tabla 40, restando uno o dos años a las edades de los atletas alemanes del cuadro C: nos sirve de orientación básica el hecho de que los deportistas del cuadro C en el momento de su promoción a la categoría superior han pertenecido más o menos este tiempo a dicho cuadro C.

Tabla 40: *Edad media de deportistas alemanes de los cuadros federativos C, año 1988 (media aritmética y desviación estándar).*

Modalidad	Chicos		Chicas	
	$\bar{x}$	DE	$\bar{x}$	DE
Boxeo	20,3	2,0	-	-
Esgrima	19,2	1,3	s.i.	s.i.
Judo	19,8	2,1	17,9	1,3
Lucha	19,6	1,5	-	-
Levantamiento de pesas	18,8	1,0	-	-
Atletismo	19,1	1,6	17,9	1,4
Ciclismo	18,4	2,0	18,1	1,4
Remo	19,4	1,4	20,0	2,1
Piragüismo	19,6	2,3	19,0	2,5
Carrera sobre hielo	16,7	1,9	15,8	1,5
Natación	16,9	0,8	15,6	0,9
Bádminton	20,3	2,9	18,8	2,4
Tenis de mesa	13,6	1,7	14,5	1,2
Voleibol	17,1	0,7	17,1	0,9
Waterpolo	17,4	0,9	-	-
Gimnasia artística	16,9	2,0	13,3	1,3
Gimnasia rítmica deportiva	-	-	12,8	1,0
Saltos de trampolín	17,4	2,4	16,6	1,7
Patinaje artístico	18,2	2,1	16,0	1,9
Bobsleigh	22,7	0,5	-	-
Carrera de luges	17,0	1,3	16,7	1,5
Hípica	19,7	1,6	18,7	1,8
Tiro	18,7	1,4	17,7	1,8

Nota: Datos del Instituto Federal de Ciencias del Deporte, recopilados sobre los resultados de los atletas federados en los análisis médico-deportivos anuales.

Comparando las tablas 39 y 40 se puede ver que la duración del entrenamiento de juventud varía según los individuos y las modalidades. En algunas modalidades puede alcanzar los 10 años, lo cual probablemente conlleve cambios de la duración del entrenamiento de consolidación en estas modalidades. En una "Planificación de la promoción de la juventud y el talento en el deporte de rendimiento" publicada el año 1990, la Comisión Nacional para el Deporte de Rendimiento del Consejo de Federaciones Deportivas Alemanas propone una duración media del entrenamiento de juventud de seis años. Una "Planificación de promoción de la juventud" del Colegio Alemán de Entrenadores para la gimnasia artística masculina abarca, por ejemplo, 11 categorías de edad (CARL, 1988, 108).

La fig. 112 representa un extracto del "Sistema de una formación de cuadros / desarrollo de talentos" propuesto por la Comisión Federal de Deporte de Rendimiento. El

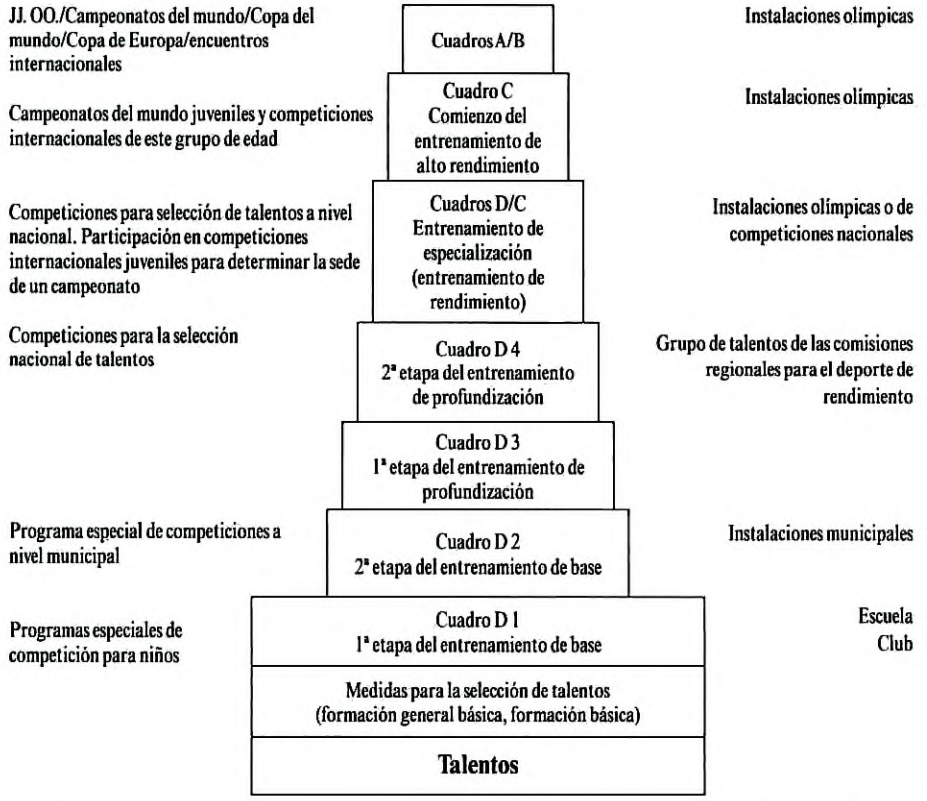


Figura 112: *Correspondencias de niveles de entrenamiento, formación de cuadros, organización del entrenamiento y sistemas de competición (extracto del esquema titulado "Sistema de una formación de equipos/desarrollo de talentos" del Consejo de Federaciones Deportivas Alemanas de 1990).*

esquema da una impresión de rigidez excesiva y por tanto de no ser aplicable en general a las distintas condiciones y exigencias de cada modalidad. Esto se refiere sobre todo a la longitud de las etapas de entrenamiento. Para una organización sistemática es importante relacionar las etapas de entrenamiento con las categorías de edad y los sistemas de competición.

La ***estructura del ciclo*** (periodización) del entrenamiento es muy diferente en cada una de las etapas del entrenamiento en la edad juvenil, incluso prescindiendo de las particularidades más evidentes de cada modalidad (capítulo 5). En el entrenamiento de base está fuertemente condicionada por las circunstancias externas a lo propiamente deportivo, esto es, familiares y escolares. Un esquema posible para estructurar el entrenamiento en la edad juvenil es el ejemplo de FREITAG (1977) para la natación, que a continuación mostramos, orientado en torno a la división del calendario escolar.

	1ª parte 1/9 - 15/12	**Período de transición I**	**2ª parte 16/12 - 28/3**	**Período de transición II**	**3ª parte 12/4 - 18/7**	**Período de transición III**
Período de profundización	3 semanas	Está contenido en el período de profundización de la 2ª parte	3 semanas	Algunos días de vacaciones	2 semanas	Las competiciones lo abrevian, según las circunstancias
Período de pretemporada	9 semanas		9 semanas	2 semanas	9 semanas	Campamento de vacaciones, actividad deportiva amena y variada
Período de competición	3 semanas	Concentración de esquí, de entrenamiento, cursillo	3 semanas		3 semanas	
Período de transición						6 semanas
52 semanas =	15 semanas		15 semanas	2 semanas	14 semanas	6 semanas

Figura 113: *Año de entrenamiento tripartito para la natación juvenil (de FREITAG, 1977, 157)*

En el *entrenamiento de profundización* y sobre todo en el de *especialización*, la estructura del ciclo se va pareciendo cada vez más a la de alto rendimiento, fundamentalmente por la incorporación del calendario de competiciones nacionales e internacionales.

La ***frecuencia*** y la ***duración del entrenamiento*** aumentan considerablemente en el trascurso del entrenamiento en la edad juvenil. Los esquemas de entrenamiento en esta edad específicos de la modalidad que se elaboran en la RFA recomiendan, por regla ge-

neral, una frecuencia y una duración bastante por debajo de los valores orientativos comparables en los países del Este de Europa. Por ejemplo, tras un ensayo modelo de búsqueda y promoción de talentos en atletismo, realizado en Bochum-Wattenscheid, se recomendó una frecuencia de entre 3 y 4 sesiones por semana para los dos años de entrenamiento de base de los escolares de 12 a 14 años. Para los siguientes 4-5 años de entrenamiento de profundización se parte de unas 4-6 sesiones por semana, siendo la duración de cada una de ellas aprox. 2 horas (véase Documentación sobre deporte en Renania del Norte/Westfalia, una serie de revistas del Ministerio de Cultura, tomo 28, v. 1990, 17). En contraposición con éstas encontramos las siguientes recomendaciones, publicadas en la antigua Unión Soviética, para la allí denominada tercera etapa en cada bloque de disciplina atlética. Las representamos en la tabla 41:

Tabla 41: *Frecuencia y duración del entrenamiento recomendadas en la antigua Unión soviética para la tercera etapa de entrenamiento en los distintos bloques de disciplina atlética, suponiendo un ciclo de 45 semanas de entrenamiento; de PLATONOV / SAJNOVSKI, 1988).*

	Edad		Entrenamientoo			
Bloque de disciplina	**Hombres**	**Mujeres**	**Días**	**Sesiones**	**Horas de entrenamiento**	**Horas por semana**
Carrera de velocidad	16-18	16-18	220-240	280-300	680-300	15,1-15,6
Carrera de fondo y medio fondo	18-20	17,19	270-300	300-330	750-800	16,7-17,8
Salto	16-18	16-18	270-280	230-300	550-600	12,2-13,3
Lanzamiento	18-20	16-18	250-270	270-300	650-700	14,4-15,6

Para los valores medios del entrenamiento de profundización podemos partir de una duración mayor en un 50 % en la Unión Soviética. Allí se aconseja una frecuencia sustancialmente mayor en las modalidades donde la edad de rendimiento máximo es más temprana. ROST (1989, 26), por ejemplo, llega a la conclusión de que las gimnastas soviéticas de 10-12 años, que se encuentran ya en la etapa de especialización, entrenan unas 1200 horas al año (lo cual asciende, suponiendo las 45 semanas de entrenamiento al año, a unas 26,7 horas a la semana).

Pero también para las modalidades de juego se recomienda en la URSS una gran cantidad de horas en el entrenamiento en la edad juvenil: por ejemplo, en balonmano, 8 horas a los 10-13 años de edad; 12 horas a los 13-15 años; y 18 horas entre los 15 y 17 años (ROST, 1989, 28).

La frecuencia y duración del entrenamiento que se aconsejaba en los distintos países del Este de Europa sólo se puede realizar si los jóvenes deportistas estudian en escuelas especiales, como por ejemplo las *Jugendsportschulen* en la antigua RDA, donde la formación académica se subordinaba al entrenamiento deportivo. En las condiciones

sociales de la RFA es preciso desarrollar un sistema de entrenamiento en la edad juvenil que, sobre la base de una frecuencia y una duración de entrenamiento escasas, consiga una *eficacia* elevada mediante una constante *mejora de la calidad del entrenamiento*, sobre todo mediante una fuerte individualización del entrenamiento. Las recomendaciones de más de 18-20 horas de entrenamiento por semana para la etapa de profundización no parecen factibles ni siquiera en las mejores condiciones de apoyo oficial a la juventud. La tabla 42 muestra que incluso los deportistas del cuadro C, según sus propias indicaciones, entrenan bastante menos.

Tabla 42: *Horas de entrenamiento realizadas a la semana por deportistas del cuadro C de las federaciones alemanas en el año 1988 (media aritmética y desviación estándar).*

Modalidad	Chicos		Chicas	
	$\bar{x}$	DE	$\bar{x}$	DE
Boxeo	14,6	7,7	-	-
Esgrima	15,0	8,4	s.i.	s.i.
Judo	12,3	3,5	7,5	3,2
Lucha	9,1	2,0	-	-
Levantamiento de pesas	16,5	6,0	-	-
Atletismo	13,0	4,6	9,9	2,9
Ciclismo	14,1	5,7	10,2	3,3
Remo	17,1	4,5	12,6	5,0
Piragüismo	15,8	6,3	13,1	3,4
Carrera sobre hielo	13,9	4,3	10,3	3,3
Natación	17,1	3,2	15,9	5,2
Bádminton	18,9	7,6	12,9	4,3
Tenis de mesa	15,2	3,6	14,7	3,5
Voleibol	13,7	4,4	10,0	2,8
Waterpolo	11,3	1,6	-	-
Gimnasia artística	16,6	2,7	16,5	2,9
Gimnasia rítmica deportiva	-	-	14,4	4,5
Saltos de trampolín	9,4	4,1	8,3	3,5
Patinaje artístico	17,8	8,6	16,8	8,0
Bobsleigh	14,3	5,6	-	-
Carrera de luges	10,3	2,9	8,3	4,7
Hípica	27,5	10,7	25,7	11,0
Tiro	9,8	5,9	8,6	3,1

Nota: Datos del Instituto Federal de Ciencias del Deporte, recopilados según los resultados de los atletas federados en los análisis médico-deportivos anuales.

Se debería procurar, como valores orientativos, que los deportistas varones del cuadro C, con una media de edad de 18,5 ± 2,3 años, entrenasen un promedio de 12,4 ± 6,2 horas a la semana, y las chicas, de 17,3 ± 2,5 años de edad, unas 11,5 ± 5,9 horas a la semana.

El punto de referencia de la actividad en el entrenamiento en la edad juvenil es, junto al objetivo a largo plazo de prepararse para el alto rendimiento deportivo, la obtención inmediata de rendimientos y éxitos en la ***competición***. El sistema de competiciones del entrenamiento en la edad juvenil presenta una mayor complejidad a la hora de establecer los objetivos, en comparación con la formación general básica y el ámbito de alto rendimiento. Por una parte, es un criterio para deducir las normas del entrenamiento, pero además tiene la misión de guiar la evolución del deportista en la dirección del alto rendimiento y de motivar a éste cuando entrena, en tanto que objetivo a largo plazo. Por ello, el sistema de competiciones de los jóvenes debe establecer objetivos intermedios, atractivos pero alcanzables (CARL, 1988, 51). El "sistema de una formación de cuadros/desarrollo de talentos" de la Comisión Federal del Deporte de Rendimiento (fig. 112) muestra una posibilidad de ir haciendo el sistema de competiciones cada vez más atractivo. Mientras que a comienzos del entrenamiento de base el interés máximo reside en los programas de competición especiales a nivel de club, que no necesitan ajustarse a normas nacionales o internacionales, las competiciones en la etapa de integración son en su mayoría encuentros internacionales y campeonatos de las categorías de edad.

Como particularidad de la ***organización del entrenamiento*** en la edad juvenil podemos señalar, en primer lugar, una diferenciación y profesionalización escasas. A la hora de realizar el entrenamiento, la centralización de las instalaciones no es completa, los grupos son relativamente grandes, la mayoría de los entrenadores y preparadores tienen este trabajo como dedicación secundaria y sólo en casos excepcionales se utiliza un instrumentario costoso. La valoración del rendimiento sistemático se limita casi siempre a una única herramienta, los tests deportivo-motor; por lo general, no es posible aún realizar pruebas médico-deportivas especiales, biomecánicas o psicológicas. La documentación y la evaluación sistemática del entrenamiento existe, como máximo, en función de iniciativas privadas puntuales y referidas a jóvenes deportistas individuales; apenas repercute, pues, sobre la dirección del entrenamiento.

En el entrenamiento en la edad juvenil, las medidas de búsqueda y selección de talentos ocupan una parte significativa de la organización. Aunque en la RFA nunca ha existido una búsqueda de talentos importante, por lo menos en comparación con la que existía en la antigua RDA en los años ochenta, podemos mencionar una serie de actividades que en parte consiguieron una gran eficacia. En el *land* de Renania del Norte/Westafalia se ha puesto en práctica un sistema diferenciado de búsqueda de talentos y de formación general básica dentro de un marco de colaboración entre la escuela y los clubs (HIERSEMANN, 1989).

En relación con las medidas de búsqueda, selección y promoción de talentos, hemos de tener en cuenta la imposibilidad de pronosticar antes o en el momento de iniciar el entrenamiento de juventud si un joven adolescente es un talento para rendimientos de elite en una determinada modalidad.

"Antes o al comienzo de un ciclo de entrenamiento de varios años se puede, como mucho, pronosticar muy groseramente la evolución de la capacidad de rendimiento de-

portivo general. Sólo con el trascurso de esta evolución individual y después de unos cuantos años de entrenamiento específico de la modalidad es posible una clasificación aproximada en relación con el nivel de rendimiento alcanzable dentro de esa modalidad. Pronosticar exactamente el máximo rendimiento individual que alcanzará un deportista al iniciar su entrenamiento de alto nivel sólo parece factible al cabo de unos cuantos años de trabajo intenso" (CARL, 1988, 44).

De aquí se deriva, para la praxis del entrenamiento en la edad juvenil, una estrategia de selecciones basada en pronósticos a intervalos de tiempo relativamente cortos. Se recomienda tomar decisiones sobre la selección de talentos sólo con vistas a los objetivos de la etapa de entrenamiento siguiente. Con vistas a objetivosa más largo plazo podemos, como mucho, adoptar el criterio de no elegir para un grupo de entrenamiento a aquellos de quienes sospechemos que, debido a un moldeado insuficiente de algunos factores decisivos para la evolución del rendimiento, no van a conseguir valores punteros en su modalidad a la edad de máximo rendimiento.

En lo referente a la ***configuración metodológica y de contenido***, hemos de considerar que la situación del entrenamiento en la edad juvenil se halla entre los dos polos de la formación general básica y el entrenamiento de alto rendimiento. La orientación fundamental de la actividad, el *principio de la especialización creciente y en su justo momento*, cobra ahora su especial importancia. Los grandes cambios de orientación metodológica y de contenido tienen lugar, en el entrenamiento en la edad juvenil, sobre todo durante el tránsito entre la edad escolar y el comienzo de la pubertad. Cuando se produce el estirón del crecimiento al inicio de la pubertad (fig. 114) aparecen conside-

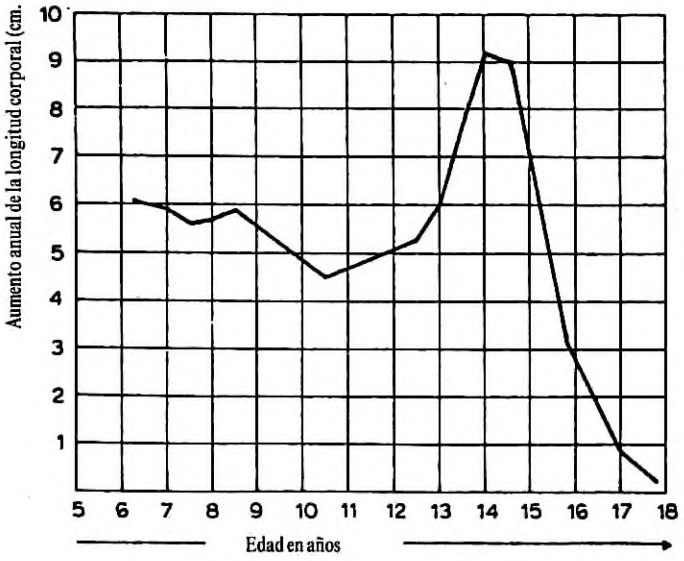


Figura 114: *Estirón del crecimiento de la altura corporal durante la pubertad (de SHUTLTEWORTH, 1939, cit. en EIBEN, 1979, 194; véase. CARL, 1988, 31)*

rables cambios, relativos sobre todo a las proporciones corporales y a la secreción hormonal, pero también al aparato locomotor pasivo; estos cambios acarrean otras modificaciones, ya descritas, relacionadas con la entrenabilidad de las capacidades coordinativas y de condición física, y sobre todo un desplazamiento de las fases sensibles.

A la hora de determinar los *contenidos del entrenamiento* no sólo hay que considerar la disminución, ya descrita, de la parte de formación general en beneficio de la especial, sino que ante todo hemos de decidir en qué orden y en qué etapa evolutiva se han de aprender y perfeccionar las distintas destrezas motrices propias de la modalidad. Sobre todo en las modalidades con gran variedad de movimientos, pero no sólo en ellas, la gran cantidad de destrezas motrices diversas se ha de ordenar de forma que durante todo el entrenamiento en edad juvenil:

— se generen suficientes para mejorar continuamente los procesos de *recepción y procesamiento de la información*;
— se armonicen mutuamente la capacidad *coordinativa* y la *de condición física* (fig. 111).

Además, a lo largo del entrenamiento en la edad juvenil y de forma complementaria al trabajo coordinativo y de condición física, los *temas cognitivos* deberían ser siempre objeto de la actividad de entrenamiento. Junto a las instrucciones teóricas sobre secuencias motrices, acciones tácticas y relaciones metodológicas, la explicación y puesta en práctica de distintas formas de trabajo psicológico ocupan un lugar relevante en el entrenamiento en la edad juvenil. TSCHIENE (1989, 17) ha elaborado, a partir de material documental procedente de la antigua RDA, una tabla sobre el reparto de los diferentes contenidos del entrenamiento en atletismo, donde se puede ver claramente que el tiempo dedicado a la teoría en el entrenamiento de los niños de 10 a 12 años, esto es, en el entrenamiento de base, debe situarse en torno al 8 % del global.

El tránsito que va de la edad escolar hasta la pubertad es también muy importante para las *decisiones metodológicas*. En muchas modalidades, el entrenamiento de base se acaba, a lo más tardar, con la entrada en la pubertad, y las múltiples formas de juego y de competición que han predominado durante la edad infantil son sustituidas por los métodos de trabajo habituales en el entrenamiento de alto rendimiento. Al realizarse este cambio, las *exigencias de la carga* y el *desgaste* se han de mantener en un primer momento en unos niveles relativamente bajos. Para el aumento de la carga, sobre todo en el entrenamiento de profundización, no existen hasta la fecha reglas de actuación suficientemente precisas. Por una parte, está claro que todos los *componentes de la carga* como el volumen, la intensidad, la densidad y el *grado de dificultad de los ejercicios* deben aumentar constantemente, pero existe un notable déficit de conocimientos sobre la dinámica de este aumento y sobre las relaciones de los distintos porcentajes de aumento entre sí (ROST, 1989, 28 y ss). Las posibles recomendaciones se limitan a indicar que el aumento de la carga debe darse sobre todo en la faceta del volumen, pues con ello se crea una base amplia y estable para posteriores aumentos de la fatiga que pudie-

ran ser necesarios. ROST (1989, 48), entre otros, indica que los aumentos de la carga han de vincularse inmediatamente con la intensificación de los procesos de restablecimiento. Deben planearse conscientemente fases de recuperación en cada una de las sesiones de entrenamiento, así como "microciclos de descarga" especiales y periodos largos de recuperación (de varios meses). Los procesos de recuperación deberían apoyarse ya en la edad juvenil con medidas fisioterapéuticas sencillas (como p. ej. baños de pies fríos) y con una nutrición adecuada.

En resumen, podemos destacar una vez más que, para que el entrenamiento en la edad juvenil sea eficaz en su orientación hacia el deporte de elite, es necesario encontrar un ***esquema de carga-fatiga*** que proporcione estímulos aprovechables y al mismo tiempo proteja de un desgaste excesivo. Para ello no basta con una planificación del entrenamiento dirigida por normas de carga específicas de cada grupo. Es más acertada una orientación básica en torno a un esquema de fatiga individual, en el cual las decisiones referentes a la exigencia y el aumento de carga se tomen sobre la base de análisis individuales de carga-fatiga. El hecho de que hasta la fecha no exista semejante esquema más que de forma puntual no nos exime de la obligación de contribuir a su desarrollo; pues en un campo de actividad como el entrenamiento en la edad juvenil dirigido al deporte de elite, tan lleno de riesgos para el adolescente, la dirección teórica de sesgo individual ha de ser la línea directriz de una actividad de entrenamiento responsable.

6.5 Particularidades del entrenamiento en la edad juvenil en sus aspectos técnicos, físicos y tácticos

Aunque en todas las vertientes del entrenamiento en la edad juvenil rigen los mismos principios de entrenamiento que en el ámbito del de alto rendimiento, las reglas metodológicas difieren a veces considerablemente. Esto se explica, en primer lugar, por las particularidades del adolescente en su desarrollo. Debido a la distinta constitución de los sistemas orgánicos y a las diferencias del estado psíquico, resultan, con idénticas cargas, fatigas y efectos del entrenamiento específicos de los jóvenes. En segundo lugar, a menudo es necesario diferenciar las decisiones metodológicas a causa del distinto nivel de partida en el estado del rendimiento que existe entre los deportistas jóvenes y los de alto rendimiento. En lo sucesivo comentaremos de forma un tanto esquemática algunas particularidades del entrenamiento en la edad juvenil, en sus aspectos *técnicos, fuerza, velocidad, resistencia, flexibilidad y táctica.*

6.5.1 Particularidades del entrenamiento de la técnica

En el entrenamiento de la técnica, las diferencias que existen entre los deportistas jóvenes y los de alto rendimiento resultan sobre todo de la menor capacidad de los primeros para recibir y procesar información, el menor nivel físico y su inferior experiencia motriz. Debido a la multiplicidad de las exigencias y a la situación de las fases sen-

sibles del entrenamiento, el trabajo de la técnica entre los jóvenes ocupa una mayor parte del tiempo total de entrenamiento en comparación con los deportistas adultos.

En cada modalidad es preciso asegurar un buen equilibrio entre el aprendizaje de la destrezas, la adquisición y la aplicación de las técnica. En las modalidades de juego, de lucha entre dos, etc., las capacidades adquiridas deben incluirse inmediatamente en el ámbito de su aplicación. En las modalidades individuales debe enfatizarse a los jóvenes el planteamiento de los tres primeros objetivos de entre los cinco que mencionamos en el apartado 2.2.2 para el entrenamiento de la técnica: (1) *aprendizaje de las destrezas deportivo-motrices* sobre las que se basan las técnicas propias de la modalidad, (2) *adquisición del grado de maestría en la técnica deportiva* al que podamos dar el calificativo de *estado biomecánico óptimo* y (3) *estabilización* del dominio de la técnica. De acuerdo con esto, los puntos principales del entrenamiento de la técnica de los jóvenes serán el *aprendizaje de las destrezas*, la *adquisición de la técnica* y el *entrenamiento de la técnica suplementario* (véase. apartado 2.2.3). Hemos de tener en cuenta que el entrenamiento de las *capacidades coordinativas* especiales, que se ha de realizar como introducción o complemento del entrenamiento de las motrices aisladas, constituye una parte imprescindible del entrenamiento de la técnica no sólo en la formación general básica, sino también en el entrenamiento de base. Las diferencias metodológicas entre el entrenamiento en la edad juvenil y el de alto rendimiento se reflejan sobre todo en los siguientes puntos:

1. ***Presentación de los objetivos del aprendizaje***
   Las informaciones visuales, que entre los niños se limitan básicamente a mostrar cómo se hace el movimiento, tienen en las primeras etapas del entrenamiento en la edad juvenil un mayor peso frente a las distintas formas de la información verbal (apartado 2.5.1).

2. ***Información retroactiva***
   Debido a la especificidad de la recepción y al procesamiento de información en los jóvenes, y a la escasa profesionalidad de este tipo de entrenamiento, hemos de renunciar a la información retroactiva que proporcionan los medios audiovisuales. El cometido de éstos lo desempeña la observación de entrenadores y preparadores, que sólo permite una evaluación subjetiva.

3. ***Ordenación de los contenidos en series sistemáticas de ejercicios***
   Al distribuir los entrenamientos de la condición física y la técnica hemos de procurar una buena armonización entre ellos, pues el nivel de condición física todavía es insuficiente para la realización de determinadas técnicas motrices. Antes de aprender nuevas destrezas hace falta poseer –o adquirir– un "exceso de potencial" (ROST, 1989, 24) en las capacidades físicas y de coordinación, que son las que determinan el rendimiento. En el entrenamiento en la edad juvenil particularmente, y de modo especial en las modalidades de composición, muy exigentes desde el punto de vista de la técnica motriz, la creación de este sobrepotencial es un requisito esencial para un entrenamiento eficaz.

④ ***Instrumentos y medios auxiliares del entrenamiento***
Para transmitir al discípulo la secuencia correcta de una nueva técnica motriz, en el entrenamiento en la edad juvenil se utilizan a menudo medios auxiliares del movimiento (p. ej., en gimnasia, una posición de apoyo realizada por el entrenador o con un aparato de entrenamiento especial); por su parte, el entrenamiento de la técnica en el ámbito del alto rendimiento se apoya en una retroalimentación objetiva suministrada por diferentes vías (medios audiovisuales, datos fisiológicos o biomecánicos sobre el rendimiento) para iniciar y reforzar los procesos informativos.

⑤ ***Dosificación de la carga de entrenamiento***
Dado que en el entrenamiento en la edad juvenil la principal tarea es el aprendizaje y la adquisición de la técnica, este trabajo lo realizan los jóvenes por lo general en situación libre de fatiga; por tanto, la densidad de la carga es sustancialmente menor que en el entrenamiento de alto rendimiento. Para la eficacia del entrenamiento es importante contar con un método correcto de organización informativa y con una clasificación de "ejercicios preliminares" en una serie sistemática como forma de dosificar la carga.

6.5.2 Particularidades del entrenamiento de la fuerza

En relación con la eficacia y los métodos empleados en el entrenamiento de la fuerza hemos de distinguir claramente dos etapas evolutivas en el entrenamiento en la edad juvenil. Antes del ingreso en la pubertad, el entrenamiento de la fuerza tiene unos efectos muy limitados sobre el crecimiento muscular; las adaptaciones que generan las mejoras de las capacidades de fuerza se basan sobre todo en la mejora de la capacidad de inervación de los músculos (sobre los dos objetivos de rango superior en el entrenamiento de la fuerza, véase el apartado 3.2.1). En esta etapa, el entrenamiento de la fuerza sirve sobre todo para un fortalecimiento múltiple y general de los músculos esqueléticos en su conjunto, y genera estímulos para desarrollar de forma óptima cada sección del aparato locomotor pasivo. Los métodos favoritos del entrenamiento de la fuerza en la etapa anterior a la pubertad son el de *circuito*, enfocado a varias formas de manifestación de la fuerza, con cargas suplementarias escasas y con intensidad y densidad cada vez menores, y el *entrenamiento de la fuerza de salto en recorridos de aparatos*. Los estímulos para desarrollar las capacidades de fuerza, sobre todo en un nivel de rendimiento relativamente bajo, como por ejemplo en el entrenamiento de base, se plantean a través de ejercicios múltiples, destinados sobre todo a mejorar las demás capacidades y destrezas motrices físicas y de coordinación. Además, un objetivo importante del entrenamiento de la fuerza antes de la pubertad es crear unas condiciones previas favorables para el entrenamiento venidero, bastante más eficaz.

Tras el ingreso en la pubertad crece considerablemente la eficacia del entrenamiento de la fuerza destinado a aumentar el potencial energético de los músculos, sobre todo como musculación. La causa reside en el incremento de la producción de hormonas se-

xuales masculinas, particularmente la testosterona y en especial en los chicos. HETTINGER (1972) ya ha indicado la estrecha relación que existe entre fuerza y secreción de hormonas sexuales; en el apartado 6.2 ya hemos señalado que la fuerza máxima es especialmente entrenable a partir de la pubertad. A la hora de configurar el entrenamiento de la fuerza en la pubertad hemos de tener presente que en esta fase, condicionada por el llamado estirón del crecimiento puberal, el aparato locomotor pasivo es especialmente sensible ante la fatiga excesiva. Por tanto, las cargas no deben ser demasiado intensas en esta fase del desarrollo; el aumento de la carga tiene lugar sobre todo mediante una elevación del volumen. Se han de evitar ejercicios con cargas suplementarias excesivas. Flexiones profundas de rodillas, ejercicios reactivos con pesos excesivos y levantamientos con la columna vertebral torcida pueden muy fácilmente originar daños. Para alcanzar el nivel de rendimiento individual óptimo en la etapa de la madurez, sobre todo en las modalidades de fuerza y de fuerza rápida, el entrenamiento en la edad juvenil debe poner énfasis en la consolidación de la musculatura, si bien, dado el riesgo de lesiones que acompaña al adolescente en esta fase del entrenamiento, hay que extremar las precauciones y dosificar la carga de forma individual desde el comienzo mismo de esta fase. En el apartado 6.5.5 la emos de tratar aún sobre la estrecha relación que existe entre el entrenamiento de la flexibilidad y el de la fuerza no muy intenso. Esta conexión entre los entrenamientos de la fuerza y la flexibilidad será un punto central del entrenamiento en la edad juvenil en su conjunto, y sirve sobre todo para moldear un tono muscular y una estática corporal idóneas.

6.5.3 Particularidades del entrenamiento de la velocidad

El estado del rendimiento en relación con la velocidad depende tanto de la recepción y del procesamiento de la información como de los procesos energéticos (apartado 3.3), cuyas etapas favorables para el entrenamiento se sitúan en la edad escolar o en la pubertad. De acuerdo con esto, para el entrenamiento de la velocidad en las distintas etapas del entrenamiento en la edad juvenil hemos de establecer diferentes reglas metodológicas, considerando las particularidades del desarrollo de los deportistas. El postulado empírico de que ya en la edad escolar se han de generar los estímulos decisivos para una evolución individual óptima de la velocidad (y a veces incluso en la edad preescolar) se refiere sobre todo al adiestramiento de la parte coordinativa de la velocidad.

El aumento de la capacidad de rendimiento en velocidad y su buen grado de entrenabilidad en la edad escolar se basan sobre todo en un acortamiento de los tiempos de reacción y en una mejora de la capacidad para ejecutar movimientos con alta frecuencia en periodos breves. Por ello, las formas de entrenamiento idóneas para mejorar la velocidad en la edad escolar son, por una parte, muchos ejercicios de reacción variados, generales y específicos de una modalidad, que pueden aparecer en forma de juego o de competición en cualquier momento dentro de una sesión de entrenamiento. Por otra parte, tenemos los movimientos cíclicos, como p. ej. los distintos tipos de carreras,

que se realizan en un tiempo corto y con velocidad máxima o bien con trayectos breves y separados por pausas de recuperación suficientes.

La aceleración del crecimiento muscular que aparece con el inicio de la pubertad y la elevación acelerada de la capacidad metabólica anaerobia, responsables, como es sabido, de las fases sensibles del entrenamiento en relación con la fuerza máxima y la resistencia de velocidad, modifican los fundamentos del entrenamiento de la velocidad. El énfasis se pone ahora, por una parte, en formas de entrenamiento generales que favorecen el desarrollo de la fuerza máxima y la resistencia de velocidad, y, por otra, en formas de entrenamiento próximas a la técnica de la modalidad, que garantizan que el aumento del potencial físico (energético) produzca una mayor velocidad en los movimientos que la modalidad se plantea como objetivos. Esto quiere decir que hemos de observar la estrecha vinculación existente entre el entrenamiento de la base física y el de la técnica propia de la modalidad. Así, el entrenamiento de la velocidad del joven se modifica en el transcurso del proceso plurianual del entrenamiento, partiendo de una formación general básica común a todas las modalidades hasta llegar a un entrenamiento físico especial, cercano a la técnica. Al inicio de la pubertad se diferencia del entrenamiento de alto rendimiento sobre todo por la carga de entrenamiento, considerablemente reducida.

6.5.4 Particularidades del entrenamiento de la resistencia

Las diferencias entre el entrenamiento de la resistencia en los ámbitos de alto rendimiento y en la edad juvenil no son las mismas en función de que el entrenamiento esté destinado a mejorar la resistencia a corto, a medio o a largo plazo. Se trata, básicamente, de diferencias que resultan de los distintos sistemas de suministro energético en los adolescentes y los adultos (KEUL, 1982), y afectan a las capacidades aerobia y anaerobia. En general se suele tomar como punto de partida el hecho de que en la edad escolar la capacidad de rendimiento y la entrenabilidad aerobias son buenas y las anaerobias malas, y la pubertad y la adolescencia no se consideran ya como fases que requieran especial protección, sino como fases sometibles a carga y a entrenamiento, también en relación con las exigencias de la resistencia a corto y medio plazo (BADTKE et al., 1987, 158 y ss.).

Respecto al inicio del entrenamiento de la resistencia, BADTKE et al. (1987, 354) toman como premisa el hecho evidente de que no es posible aprovechar plenamente el potencial genético individual si no se ha comenzado a aplicar selectivamente unos estímulos nada más concluir el crecimiento de estatura. El entrenamiento de los fundamentos de la resistencia, dirigido sobre todo a mejorar la capacidad aerobia, puede continuarse con mucha eficacia ya en la edad escolar con el método continuo, el de mayor aceptación en el entrenamiento de la resistencia. Es importante recomendar, sobre todo en el entrenamiento de base, la realización de cargas prolongadas de menor intensidad y con diferentes contenidos como correr, pedalear, nadar o hacer esquí de fondo. El aumento de la carga se debería aplicar básicamente prolongando su duración.

Si el entrenamiento de la resistencia especial se destina a mejorar la capacidad anaerobia, el preparador debería imponerlo nada más ingresar el deportista en la pubertad. Los métodos de entrenamiento son los mismos que se aplican en el alto rendimiento, si bien nuevamente la carga es menor. Para evitar el sobreentrenamiento, esto es, la sobrecarga, las pausas que separan las distintas fases de carga dentro de una sesión deben mantenerse largas, pero también las marcadas entre dos sesiones cuyo contenido principal sea la "resistencia anaerobia".

6.5.5 Particularidades del entrenamiento de la flexibilidad

El entrenamiento de la flexibilidad es un componente irrenunciable del entrenamiento en la edad juvenil en su conjunto. Dado que el moldeado de la flexibilidad presenta su mayor potencialidad en la etapa escolar y la fase sensible del entrenamiento se sitúa en esta misma etapa, es muy importante que este entrenamiento tenga lugar antes de iniciarse la pubertad.

El entrenamiento de la flexibilidad tiene lugar en la edad escolar fundamentalmente en el marco del calentamiento y es por ello un componente de toda unidad. En las modalidades en las que la flexibilidad no es un factor decisivo del estado del rendimiento, su entrenamiento se limita a una adiestramiento general y uniforme de todos los movimientos funcionales; los ejercicios preferidos son los gimnásticos, que contienen estiramientos activos. Las modalidades en las que la flexibilidad representa un factor muy importante, determinante para el rendimiento, como p. ej. la gimnasia rítmica deportiva, la gimnasia artística o la natación, requieren además un trabajo de flexibilidad específico, que debe englobar ejercicios de estiramiento pasivo incluso en las edades escolares temprana y tardía.

Para mantener el rendimiento de la flexibilidad alcanzado en la edad escolar, es imprescindible una sección dedicada a ella en toda unidad a lo largo de las siguientes etapas de desarrollo desde la pubertad. En estas etapas se aplican los mismos métodos de entrenamiento utilizados con los adultos, esto es, en alto rendimiento. En cualquier caso, durante la pubertad hemos de extremar el cuidado con los ejercicios de estiramiento pasivos; la estructura del aparato locomotor pasivo, aún inestable debido al estirón del crecimiento, está particularmente amenazada. En combinación con un entrenamiento de la fuerza de menor intensidad, el entrenamiento de la flexibilidad tiene además en edad juvenil la función de optimizar el tono muscular y la estática corporal, y oponerse a los desequilibrios musculares. Un punto fundamental en este contexto es la prevención de posturas dañinas en la región del tronco, en especial de la curvatura vertebral, cuyo grado patológico supone una modificación de la estática columna-cadera como consecuencia de desequilibrios musculares. En este sentido, el riesgo de daños para el adolescente es elevado si éste se expone, durante el entrenamiento, a unas cargas constantes o excesivas. Como ejercicios idóneos para contrarrestar desequilibrios musculares en la zona del tronco menciona KNEBEL (1985, 80) ejercicios de estiramiento para los flexores de la cadera y los extensores de la espalda, así como ejercicios de fortalecimiento para los músculos abdominales, los flexores de la rodilla y los glúteos.

6.5.6 Particularidades del entrenamiento de la táctica

Mientras que en los niveles de alto rendimiento el entrenamiento de la táctica trata sobre todo de perfeccionar la individualidad en la actividad táctica y de educar la capacidad para utilizar esquemas de acción alternativos de forma adecuada a la situación y sorprendente para el rival, el objetivo del entrenamiento en la edad juvenil es dar a conocer las estructuras básicas de la actividad dentro de la modalidad y experimentar situaciones de entrenamiento y competición que cada vez se vuelven más difíciles.

Por ello, el entrenamiento de la táctica debe ser desde el comienzo un componente insustituible de todo entrenamiento en la edad juvenil y abarcar tanto el ejercicio práctico como la instrucción teórica. La parte dedicada al entrenamiento de la táctica en el tiempo total de entrenamiento depende de la importancia de la táctica como componente del rendimiento dentro de la modalidad.

El contenido detallado del entrenamiento de la táctica presenta los siguientes puntos:

— el aprendizaje de las reglas,
— el aprendizaje cognitivo y el ejercicio práctico de situaciones básicas de la actividad competitiva (a veces en condiciones / situaciones simplificadas),
— la experimentación de planes de acción entrenados con anterioridad en "competiciones de entrenamiento",
— el trabajo selectivo de la capacidad para anticipar las acciones del rival,
— la enseñanza de la observación consciente y el análisis de las situaciones de competición,
— la evaluación de la propia competencia en el terreno táctico.

En este ámbito particularmente debemos respetar el principio metodológico que reza "de lo fácil a lo difícil", completándolo con este otro: "de lo sencillo a lo complejo". Procuraremos asimismo que se lleven a cabo continuamente el intercambio de conocimientos, la observación (en situación de competición real y en vídeo), el ejercicio de las secuencias/acciones motrices en el entrenamiento y la experimentación de situaciones competitivas cada vez más complejas.

7 Entrenamiento del fitness / salud



7.1 Concepto, comprensión y características

7.1.1 Fitness y salud

De acuerdo con la conocida definición de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la ***salud*** es "el estado de bienestar corporal pleno, anímico y social, que se consigue con la ausencia de enfermedades y achaques, y el máximo de salud que cada persona pueda alcanzar y que es uno de sus derechos fundamentales". Con esta definición se constata que la salud no sólo se puede entender como un estado libre de enfermedad, sino también como un *bienestar* fundamentalmente psíquico y psico-social.

El filósofo Karl Jaspers considera la salud como un "estado de lo deseado", la situación de una vida con capacidad de reproducción, capacidad de rendimiento, fuerza, escasa propensión a la fatiga, carencia de dolor, un estado en el que uno no percibe gran cosa de su cuerpo si no es una placentera sensación de existencia (PRAMANN, 1989, 47). Esta descripción de la salud va ciertamente más allá del bienestar antes descrito y menciona unas características que nosotros preferiríamos atribuir al fitness.

Pero entre la buena o muy buena salud y el fitness existe muy probablemente una transición continua e imperceptible, y al final nos encontramos ante un problema de univocidad, interpretación, o sea, definición de lo que hemos de entender por los conceptos *salud* y *fitness*.

El fitness es un estado cuyas exigencias van más allá de las que plantea la salud; no se trata sólo del bienestar antes mencionado, sino también de la aspiración a una cierta capacidad de rendimiento. Así pues, no creemos que toda persona sana esté "en forma", ya que para ello le puede faltar un cierto grado de capacidad de rendimiento psico-física. Proponemos, por tanto, partiendo de los postulados de la ciencia del entrenamiento, la siguiente definición de fitness:

DEFINICIÓN:

El **fitness** es un estado de rendimiento psico-físico que nos esforzamos conscientemente por alcanzar mediante el entrenamiento, la alimentación selectiva y una actitud vital y sana que va más allá de un bienestar en cuanto a la salud.

Esta definición da a entender que el fitness no se puede tener gratuitamente. Se basa en una continua evolución del estado del rendimiento, por la cual nos esforzamos conscientemente; consideramos, además, que se puede alcanzar mediante un *entrenamiento deportivo*, una *alimentación selectiva* y una *actitud vital sana*. La motivación para *estar en forma* y para *mantenerse en forma* suele presuponer además la conciencia de que este estado sólo se puede alcanzar con las actividades y actitudes antes mencionadas.

El fitness no se puede afianzar sobre valores indicativos –como una determinada capacidad de rendimiento muscular, capacidad de consumo de oxígeno o velocidad de reacción–, sino más bien con la ayuda de un *criterio de bondad personal*, que surge de la confluencia de las motivaciones individuales, basadas en el "querer estar en forma", con las tendencias sociales, modas o ideologías.

Las ***motivaciones*** iniciales para las actividades de fitness son a menudo la salud, una figura delgada y moldeada de deportista, la capacidad general de rendimiento y prevención y resistencia frente las enfermedades. En el transcurso de las actividades de fitness, los objetivos de rendimiento concretos se superponen a estas motivaciones, y producen una tendencia hacia la sistematización del entrenamiento.

7.1.2 Entrenamiento para la salud y el fitness

La transición que va del entrenamiento para la salud al el fitness es continua, por lo que será únicamente la convención la que delimite el alcance de los conceptos. La diferencia entre los dos tipos de entrenamiento, en nuestra opinión, no reside tanto en el tipo de entrenamiento como en las motivaciones que sirven de base a esta actividad.

Una persona practica un ***entrenamiento para la salud*** porque está convencida de que tiene que hacer algo por su salud, tal vez porque su estilo de vida se ha hecho excesivamente cómodo y su dedicación profesional le produce una falta de movimiento. El entrenamiento de la salud habrá de compensar esa carencia; por tanto, tiene esencialmente una *función compensatoria* cuando estamos ante una falta de movimiento y sus consecuencias.

El ***entrenamiento del fitness*** está destinado a mejorar la capacidad de rendimiento y por ello tiene la vista puesta más hacia delante que hacia atrás (como ocurría en el caso de la salud). Sus *funciones* son la *prevención* y la *mejora del rendimiento*, y se diferencia del de la salud por una mayor sistematización y frecuencia del trabajo, así como unas exigencias de carga mayores (apartado 3.1.4).

A la hora de examinar el entrenamiento de la salud y el del fitness hemos de excluir, en nuestra opinión, el ***entrenamiento de rehabilitación***, pues engloba las medidas encaminadas al restablecimiento de la salud, la capacidad de rendimiento y la eficacia en la vida personal y profesional después de enfermedades, lesiones y minusvalías (MELLEROWICZ, 1985, 55). Para este entrenamiento, los principios vigentes son de tipo terapéutico y nada tienen que ver con los planteamientos metodológicos que rigen el entrenamiento de la salud y el fitness.

7.1.3 Efectos de la falta de movimiento y entrenamiento del fitness

Según MELLEROWICZ (1985, 34 y ss.), la ***falta de movimiento*** produce una progresiva atrofia por inactividad y una debilidad en el rendimiento del organismo, que se manifiestan de la siguiente manera: la carencia de estímulos motrices generan ***atrofias musculares***, con modificaciones funcionales y estructurales y debilidad muscular progresiva. Por ejemplo, la musculatura del tronco puede verse obstaculizada en su función erectora. Así se producen los *errores* y *defectos de postura*, con su correlato de modificaciones formales de la columna vertebral; éstas, a su vez, producen efectos antifisiológicos de la gravedad, con la posibilidad de desgastes en las articulaciones de las vértebras. Además, estas posturas erróneas pueden tener efectos retroactivos sobre el tórax y por tanto sobre los órganos de la caja torácica.

En los músculos no entrenados se produce además una *falta de capilarización* debida a una alteración del aprovechamiento del oxígeno de la sangre. Esto origina en los

Tabla 43: *Representación comparativa de los efectos de la falta de movimiento y el entrenamiento (MELLEROWICZ, 1985, 36).*

Parámetro	Falta de movimiento	Entrenamiento
	Atrofia de inactividad	
Cociente peso muscular/peso corporal	Pequeño	Grande
Cociente peso de la grasa/peso corporal	Grande	Pequeño
Cociente peso/fuerza	Grande	Pequeño
Capilarización muscular	Pequeña	Grande
Peso del corazón	Pequeño (≈ 250-300 g)	Grande (≈ 400-500 g)
Frecuencia cardiaca	70-90/min	30-60/min
Presión sistólica	Alta	
Trabajo del corazón	Intenso	Escaso
Reservas coronarias de O_2	Pequeñas	Grandes
Rendimiento cardiaco máximo	Pequeño	Grande
Capacidad vital	Pequeña (≈ 2.000-4.000 ml, a menudo < 50 ml/kg)	Grande (≈ 4.000-7.000 ml, a menudo > 70 ml/kg)
Capacidad de O_2	Pequeña (≈ 2.000-4.000 ml O_2/min, a menudo < 40 ml/kg)	Grande (≈ 5.000-7.000 ml O_2/min, a menudo > 70 ml/kg)
Volumen sanguíneo	Pequeño (≈ 5 l)	Grande (≈ 6-7 l)
Capacidad de la sangre para transportar O_2	Pequeña	Grande
Regulación vegetativa	Ergotropo-adrenérgica	Trofotropo-colinérgica
Reservas adrenocorticales	Pequeñas	Grandes
Fatigabilidad	Mayor	Menor
Recuperación	Más lenta	Más rápida
Reservas del rendimiento	Pequeñas	Grandes
Descenso del rendimiento con la edad	Más rápido	Más lento

tejidos la llamada hipoxia (falta de oxigenación) de la edad. Además, la falta de movimiento debilita el rendimiento del ***corazón***, lo que se suele denominar "corazón de oficinista" o "de mesa de escritorio". El pequeño corazón del oficinista está permanentemente obligado a cumplir con el antieconómico trabajo de una frecuencia excesiva, que consume gran cantidad de oxígeno y reduce las *reservas coronarias*. Desde este punto, el camino hacia la insuficiencia coronaria no es largo.

En las personas con el corazón entrenado en la resistencia, los pródromos de la hipoxia coronaria y el infarto de miocardio son extremadamente raros, mientras que los corazones pequeños, poco sometidos a cargas, tienden a la insuficiencia coronaria, una de las afecciones más frecuentes de la época en que vivimos.

La falta de movimiento genera al mismo tiempo atrofia de inactividad en el ***sistema respiratorio*** en su conjunto. Como consecuencia de una economía respiratoria deficiente (frecuencia elevada y volumen menor), la *ventilación alveolar* y la *presión parcial del oxígeno* se reducen, lo cual tiene efectos negativos sobre el suministro de O_2 a las células y los órganos. Una hipoxia latente debida a la falta de movimiento tiene además efectos sobre la ***sangre***, produciendo en ella una *eritropoyesis defectuosa*, con descenso del *número de los glóbulos rojos*, la *cantidad de hemoglobina* y la *capacidad de transporte de oxígeno*. Finalmente, la falta de movimiento puede influir negativamente sobre la capacidad reguladora del ***sistema vegetativo*** y la capacidad bioquímica de las ***glándulas hormonales***. El ***entrenamiento para la salud*** y/o el ***fitness*** tienen justamente los efectos contrarios. Los efectos de la falta de movimiento y el entrenamiento se comparan en la tabla 43 de forma sinóptica.

7.1.4 Objetivos y contenidos del entrenamiento de la salud y del fitness

Partiendo de las definiciones de fitness y salud, pero también como "ofensiva" contra las atrofias por inactividad y las debilidades del rendimiento provocadas por la falta de movimiento, deduciremos los siguientes objetivos para el entrenamiento del fitness y/o la salud, y los contenidos que de éstos se derivan.

1. El primer *objetivo* (y primordial) es la mejora de la ***capacidad de rendimiento aerobia*** y con ello (1) de las formas y funciones del sistema cardiocirculatorio, (2) de las funciones reguladoras del sistema nervioso vegetativo y (3) de los procesos metabólicos en el músculo.
   Las siguientes ***formas de resistencia*** son *contenidos* apropiados para estos fines, suponiendo que se ejecuten con *exigencias de la carga* eficaces (apartado 7.2): carrera, bicicleta, montañismo, paseo, natación, esquí de fondo.

2. El segundo *objetivo* es la mejora general de las ***capacidades de fuerza*** y con ello del *rendimiento* (apartado 3.2.1) de los músculos erectores del tronco y de los de las extremidades superiores e inferiores.

Los *contenidos* apropiados son formas de (1) *bio-entrenamiento* (apartado 7.3.2), (2) *entrenamiento en circuito* (apartado 7.3.3) y (3) formas sencillas del *culturismo*, como las que se pueden realizar en casa. Un buen ejemplo del "culturismo de dormitorio" nos lo proporciona SCHWARZENEGGER en su libro "*Bodybuilding für Frauen*" (*Culturismo para mujeres;* 1982, 47 y ss.). Es importante que en la realización de los ejercicios (ya se trate de trabajo en circuito, culturismo, etc.) se apliquen sobre todo los métodos del ***entrenamiento de la fuerza resistencia*** (apartado 3.2.5.5).

3. El tercer *objetivo* es la mejora de la ***flexibilidad funcional***, esto es, la *movilidad articular* y la *elasticidad muscular* (apartado 3.5.2) de todos los sistemas articulares. Los *contenidos* apropiados son (1) programas de ***flexibilidad articular*** (apartado 3.5.4.2), (2) ***técnicas de estiramiento*** como el *stretching* (apartado 3.5.4.3) y (3) ***gimnasia funcional*** (apartado 7.4).

4. El cuarto *objetivo* es el ***aprendizaje de las destrezas motrices relacionadas con su aplicación*** para mejorar la capacidad de conducción, esto es, la *coordinación motriz*.

Los *contenidos* apropiados para este fin son la práctica de una modalidad deportiva (tenis, voleibol, hockey, fútbol), la gimnasia de aparatos, el baile (*jazz-dance*, danza elemental, gimnasia rítmica), el descenso alpino, la carrera de trineo o de patinaje sobre hielo, el *windsurf* etc. Es importante, desde un punto de vista metodológico, ***ponerse en situaciones de aprendizaje motor***, esto es, intentar mejorar las destrezas motrices de estas modalidades de forma continua.

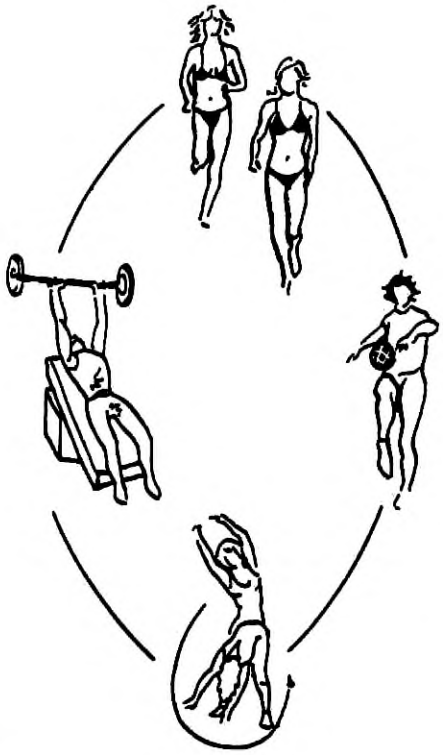


Figura 115: *Contenidos del entrenamiento de fitness y sus relaciones mutuas.*

7.1.5 Sobre la configuración del entrenamiento de fitness

La eficacia del entrenamiento del fitness depende de varios factores; por ello debemos plantear a su respecto algunas reglas básicas:

1. La ***frecuencia del entrenamiento*** es el más importante de estos factores. La experiencia indica que dos sesiones de entrenamiento por semana es el límite mínimo, pues una única sesión no sirve más que para conservar, no para desarrollar la funcionalidad. La frecuencia correcta para el fitness es tres sesiones por semana.
2. La ***duración eficaz del entrenamiento*** depende de los contenidos, esto es, de las formas deportivas que se ejerciten. El tiempo de carga eficaz con un entrenamiento de carrera o de *jazz-dance* está entre 45 y 60 minutos, en bicicleta en un mínimo de 90 min, en juegos entre 60 y 75 min; en entrenamiento de la fuerza y en gimnasia (funcional) bastan 30 min si la intensidad es la correcta. En los próximos apartados indicamos cómo se elige la intensidad correcta.
3. Para la ***realización del contenido*** del entrenamiento de fitness hemos de establecer las siguientes *conexiones*: Después del entrenamiento de la resistencia recomendamos un programa de 15 minutos con ejercicios de relajación y estiramiento (*stretching*), que tiene como efecto una mejora de la flexibilidad, la recuperación muscular y la eliminación del cansancio. Antes de las modalidades de juego, *jazz-dance,* etc., conviene efectuar un programa de flexibilidad de 15 minutos (apartado 3.5.4.2). Lo mismo se puede decir para el entrenamiento de la fuerza, que además –por motivos de recuperación– se cierra con unos ejercicios de estiramiento (*stretching*; apartado 3.5.4.3). Una buena combinación es también la de "juego –entrenamiento de fuerza– *stretching*".

A continuación describimos con más detalle el entrenamiento de la resistencia, la fuerza y la flexibilida en el ámbito del deporte para todos.

7.2 Entrenamiento de la resistencia para el fitness

Desde el punto de vista de la prevención en medicina interna, el entrenamiento de resistencia en el ámbito de la salud y del fitness tiene la máxima importancia en función de sus efectos y también como instrumento para contrarrestar las pérdidas funcionales y de rendimiento debidas a la edad.

7.2.1 Objetivos y efectos del entrenamiento de resistencia

El objetivo del entrenamiento de la resistencia en el ámbito del fitness es influir sobre el metabolismo muscular y mejorar los rendimientos del sistema cardiocirculatorio. Si se realiza de forma óptima se pueden producir las modificaciones que enumeran

HOLLMANN y HETTINGER (1976, 471 y s.) y que nosotros reproducimos aquí en forma resumida: (1) ampliación del ***volumen cardiaco***, por tanto del *volumen sistólico*, o bien, referido al tiempo, del *volumen cardiaco minuto* (VCM), esto es, la cantidad de sangre que el corazón pone en circulación en un minuto. Estos cambios tienen también como consecuencia que la *frecuencia del pulso en reposo* disminuye notablemente (40-50/min.). (2) Aumento del ***consumo máximo de O_2***, lo que conduce a una *mayor producción de energía por unidad de tiempo*. (3) Mejora de la ***capilarización***, por tanto aumento de la *diferencia arterio-venosa* y mejor aprovechamiento del oxígeno por los músculos. (4) Aumento de la ***pulsación máxima de O_2***, la cantidad de oxígeno absorbida por cada latido cardiaco. (5) Aumento de la ***mioglobina***, la sustancia responsable del color rojo del músculo, que absorbe y expulsa oxígeno, así como un aumento de las ***mitocondrias*** en la célula muscular; en ellas tiene lugar la obtención de energía mediante oxidación. (6) Aumento del ***contenido de glucógeno***, la forma de almacenamiento de la glucosa, con una mayor actividad de las ***enzimas*** que trabajan en condiciones aerobias. (7) Aumento del ***ATP*** y la ***fosfocreatina*** en el músculo (apartado 3.4.3). (8) Modificación del ***trabajo del corazón***, esto es, mayor *duración de sístole y diástole*, y reducción del *consumo de oxígeno* por el miocardio para un determinado rendimiento del cardiaco. (9) Mejora de la ***economía respiratoria***. (10) Aumento del ***volumen sanguíneo*** y del ***contenido total de hemoglobina***.

Si bien sólo hemos podido resumir y reproducir de forma incompleta las notorias modificaciones orgánicas y funcionales que siguen al entrenamiento de la resistencia, se puede observar la importancia que esta forma de entrenamiento tiene para el deporte de fitness (y deporte-salud) si se efectúa *"correctamente"*.

7.2.2 Cuestiones metodológicas

La pretensión de realizar un entrenamiento de la resistencia "correcto" es en primera instancia una cuestión metodológica. Y como los ***métodos*** del entrenamiento de la resistencia surgen de la vinculación entre *formas de realización* y *exigencias de la carga*, las cuestiones metodológicas se refieren básicamente a estos dos parámetros. De ellos, la "carga" es la que ha de estar en un primer plano, pues es el factor que regula las decisiones metodológicas (apartado 3.4.5).

Desde el punto de vista metodológico, el entrenamiento de la resistencia general realizado en el ámbito del deporte popular debe adecuarse a las *motivaciones* que le sirven de base, a la *experiencia en el entrenamiento*, a los diferentes *estados del rendimiento* y a la *edad* de los deportistas. La decisión metodológica más importante es la determinación de los siguientes componentes de la carga: la *intensidad* (rendimiento) y la *duración* (tiempo).

La intensidad ha de establecerse con la mayor exactitud posible según la edad del deportista y el estado del rendimiento en que se encuentre. Por lo general la capacidad de rendimiento (o de fatiga) disminuye al aumentar la edad. No obstante, también se dispone a veces de mayor capacidad de rendimiento en la edad adulta si en los años jó-

venes no se ha entrenado y con posterioridad se ha iniciado un programa de entrenamiento de la resistencia. Así, los septuagenarios entrenados pueden encontrarse en mejor forma que otros a los 30 o 50 años, como muestra la siguiente figura:

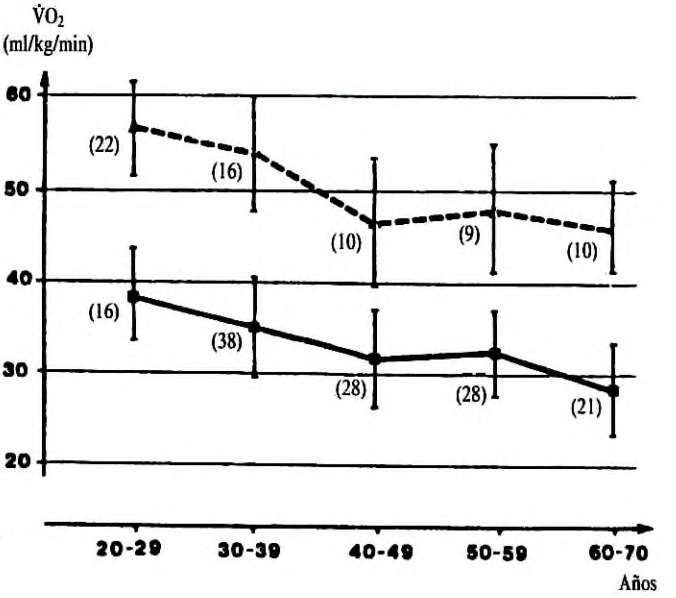


Figura 116: Representación de los valores medios al analizar la capacidad relativa de consumo de oxígeno en 65 individuos entrenados (trazo discontinuo) y 138 no entrenados (trazo continuo) (LIESEN / HOLLMANN 1981, 22).

Según las investigaciones de LIESEN / HOLLMANN (1981, 21 y ss.), en referencia a la capacidad máxima de consumo de oxígeno se puede observar un descenso del rendimiento del 0,65 % anual en los individuos no entrenados, y en los entrenados sólo un 0,45 %, si bien en su nivel de rendimiento máximo. En esta investigación, el pulso de oxígeno máximo dio un resultado equiparable al del VO_2 máx. En los veinteañeros no entrenados se midió una media de 15,5 ml, que disminuyó hasta 12,8 ml en los septuagenarios. En los veinteañeros entrenados se midieron 21,6 ml, que se redujeron sólo hasta los 19,4 ml de los septuagenarios.

Con una frecuencia cardiaca de 130 lat/ min se obtuvieron, tanto en individuos entrenados como no entrenados y desde la tercera década de vida hasta la séptima, un $\dot{V}O_2$ máx absoluto y relativo casi constante. En los entrenados, el $\dot{V}O_2$ máx en relación con el peso corporal ascendió a 32-35 ml, mientras que en los no entrenados se quedó en unos 22 ml. En cualquier caso, el porcentaje de $\dot{V}O_2$ máx alcanzado con una frecuencia cardiaca de 130 lat/min en relación con el $\dot{V}O_2$ máx absoluto aumenta con la edad, esto es, a mayor edad aumenta continuamente la intensidad de la carga con una FC de 130 lat/min. De estos valores obtenemos el siguiente cuadro:

Tabla 44: *Valores del $\dot{V}O_2$ máx, ml./kg min. en individuos entrenados y no entrenados (primera fila de ambos), con una FC de 130 lat/min. (segunda fila) y la cifra porcentual alcanzada del $\dot{V}O_2$ máx con una FC de 130 lat/min.*

AÑOS		20-29	30-39	40-49	50-59	60-70
INDIVIDUOS ENTRENADOS	$\dot{V}O_2$ máx en ml/kg/m	56	54	47	48	46
	$\dot{V}O_2$ máx en ml/kg con una FC de 130 lat/min	32	33	30	35	34
	% de $\dot{V}O_2$ máx respecto al $\dot{V}O_2$ máx absoluto con una FC de 130 lat/min	57	61	63	72	74
INDIVIDUOS NO ENTRENADOS	$\dot{V}O_2$ máx en ml/kg/ min	38	35	32	33	28
	$\dot{V}O_2$ máx en ml/kg con una FC de 130 lat/min	22	22	23	23	20
	% de $\dot{V}O_2$ máx respecto al $\dot{V}O_2$ máx absoluto con una FC de 130 lat/min	58	63	72	70	70

Los valores de la tabla 44 proceden igualmente del análisis de LIESEN / HOLLMANN (1981, 22 y s.). Nosotros los presentamos de esta forma para mostrar la considerable modificación que al avanzar la edad sufre la *intensidad de la carga* en el nivel de la llamada *frecuencia cardiaca de trabajo (130 lat/min)*. Si partimos de que el $\dot{V}O_2$ máx. (relativo o absoluto) significa también una carga completa, al 100 %, entonces los individuos de entre 20 y 30 años realizarían su carga de 130 lat/min de FC con una intensidad del 55-60 %, los de 50-60 años con el 65-70 % aprox. y los de 60 años ya con el 75 %. Estos resultados deben ser tenidos en cuenta a la hora de prescribir una intensidad de la carga correcta, adecuada a la edad. La comparación de estas magnitudes de rendimiento fisiológico con las cargas de resistencia en las diferentes etapas de edad debe llamar la atención sobre el problema del escalonamiento de la intensidad de la carga según la edad –que aquí sólo tratamos de forma superficial– y apoyar además los siguientes resultados.

La ***intensidad*** es *el componente más importante de la carga* para el entrenamiento de la resistencia en el deporte para la salud y fitness. *Debe orientarse en torno a los valores de la frecuencia cardiaca.* La frecuencia cardiaca garantiza, por una parte, un ajuste objetivo de carga y fatiga. En segundo lugar, las mediciones de la frecuencia car-

diaca en el deporte popular son el único instrumento de evaluación realizable, dada la inviabilidad de los análisis espiroergométricos y bioquímicos por razone de costes y organización. La frecuencia cardiaca para cada nivel de la carga se establece, en el entrenamiento de la resistencia, de forma global mediante reglas empíricas y tablas.

Reglas básicas para establecer la intensidad de la carga correcta en individuos no entrenados, según LIESEN / HOLLMANN (1981, 48):

❶ *180 menos la edad = frecuencia mínima del pulso durante el entrenamiento* (la llamada regla de BAUM-HOLLMANN);

o bien, modificando la regla de estos autores:

❷ *180 menos la edad más cinco pulsaciones por década de vida más allá de la tercera década.*

Según MELLEROWICZ (1985, 53), es conveniente entrenar con una

❸ *frecuencia cardiaca de 170 lat/min menos los años de edad, para los más jóvenes y entrenados de 180 menos la edad. La frecuencia cardiaca límite de 200 lat/min no se debe sobrepasar nunca.*

Si aplicamos la regla (1), deberíamos entonces recomendarle a un individuo de 25 años entrenar con una frecuencia de pulso mínima de 155 lat/min, y a otro de 45 años con 135 lat/min. Según la regla (2), esta indicación se desplaza. El de 25 años debería igualmente entrenar con una intensidad de FC de 155 lat/min, pero el de 45 lo haría con 140 lat/min. Si recomendamos establecer la intensidad de acuerdo con la regla (3), el de 25 años sin entrenar lo haría con 145 lat/min de FC, el entrenado con FC de 155 lat/min y como mucho de 175 lat/min, el de 45 sin entrenar con 125 lat/min y el entrenado con 135 lat/min y no más de 155 lat/min.

En nuestra opinión, ni estas reglas ni la que podríamos formular como "trabajo físico a 130" pueden ofrecer a la praxis de resistencia, en el ámbito del deporte para todos, puntos de apoyo para establecer la intensidad individual óptima, pues no distinguen entre hombres y mujeres, entre fuertes y débiles ni entre formas de realización del ejercicio como correr, pedalear, caminar por el monte y otras, y tampoco sirven para calcular las modificaciones del desgaste que se producen durante una carga de resistencia prolongada.

Basándonos en nuestros análisis y consideraciones en cuanto al manejo y a la fijación de la *intensidad de la carga* para el entrenamiento de la resistencia en el deporte popular, llegamos a las siguientes conclusiones: los deportistas de resistencia en el ámbito del fitness la salud pueden ser clasificados en *tres grupos*: (1) *principiantes*, (2) *deportistas que entrenan en general* y (3) *deportistas que entrenan sistemáticamente* con el objetivo de mejorar su rendimiento. Como la intensidad de la carga en el deporte para la salud y el fitness se ha de regular básicamente con la ayuda de la frecuencia cardiaca, es muy importante adecuar ésta a los diferentes niveles de rendimiento. Las observaciones que siguen a continuación sobre la correcta elección de la intensidad de carga sólo son válidas para el *entrenamiento de la resistencia en carrera pedestre*.

7.2.2.1 Intensidad de la carga para los deportistas principiantes

Los ***principiantes*** muestran al comenzar el entrenamiento en la carrera unas frecuencias cardiacas relativamente altas y necesitan unas semanas de entrenamiento para coger experiencia antes de que la actividad del corazón sometido a las cargas se vaya aprovechando mejor. El hecho de que los principiantes deban afrontar una intensidad de movimientos escasa y que con una carrera ligera hayan alcanzado ya el 90 % de su frecuencia cardiaca máxima puede observarse muy a menudo y hemos de considerarlo una regla y no la excepción. La frecuencia cardiaca se *normaliza* al cabo de cuatro a seis semanas de entrenamiento continuado. Con idéntica intensidad de la carga (ritmo de carrera), el desgaste y, por tanto, las frecuencias cardiacas disminuyen claramente de entrenamiento a entrenamiento.

Por ello no parece razonable regular el entrenamiento de la resistencia de los principiantes mediante la frecuencia cardiaca. Aquí el objetivo fundamental es adquirir la capacidad para correr entre 30 y 45 min seguidos lo antes posible. La fase de principiante termina cuando la frecuencia cardiaca vuelve en cierta manera a la normalidad con un ritmo de carrera lento, esto es, permanece constante durante más tiempo. Sólo a partir de este momento se debe comenzar a dirigir el entrenamiento mediante la frecuencia cardiaca.

7.2.2.2 Intensidad de la carga para los "deportistas que entrenan en general"

Los ***deportistas que entrenan en general*** son *deportistas avanzados*, y esta tarea la realizan todas las semanas y de forma continua entre 2 y 4 horas, esto es, entre dos y cuatro sesiones con una duración de 45 a 60 min cada una de ellas.

Según KARVONEN / VUORIMAA (1988, 306), ROITMAN et al. (1978, 98 y ss.) y EL *AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE* (1978), el entrenamiento de la resistencia en el ámbito del deporte popular debe realizarse en carrera al 60-80 % de la frecuencia cardiaca máxima. Nosotros pensamos que la llamada "target heart rate" (frecuencia cardiaca idónea) debe situarse, desde una óptica *relativa*, en el 85-90 % de la FC máxima, y la duración de la carga debe permitir que la fatiga (FC) suba aún en torno al 5 % durante el último tercio del recorrido, manteniendo el ritmo de carrera constante. Este ascenso de la FC en el último tercio del recorrido indica igualmente si la *duración de la carga* fue elegida correctamente. Esto ocurre cuando la FC/ durante el último tercio del recorrido se sitúa, a igual ritmo de carrera, por lo menos un 5 % por encima de la "target heart rate", esto es, por encima de la frecuencia cardiaca media que se pretende alcanzar (fig. 117). A continuación explicaremos lo que significa en este contexto la palabra *relativa*.

Basándonos en una gran cantidad de datos hemos desarrollado una fórmula que permite calcular la *intensidad de la carga* óptima para cada individuo, esto es, la intensidad relativa, con la ayuda de dos valores, (1) la *frecuencia cardiaca máxima* (FC máx.) y (2) el *pulso en reposo* (FC en reposo). El "pulso de entrenamiento" obtenido según esta fórmula supone aprox. el 85 % de la frecuencia cardiaca que cada individuo

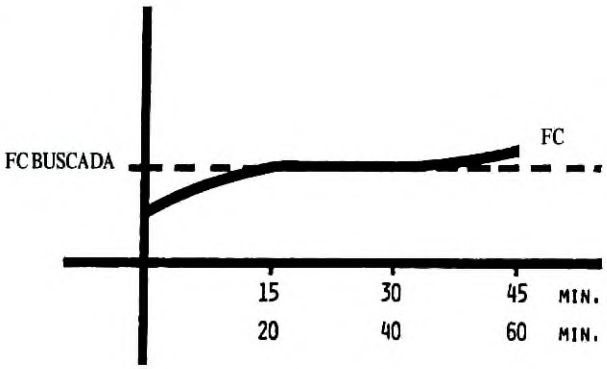


Figura 117: *Comportamiento deseable de la frecuencia cardiaca en carrera de larga distancia. Sobre el último tercio de la distancia la FC debe ser mayor que el 5 % por encima del promedio deseado de FC máx.*

puede alcanzar en el umbral aerobio-anaerobio, esto es, en el valor pd de la curva de rendimiento de la frecuencia cardiaca. Esto supone una intensidad que se alcanza cómodamente entrenando la resistencia general si la duración de la carrera se sitúa en ± 60 minutos. Dado que en el cálculo de esta intensidad participan la FC máx y la FC en reposo, se relativizan las diferencias de sexo y edad, así como las de rendimiento.

Pulso de entrenamiento = FC máx — (0,45 . FC en reposo)

Vamos a ilustrar la aplicación de esta fórmula con la ayuda de un ejemplo práctico: un individuo sin entrenar (NE) y uno entrenado (E) realizan un test de CONCONI (apartado 3.4.4.3), y obtienen en él los siguientes valores (fig. 118):

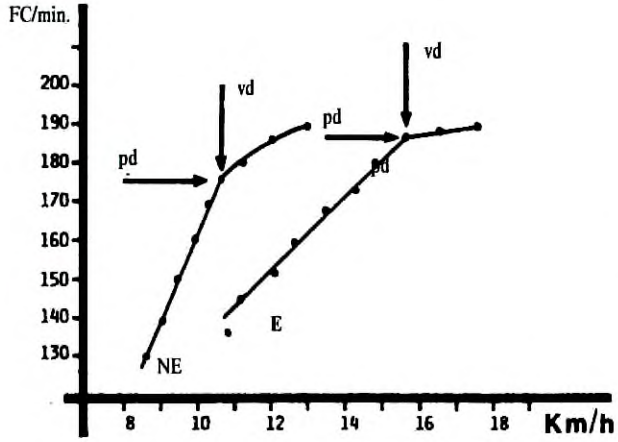


Figura 118: *Valores del NE: FC máx = 190; pd = 176 = 93 % de la FC máx; vd = 10,6 km/h. Valores del E: FC máx = 190; pd = 187 = 98 % de la FC máx; vd = 15,7 km/h (MARTIN, 1989a, 388).*

En los individuos bien entrenados hemos observado que la frecuencia cardiaca en el punto de inflexión (pd) no se encuentra lejos de su valor máximo. En los no entrenados, sin embargo, se encuentra bastante por debajo de la FC máx. Si para establecer la intensidad de la carga nos basamos en la FC máx y prescribimos un 85 % de ésta, ambos tipos de individuos entrenarán con una FC/min de 162. Esto correspondería en el no entrenado al 92 % del pd (96 % del vd), y en el entrenado solamente al 87 % del pd (83 % del vd). Este ejemplo muestra que la frecuencia cardiaca máxima sólo sirve para calcular la intensidad de la carga con ciertas limitaciones. Nuestras observaciones muestran que los promedios de intensidad de la carga se eligen en torno al 85-90 % del pd o del umbral aerobio-anaerobio, y esto en deportistas que entrenan en general, sistemáticamente, y también en deportistas de elite en disciplinas de resistencia a largo plazo.

Si tomamos como punto de partida el valor "85 % del pd", debemos entonces recomendar a los dos atletas de nuestro ejemplo las siguientes intensidades de la carga: al no entrenado (NE), un *pulso de entrenamiento* de 150/min (= 85 %), lo cual se corresponde para él con una velocidad de carrera de 9,5 km/h; al entrenado (E), un *pulso de entrenamiento* de 159 (= 85 %), lo que supone una velocidad de 12,8 km/h.

Estos valores son realistas, como la experiencia nos confirma, pero presuponen la realización de un test de CONCONI o una prueba en etapas para calcular la curva del rendimiento del lactato. Esto ya no es realista para el deportista de fitness "que entrena en general". Por esta razón hemos desarrollado esta fórmula (MARTIN, 1989a, 390). Para los dos sujetos del experimento –el NE tenía un pulso en reposo de 82; el E, de 53– resultan, según la fórmula, los siguientes valores para el NE: pulso de entrenamiento del 85 % = 190 - (0,45 . 82) = 153/min, lo que corresponde al 87 % del pd; para el E: pulso de entrenamiento del 85 % = 190 - (0,45 . 53) = 166, lo que corresponde al 89 % del pd. Los deportistas que "entrenan en general" alcanzan cómodamente un pulso de entrenamiento en torno al 90 % en carreras de entre 45 y 60 min de duración. La frecuencia cardiaca máxima se puede calcular en una pista de 400 m mediante una carrera de 1200 m, durante la cual el ritmo aumenta cada 200 m hasta la velocidad máxima que se pueda alcanzar.

7.2.2.3 Control del rendimiento para los principiantes y deportistas que entrenan en general

Un test practicable para determinar la capacidad de rendimiento en resistencia es el *test de COOPER*, que se realiza en una pista de 400 m. La tarea es sencilla, pero requiere un grado de experiencia "táctica", que a menudo se adquiere a partir de la segunda o tercera realización del test. Consiste en lo siguiente: *en 12 minutos se recorre un trayecto lo más largo posible en carrera continua*. Se evalúa la distancia conseguida en estos 12 minutos. Por ello es necesario realizar el test en una pista dotada de señalizaciones laterales cada 100 m. La distancia definitiva se puede calcular con ayuda de la cinta métrica.

Además se recomienda medir y registrar inmediatamente la *frecuencia cardiaca* en los minutos 1 y 3 después de la carrera. Esto permite valorar el *grado de incidencia de la carga* y el *valor de recuperación*.

Tabla 45: Valoraciones del rendimiento según el test de COOPER (BLOSS, 1989, 54).

Test de resistencia: mujeres

	Edad		Valoración
Hasta 30 años	30-45 años	Más de 45 años	
Más de 2,2 km	Más de 2 km	Más de 1,8 km	Buena
1,9-2,2 km	1,7-2 km	1,5-1,8 km	Mediana
Menos de 1,9 km	Menos de 1,7 km	Menos de 1,5 km	Mala

Test de resistencia: hombres

	Edad		Valoración
Hasta 30 años	30-45 años	Más de 45 años	
Más de 2,5 km	Más de 2,3 km	Más de 2,1 km	Buena
2,2-2,5 km	2-2,3 km	1,8-2,1 km	Mediana
Menos de 2,2 km	Menos de2 km	Menos de 1,8 km	Mala

7.2.2.4 Exigencias de la carga para los deportistas "que entrenan sistemáticamente"

Para los deportistas de resistencia que entrenan sistemáticamente incluso en el ámbito del deporte de masas, esto es, aquellos que realizan más de 5 horas semanales de entrenamiento en carrera y se preparan sistemáticamente para competiciones deportivas, el test de CONCONI nos parece lo más adecuado para determinar la intensidad de la carga óptima, porque hace legibles las intensidades de la carga con toda precisión y al mismo tiempo registra las modificaciones de la capacidad de rendimiento aerobia. El test lo hemos descrito en el apartado 3.4.4.3.

Las ***intensidades de la carga*** deben ser, para *duraciones de la carga* de

45 min, el 90-95 %
60 min, el 85-90 %
90 min, el 80-85 %
120 min, el 75-80%
del pd.

El test de CONCONI ha de ser realizado por quienes entrenan de forma sistemática aproximadamente cada seis semanas para poder valorar, en primer lugar, las mejoras del rendimiento mediante un desplazamiento a la derecha de la curva de rendimiento de la frecuencia cardiaca o sus retrocesos con un desplazamiento a la izquierda. En segundo lugar, con el desplazamiento a la derecha o a la izquierda resultan a menudo valores de vd modificados, que hacen necesario un nuevo cálculo de la intensidad de la carga óptima.

7.2.2.5 Intensidades de la carga alcanzables con otras formas de entrenamiento de la resistencia

Analizando y comparando los rendimientos de la carrera, la bicicleta, el montañismo, los partidos de tenis y la práctica de triatlón (MARTIN, 1989a, 378 y ss.), se obtienen los resultados que aquí presentamos en forma resumida (tabla 46):

Tabla 46: Comparación de las intensidades de la carga que se pueden alcanzar en una hora con distintas formas de ejercicio.

CARGA DE 1 HORA DE DURACIÓN				
	CARRERA Terreno reducido	BICICLETA Terreno reducido	MONTAÑISMO Diferencia de alturas de 400 m	PARTIDO DE TENIS
FC alcanzada en el tramo más intenso, en porcentaje respecto de la FC máx.	92	83	81	82
Porcentajes de intensidad conseguidos en este tramo, referidos	95	86	83	85

Se puede deducir de la tabla 46 la siguiente ***regla*** general: *las frecuencias cardiacas alcanzables en rendimientos de duración de entre 60 y 90 minutos son en la carrera un 10 % aprox. mayores que en otras formas de realización propias del entrenamiento de la resistencia*. Nuestras investigaciones mostraron, además, que, al correr sin aumentar el ritmo e incluso retrasándolo, la FC aumenta de forma continuada. Al pedalear no se ha podido constatar este fenómeno; aquí el pulso reacciona más en sintonía con el perfil de la ruta.

7.2.3 Principios básicos para el entrenamiento de la resistencia en el ámbito del fitness

❶ Los ***métodos*** de entrenamiento de la resistencia resultan de una intersección entre forma de ejecución y componentes de la carga. Entre estos componentes, el que ha

de establecerse con la mayor precisión posible, de acuerdo con la edad y el estado del rendimiento, es sobre todo la *intensidad*. La magnitud orientativa más fiable para la intensidad de la carga en el entrenamiento del fitness es la *frecuencia cardiaca*.

2. Se recomienda clasificar a los practicantes de deporte popular en tres *categorías de rendimiento*: *"principiantes"*, *"deportistas que entrenan en general"* y *"deportistas que entrenan sistemáticamente"*. *Una planificación sistemática del entrenamiento de la resistencia de los principiantes* no parece razonable en un primer momento, dado que corren con frecuencias cardiacas enormemente elevadas. A los que entrenan en general se les recomienda establecer la intensidad según la fórmula que hemos desarrollado. No obstante, los que entrenan de forma sistemática deberían aplicar el test de CONCONI para dirigir su entrenamiento.

3. Esta forma de determinar la *intensidad de la carga* sólo tiene validez para el *entrenamiento en carrera*, pues en las otras formas de realización (bicicleta, montañismo) las frecuencias cardiacas que se alcanzan se encuentran por lo general un 10 % por debajo de las del entrenamiento en carrera. Aquí, la *duración* debe ser la magnitud orientativa para la carga y situarse casi siempre por encima de los 60 minutos en aquellas formas de realización donde no se alcanzan frecuencias cardiacas elevadas; los 90-120 minutos son valores orientativos para ciclismo, montañismo y paseo.

7.3 Entrenamiento de la fuerza para el fitness

Con la ayuda de un entrenamiento de la fuerza dirigido sistemáticamente es posible obtener (1) una ***mejora de la capacidad de inervación muscular***, lo que supone una mayor velocidad de producción de fuerza y mejor coordinación intermuscular, y (2) un ***aumento del potencial energético muscular*** y, por tanto, la hipertrofia de las estructuras musculares y la mejora del flujo de energía en el músculo (apartado 3.2.5.1). Estos objetivos son alcanzables con un entrenamiento de la fuerza especialmente orientado a cada uno de ellos. El entrenamiento de la fuerza para el fitness sólo se puede diseñar cuando existe una cierta claridad sobre los objetivos relevantes para la salud y fitness.

7.3.1 Objetivos y efectos del entrenamiento de la fuerza en el ámbito del fitness

En nuestra opinión el segundo de los objetivos, a saber, el ***"aumento del potencial energético de los músculos"***, sobre la base de un cierto *crecimiento del músculo en grosor* y una *mejora del flujo de energía en el músculo*, es el más importante porque con él los músculos se refuerzan, sus funciones erectora y de producción de fuerza se entrenan para los movimientos cotidianos y se desarrolla además resistencia a la fatiga. Para alcanzar estos objetivos, los métodos del *culturismo* y el *entrenamiento de la fuerza resistencia* son los más indicados (apartados 3.2.5.2 y 3.2.5.5).

Si estos métodos se aplican sistemáticamente, se consiguen los siguientes efectos, según HOLLMANN / HETTINGER (1976, 269): (1) *hipertrofia de las estructuras musculares* y *multiplicación de las moléculas de actina y miosina* (apartado 3.2.3.2); (2) *mayor contenido* de *fosfocreatina y ATP* en el músculo; (3) *hipertrofia* de las *fibras tendinosas y los ligamentos*; (4) *aumento del grosor de los cartílagos articulares*, etc.

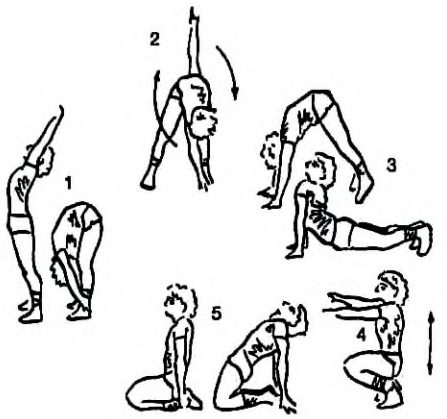
El culturismo se ha impuesto como método de fitness y entrenamiento de la fuerza en el deporte para todos. Los métodos ya se han descrito en el apartado 3.2.5.2, y en este punto no hemos de volver a ellos. Presentamos en cambio otros dos tipos de entrenamiento, el *bio-entrenamiento*, fácilmente realizable en condiciones individuales, y el *entrenamiento en circuito*, adecuado fundamentalmente para grupos de deporte para todos y escolares. Dos motivos nos han llevado a esta elección. A diferencia del culturismo, en el que las formas de ejercicio aplicadas someten a una carga a grupos musculares por separado, aquí las formas de ejercicio implican las cadenas musculares en su totalidad. Y en segundo lugar, en ambos ejemplos trabajan todos los grandes grupos musculares.

7.3.2 El bio-entrenamiento

SPITZ / SCHNELL (1983) han descrito y hecho público el BIO-ENTRENAMIENTO en dos folletos. Aquí partiremos de las siguientes consideraciones:

El motor de los desplazamientos del organismo humano es el músculo. Los músculos poseen capacidad para realizar fuerza máxima, fuerza rápida, fuerza resistencia y estiramientos. Los autores designan la combinación de estas cuatro cualidades como la *fuerza muscular compleja*. No obstante, si pretendemos que los músculos trabajen de forma eficaz, hemos de suministrarles constantemente energía y combustible. La capacidad para aportar combustible a los músculos que trabajan la denominan los autores *fuerza orgánica*.

Los autores lamentan que hasta la fecha se haya optado por dos caminos divergentes para alcanzar el fitness, bien un entrenamiento de la resistencia como el *jogging*, el paseo, la bicicleta etc. bien un entrenamiento de la fuerza, es decir, muscular, con pesas o aparatos de fuerza. El BIO-ENTRENAMIENTO busca un trabajo armónico y equilibrado de fitness y prevención, con el cual se puedan mantener en forma casi todas las capacidades básicas del hombre: se trata de una *combinación* de *entrenamiento orgánico, entrenamiento muscular y entrenamiento del sistema nervioso*. El bio-programa consta de 10 formas de ejercicio, las llamadas "10 de oro". Están divididas en dos programas parciales de cinco formas cada uno, las "5 diarias" y las "5 segundas".



Las "5 diarias", como su nombre indica, deben ejecutarse todos los días. Los principiantes intentarán 15-20 repeticiones, posteriormente 30-35, y después harán varias series de la cifra de repeticiones elevada.

De entre las "5 segundas", las formas de ejercicio 6-9 se realizan tres veces a la semana (p. ej. lunes, miércoles y viernes). Al principio con 6-8 repeticiones, después con 8-12. También aquí hay que aumentar sistemáticamente las cargas. En primer lugar añadiendo series suplementarias, en segundo lugar aumentando el peso en la haltera. El ejercicio aerobio 10 puede realizarse corriendo, en bicicleta, nadando, en esquí de fondo o con bicicleta fija. Aquí las exigencias de la carga son: tres veces a la semana, 20-30 minutos; frecuencia cardiaca 130-140 lat/min.

Figura 119: *Las "5 diarias" (1 flexión en bipedestación; 2 molino de viento; 3 valle y montaña; 4 flexión profunda de rodilla; 5 puente) de SPITZ / SCHNELL 1983, 78.*

7.3.3 El entrenamiento en circuito

Para el entrenamiento de la fuerza general en el deporte popular o en el ám-

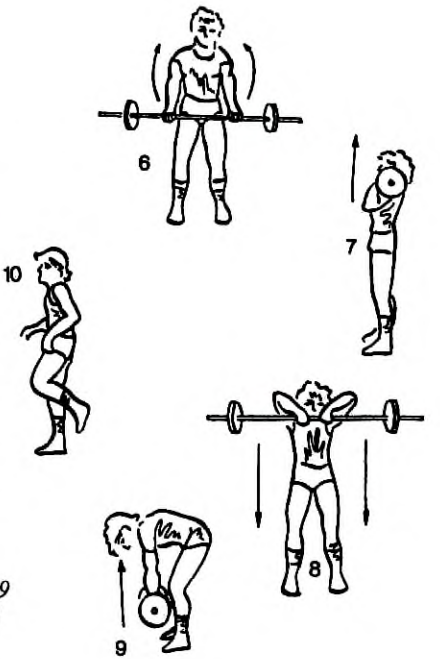


Figura 120: *Las "5 segundas" (6 flexión de brazo; 7 extensión de brazo; 8 remo estrecho; 9 remo ancho; 10 ejercicio aerobio), de SPITZ / SCHNELL 1983, 79.*

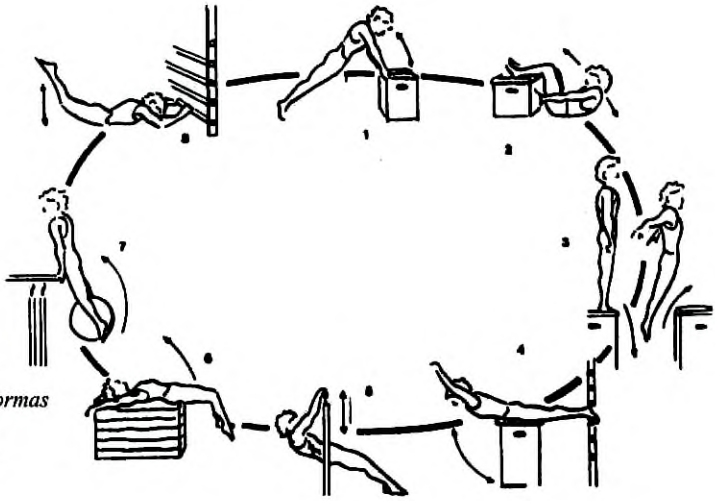


Figura 121: Las formas de ejercicio del entrenamiento en circuito.

bito del fitness proponemos un *entrenamiento en circuito* según el *método de la fuerza resistencia*; con él perseguimos una *musculación general* (entrenamiento de la musculación) para los principales grupos musculares. Este entrenamiento (fig. 121) se realiza en un pabellón polideportivo con los aparatos habituales.

Las *formas de ejercicio*: 1 = plancha (extensión de los músculos flexión de tronco, trabajo de los abdominales), 3 = pliometría desde el plinto, seguida por otro salto desde la posición de cuclillas hasta un segundo plinto (músculos extensores de la pierna y la cadera), 4 = elevar el tronco hasta la horizontal y hacerlo descender, en decúbito prono (músculos de la espalda), 5 = tracciones de escalada colgando en diagonal (músculos flexores del brazo), 6 = elevar las piernas en decúbito supino (músculos flexores de la cadera), 7 = elevar las piernas sujetando un balón medicinal (músculos flexores de la pierna), 8 = elevar las piernas en decúbito prono (músculos extensores de la cadera).

La *realización del ejercicio* es, a excepción del ejercicio 3, de *fluida* a *lenta*. La *duración de la carga* asciende al comienzo a 30 y después a 45 segundos, con *pausas* de 30 segundos entre los ejercicios. Al principio basta con un recorrido. Hemos de intentar dos recorridos con una duración de la carga de 45 segundos por ejercicio. Este entrenamiento ha de realizarse una vez a la semana.

7.3.4 Pruebas de fuerza para el entrenamiento del fitness

Las pruebas deportivo-motrices para la valoración de la fuerza que hemos presentado en el apartado 3.2.4.3, como (1) test de "detente", (2) *press de banca* y (3) *tracción de banca,* son también idóneas para el entrenamiento del fitness, pues indican con precisión las modificaciones del rendimiento. No obstante, aquí hemos de presentar aún

varias pruebas, que miden, eso sí, lo justo para realizar una valoración muy aproximada, pero que en cambio pueden realizarse "en el dormitorio". Cumplen al mismo tiempo la función de un entrenamiento de la fuerza. Por tanto, estas pruebas habrán de realizarse juntas y siempre en el mismo orden como *batería de pruebas* cada 6 semanas. Los criterios de calidad deben mantenerse también en la ejecución doméstica de las pruebas si queremos que éstas tengan un valor informativo (apartado 3.2.4).

Batería de pruebas que proponemos:

Primera prueba: ***Planchas*** (fuerza extensora del brazo)

Instrucciones para la prueba: Brazos completamente extendidos, apoyo sobre las manos, que mantienen entre sí la distancia que hay entre los hombros. Las articulaciones de la cadera, la rodilla y el hombro forman una línea recta, es decir, el cuerpo entero está rígido, estirado. El tiempo del ejercicio es 30 segundos. La plancha se realiza en este tiempo tantas veces como se pueda y con total corrección. Las mujeres practican una plancha facilitada apoyando la pantorrilla hasta 10 cm por debajo de la rodilla sobre un taburete. También aquí permanece el cuerpo estirado y rígido.

Tabla 47: *Buenos rendimientos haciendo planchas.*

Edad (años)	Hasta 30	30-45	Más de 45
Buen rendimiento	> 20	> 15	> 10

Segunda prueba: ***Levantarse desde la posición de decúbito supino*** - abdominales (musculatura del vientre)

Instrucciones para la prueba: Decúbito supino completamente estirado, la punta de los pies en contacto con la pared, los brazos estirados detrás de la cabeza. El tronco se flexiona en la cadera tanto como sea posible con las piernas estiradas, las manos tocan los pies. Se enumeran los ejercicios abdominales que se pueden efectuar en 15 segundos. Buenos rendimientos son 10 repeticiones para las mujeres y 12 para los hombres.

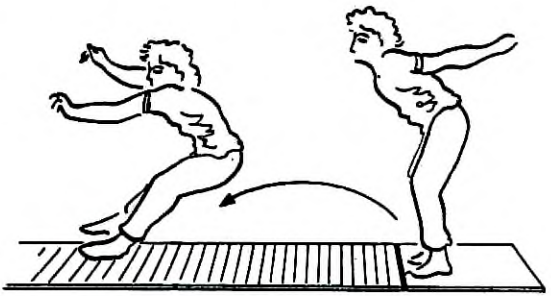


Figura 122: *Prueba de salto de longitud sin carrera.*

Tabla 48: Valoración del rendimiento en el salto de longitud sin carrera.

RENDIMIENTO	HOMBRES		MUJERES	
en cm	18-30 años	> 30 años	18-30 años	> 30 años
Escaso	200	180	170	160
Mediano	220	200	190	180
Bueno	240	220	210	200

Tercera prueba: ***salto de longitud sin carrera*** (fuerza de salto)

Indicaciones: arranque con ambas piernas desde una línea marcada, con balanceo de brazos y piernas adelantadas en el momento del aterrizaje. Se recomienda fabricarse una tela enrrollable con marcas cada 5 cm. Se mide desde la línea de arranque hasta la primera impresión después de esa línea (talón).

7.4 Trabajo de la flexibilidad mediante la gimnasia funcional

Junto con el entrenamiento de la resistencia, consideramos que el *trabajo de la flexibilidad* continuado es la segunda "piedra angular", el segundo componente fundamental del entrenamiento de la salud y el fitness. El entrenamiento de la flexibilidad general persigue dos objetivos (apartado 3.5.4): en primer lugar, desarrollar y mantener una buena *movilidad articular*; en segundo, garantizar una buena *capacidad de estiramiento* (elasticidad muscular). El trabajo de movilidad articular y de estiramiento se debe realizar a menudo en combinación con los de resistencia y de fuerza (apartado 7.1.5).

Con independencia de esto, un *programa de gimnasia funcional* de 15 minutos aprox. debería convertirse en una "rutina de fitness". Se puede realizar por la mañana o por la tarde.

La ***gimnasia funcional*** sigue unas reglas anatómo-fisiológicas y sirve para ejercer estímulos favorables sobre órganos, articulaciones y músculos, y para coordinar movimientos, creando así unas buenas condiciones psicomotrices para su realización y también para contribuir al bienestar psíquico (KNEBEL, 1985, 11 y s.). Para estar a la altura de estas exigencias, la gimnasia funcional debe seguir ciertas ***reglas metodológicas***:

— Contener unas *formas de ejercicio adecuadas* a la función en sentido anatomo-fisiológico para los grandes movimientos funcionales de los movimientos del ser.
— Estas formas de ejercicio se han de realizar con toda *precisión*, de acuerdo con su *intención motriz*.
— El *ritmo de los movimientos* debe ser *fluido*, más bien lento, en ningún caso rápido ni con sacudidas.

— Para producir también una carga orgánica se practicará un mínimo de *12 repeticiones* de cada ejercicio.

Describimos aquí brevemente un posible programa con 12 formas de ejercicio: (1) de pie, piernas separadas, las manos buscan agarres cada vez más lejanos hacia arriba, de forma relajada, con estiramiento extremo de hombros y codos; (2) cruzamiento de manos y brazos delante de las pantorrillas, oscilación de los brazos lateral y hacia arriba y nuevo cruzamiento delante de la cabeza; (3) de rodillas, piernas separadas, alternamos entre "joroba del gato" (lomo encorvado) y "lordosis pronunciada"; (4) la posición de partida es sobre una sola rodilla, la mano contraria mantiene la otra rodilla en alto, estiramos la pierna y el brazo en diagonal hasta alcanzar la horizontalidad; (5) decúbito supino, flexionamos el tronco (crujidos), el borde superior de la cadera permanece en contacto con el suelo, los brazos se levantan juntos y extendidos; (6) tracción hacia arriba de una pierna con levantamiento simultáneo del tronco y rotación de los hombros; (7) flexión lateral del tronco con las piernas flexionadas y brazo extendido en el lado del estiramiento; (8) carrera hacia un lado con cruzamientos de las piernas hacia delante y hacia atrás y torsión de la cadera; (9) flexión y estiramiento de una pierna tumbado de un lado; (10) desplazamos la cadera hacia delante, llevamos los talones hacia los glúteos en posición de cuclillas-rodillas; (11) balanceo relajado, hacia delante y hacia atrás, de una pierna estando de pie sobre la otra; (12) desde una posición pronunciada en cuclillas nos levantamos lentamente hasta la bipedestación (ejemplos de ejercicios de KNEBEL, 1985).

7.5 Nutrición y entrenamiento del fitness

Un parámetro medible de un equilibrio metabólico "sano" y de una nutrición "correcta" es la consecución y el mantenimiento del llamado ***"peso del individuo en forma"*** (también peso normal). Para determinar el peso normal podemos utilizar la fórmula de BROCA: *peso ideal en kg = cm por encima del metro de estatura*; ejemplo: con 170 cm de estatura el peso ideal sería 70 kg. Esta fórmula debe modificarse según las diferentes constituciones físicas: así, en los tipos atléticos o pícnicos se añade el 5-10 %; por ejemplo, 170 cm de estatura = 73,5-77 kg. En los tipos leptosomáticos hemos de restar este 5-10 % de la fórmula de BROCA, por ejemplo: 180 cm de estatura = 72-76 kg de peso. Los valores límite tolerables para la salud son otros 5-10 % añadidos o restado de los valores ya modificados (MELLEROWICZ, 1985, 8).

Basándonos en nuestras investigaciones proponemos una orientación en torno al ***peso corporal óptimo***. Éste resulta del cociente:

$$\frac{\text{Estatura corporal (= cm)}}{\text{Peso corporal (= kg)}}$$

Ejemplo: 182 cm: 78 kg. = 2,33 (cociente). Los cocientes para un peso corporal óptimo son en los hombres = 2,5 (± 0,1), (un cociente de 2,2 indicaría que el peso del individuo es excesivo para ser considerado ideal), en las mujeres = 3,0 (± 0,2), en los chicos y chicas de 10 años = 4,5, de 12 años = 3,6, y de 14 años = 3,2 (MARTIN, 1988, 42 y s.). Los deportistas de fitness suelen sobrepasar el peso corporal óptimo en un 0,15-0,2 como promedio. *El peso corporal óptimo indica la existencia de una relación óptima entre masas libres de grasa (músculos) y ricas en grasa, y es por tanto un buen criterio para saber si se cumplen los objetivos de fitness y la nutrición. El* ***consumo de calorías*** *durante el entrenamiento,* podemos describirlo de la siguiente manera: en una hora de entrenamiento corporal se consumen entre 300 y1000 kilocalorías (kcal), lo que corresponde a 1000-4000 kilojulios (kJ). El consumo de 1000 kcal exige una carrera de una hora en el ámbito del 85 % de la intensidad relativa (apartado 7.2.2.2), en una hora de bicicleta con intensidad elevada se consumen 800 kcal aprox., 640 si es de natación, 500 de montañismo, 350 de paseo y 80 sentados (MELLEROWICZ, 1985, 49; BLOSS, 1989, 47).

La ***nutrición correcta*** debería ser *"ajustada a las necesidades y lo más variada posible"*. Ajustada a las necesidades significa en este contexto correspondiente al consumo y variada quiere decir múltiple, equilibrada y preparada bien en crudo (fruta, ensaladas) bien con un tratamiento no muy agresivo (fermentación, cocción). Las *proporciones* idóneas de la nutrición serían: 50 % *hidratos de carbono* (cereales, arroz, pan integral, fruta, verduras, legumbres y patatas); 35 % *grasas*, en la carne, embutidos, leche, productos lácteos, siendo la mitad de las grasas ácidos grasos vegetales; 15 % *proteínas*, manteniendo la proporción de 1 gramo por cada kg de peso corporal normal (leche, requesón, pescado, carne, pero también soja). Además es imprescindible un *aporte de líquidos* de 1,5 litros al día (té, agua mineral, zumos). Esta cantidad es insuficiente si hace mucho calor o se está entrenando.

Los *minerales* y las *vitaminas* se suelen ingerir en cantidad suficiente con una alimentación variada (BLOSS, 1989, 44 y ss.). Con cargas de resistencia con gran volumen de líquidos trasvasados debería darse un aporte suplementario de vitaminas y electrólitos (apartado 5.4.2).

Bibliografía

ADAM, K. (1973). Zur Praxis der Psychologie im Training. Leistungssport 3 (5), 385—389.

ADAM, K. (1975). Leistungssport — Sinn und Unsinn. München.

ADAM, K. und WERSCHOSHANSKIJ, J. V. (1972). Modernes Krafttraining im Sport. Berlin — München — Frankfurt/M.

ALLMANN, H. (1985). Maximalkraft und Sprintleistung — Maximalkrafttraining im Sprinttraining (S. 282—300). In BÜHRLE, M. (Hrsg), Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings, Schorndorf.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (1978). Position Statement on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining fitness in healthy adults. Medical Sciences in Sports 10, 7—10.

ANDERSON, B. (1982). Stretching. Waldeck-Dehringhausen.

ANOCHIN, P. K. (1969). Physiologie und Kybernetik (S. 59—76). In KITTLER, G., DOWE, G., GÖBEL, R. und KRÜGER, H. (Hrsg.), Psychologische Studientexte, Berlin (DDR).

ANOCHIN, P. K. (1975). Die Theorie des funktionellen Systems (russ.). Moskau.

AUGUSTIN, D. und MÜLLER, N. (Red.) (1981). Leichtathletiktraining im Spannungsfeld von Wissenschaft und Praxis. Niedernhausen.

AUSTE, N. (1987). Konditionstraining Fußball, Übungen und Programme. Reinbek.

BACHL, N. (1981). Möglichkeiten zur Bestimmung individueller Ausdauerleistungsgrenzen anhand spiroergometrischer Parameter. Österreichisches Journal für Sportmedizin Suppl. 1.

BADKTE, G. U. A. (1987). Sportmedizinische Grundlagen der Körpererziehung und des sportlichen Trainings. Leipzig.

BALLREICH, R. (1969). Weg- und Zeitmerkmale von Sprintbewegungen. Berlin.

BALLREICH, R. (1970). Grundlagen sportmotorischer Tests. Frankfurt.

BALLREICH, R. (1983). Analyse und Ansteuerung sportmotorischer Techniken aus biomechanischer Sicht (S. 74—93). In RIEDER, H., BÖS, K., MECHLING, H. und REICHLE, K. (Hrsg.), Motorik- und Bewegungsforschung, Schorndorf.

BARTH, B. (1980). Möglichkeiten einer Methodik der strategischen und taktischen Ausbildung im Trainingsprozeß. Theorie und Praxis der Körperkultur 29 (5), 374—384.

BATALOV, A. G. (1989). Zur Normierung der Belastungsintensität im Training der Skilangläufer. Leistungssport 19 (1), 51—52.

BAUERSFELD, K.-H. und SCHRÖTER, G. (1979). Grundlagen der Leichtathletik. Berlin (DDR).

BAUMANN, H. (1988). „Fehlersehen" als Grundlage für Korrekturen im Techniktraining (S. 90—104). In MECHLING, H., SCHIFFER, J. und CARL, K. (Red.), Theorie und Praxis des Techniktrainings, Köln.

BAUMANN, W. (1973). Biomechanik (S. 351—377). In JONATH, U., Praxis der Leichtathletik, Berlin — München — Frankfurt/M.

BAUMANN, W. (1976). Kinematic and dynamic characteristics of the Sprint start. In KOMI P. (Ed.), Biomechanics V, Vol. B, Baltimore.

BAUMANN, W. (1978). Seminar Skisprung 21.—26. 6. 1978. Köln (Manuskript).

BAUMANN, W. (1989). Grundlagen der Biomechanik. Schorndorf.

BAUMANN, W., SCHWIRTZ, A. und GROSS, V. (1986). Biomechanik des Kurzstreckenlaufs (S. 1—15). In BALLREICH, R. und KUHLOW, A. (Hrsg.), Biomechanik der Sportarten, Bd.1: Biomechanik der Leichtathletik, Stuttgart.

BECKER, V. und OLTMANNS, K. (1984). Umsteiger statt Aussteiger? — Überlegungen zur Vielseitigkeit im Nachwuchstraining. Lehre der Leichtathletik 17 (35), 1271—1274.

BERG, A. und KEUL, J. (1982). Die biochemischen Veränderungen durch körperliches Ausdauertraining. In WEIDEMANN, H. und SAMEK, L., Bewegungstherapie in der Kardiologie, Darmstadt.

BILLETER, R., HEIZMANN, C. W. und HOWALD, H. (1981). Analysis of myosin light and heavy chain types in single human skeletal muscle fibers. European Journal of Biochemistry 116, 389—395.

BLOM, C. S., COSTILL, D. L. und VOLLESTAD, N. K. (1987). Exhaustive running, inappropriate as a stimulus of glycogen super-compensation. Medicine and Science in Sports and Exercise 19 (4), 398—403.

BLOSS, H. A. (1986). Bewegung tut not. Düsseldorf.

BLOSS, H. A. (1989). Fitness-Lexikon. Düsseldorf.

BÖS, K. und MECHLING, H. (1983). Dimensionen sportmotorischer Leistungen. Schorndorf.

BOIKO, V. V. (1988). Die gezielte Entwicklung der Bewegungsfähigkeit des Sportlers. In Übersetzung P. TSCHIENE, BAL Frankfurt 1988 (Manuskript).

BRACK, R. (1986). Angewandte Aspekte in der Ziel- und Belastungsplanung im Sportspieltraining (S. 116—121). In LETZELTER, H., STEINMANN, W. und FREITAG, W. (Red.), Angewandte Sportwissenschaft, Clausthal-Zellerfeld.

BRAUER, B. M. (1982). Die Bestimmung des biologischen Alters in der sport- und jugendärztlichen Praxis mit einer neuen anthroprometischen Methode. Ärztliche Jugendkunde 73, 94—100.

BÜHRLE, M. (1985). Dimensionen des Kraftverhaltens und ihre spezifischen Trainingsmethoden (S. 82—111). In BÜHRLE, M. (Hrsg.), Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings, Schorndorf.

BÜHRLE, M. (1989). Maximalkraft — Schnellkraft — Reaktivkraft. Sportwissenschaft 19 (3), 311—325.

BÜHRLE, M. und SCHMIDTBLEICHER, D. (1981). Komponenten der Maximal- und Schnellkraft. Sportwissenschaft 11 (1), 11—27.

BUONO, M. J., CLANCY, T. R. und COOK, J. R. (1984). Blood lactate and ammonium ion accumulation during grade exercise in humans. Journal of applied Physiology 57, 135—139.

BUSSE, M., MAASEN, N., BRAUMANN, M. und KÖNIG, T. (1987). Neuorientierung in der Laktatdiagnostik: Laktat als Glykogenindikator. Leistungssport 17 (5), 33—37.

CARL, K. (1978). Talentförderung — Leistungsentwicklung. Probleme einer frühen Spezialisierung im Training (S. 173—180). In HAHN, E. (Red.), Kind und Bewegung, Schorndorf.

CARL, K. (1984). Trainingswissenschaft (S. 135—14). In CARL K., KAYSER, D., MECHLING, H. und PREISING, W. (Hrsg.), Handbuch Sport Bd. 1, Düsseldorf.

CARL, K. (1989). Trainingswissenschaft — Trainingslehre (S. 216—228). In HAAG, H., STRAUSS, B. G. und HEINZE, S. (Red.), Theorie- und Themenfelder der Sportwissenschaft, Schorndorf.

CARL, K. und KAYSER, D. (1976). Zur Terminologie des Trainings. Versuch einer systematischen Ableitung von Grundbegriffen im Rahmen der Trainingsplanung. Leistungssport 6 (3), 218—224.

CARL, K. und KAYSER, D. (1983). Training (S. 418—419). In RÖTHIG, P., Sportwissenschaftliches Lexikon, Schorndorf.

CARL, K. (1983). Training und Trainingslehre in Deutschland. Schorndorf.

CARL, K. (1984). Talentsuche, Talentauswahl und Talentförderung in Schule und Verein (S. 917—939). In CARL, K. u. a., Handbuch Sport Bd. 2, Düsseldorf.

CARL, K. (1988). Talentsuche, Talentauswahl und Talentförderung. Schorndorf.

CIVAN, M. M. und PODOLSKY, R. J. (1966). Contraction kinetics of striated muscle fibres following quick changes in load. Journal of Physiology 184, 511—534.

CLAUSS, G. u. a. (1976). Wörterbuch der Psychologie. Köln.

CONCONI, F., FERRARI M., ZIGLIO, P. G., DROGHETTI, P. und CODEA, L. (1982). Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test for runners. Journal of applied Physiology 4, 869—873.

COUNSILMAN, J. E. (1980). Handbuch des Sportschwimmens. Bockenem am Harz.

CREUTZFELD, O. D. (1983). Cortex Cerebri. Leistung, strukturelle und funktionelle Organisation der Hirnrinde. Berlin — Heidelberg — New York.

DANKO, J. I. (1974). Der Zustand der beständigen Arbeitsfähigkeit und die Ermüdung bei Muskelarbeit (S. 325—344). In PICKENHAIN L. (Hrsg.), Sportphysiologie, Berlin (DDR).

DE MARÉES, H. (1979). Sportphysiologie. Köln-Mülheim.

DE MARÉES, H. und MESTER, J. (1981). Sportphysiologie I. Frankfurt/M. — Aarau.
DE MARÉES, H. und MESTER, J. (1982). Sportphysiologie II. Frankfurt/M. — Aarau.
DE MARÉES, H. und MESTER, J. (1984). Sportphysiologie III. Frankfurt/M. — Aarau.
DESCHKA, K. (1961). Trainingslehre und Organisationslehre des Sports. Wien.
DESMEDT, J. E. und GODAUX, E. (1977). Ballistic contraction in man: Characteristic recruitment pattern of single motor units of the tibiatis anterior muscle. Journal of Physiology 264, 673—693.
DEUTSCH, J. A. (1973). Electroconvulsive schock and memory. In DEUTSCH, J. A. (Ed.), The physiological basis of memory, New York.
DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERZIEHUNGSWISSENSCHAFTEN (1982). Resolution zum Thema: Kind im sportlichen Training (S. 271—273). In HOVALD, H. und HAHN, E. (Hrsg.), Kinder im Leistungssport, Basel.
DEUTSCHER SPORTBUND / BUNDESAUSSCHUSS LEISTUNGSSPORT (1990). Konzept der Nachwuchs- und Talentförderung im Leistungssport, internes Arbeitspapier aus dem Jahr 1990.
DÖBLER, H. (1976). Sportliche Taktik. Leipzig.
DORSCH, F. (1970). Psychologisches Wörterbuch. Hamburg — Bern.
DREVER, J. und FRÖHLICH, W. D. (1972). Wörterbuch zur Psychologie. München.
DTSB der DDR (1976). Die einheitliche Sichtung und Auswahl für die Trainingszentren und Trainingsstützpunkte des DTSB (Deutscher Turn- und Sportbund) der DDR. Nachweispflichtiges Arbeitsmaterial (n. f. D.). Berlin (DDR).
DUDEL, J. (1987). Der Muskel. In SCHMIDT, R. F. (Hrsg.), Grundriß der Neurophysiologie, Berlin — Heidelberg — New York.
DUDEL, J. (1987). Erregung von Nerv und Muskel. In SCHMIDT, R. F. (Hrsg.), Grundriß der Neurophysiologie, Berlin — Heidelberg — New York.
EBERSPÄCHER, H. (Hrsg.) (1987). Handlexikon Sportwissenschaft. Reinbek.
EBERSPÄCHER, H. (1988). Individuelle Handlungsregulation. Schorndorf.
ECCLES, J. C. (1979). Das Gehirn des Menschen. München — Zürich.
ECCLES, J. C. (1985). Willkürmotorik (S. 337—358). In POPPER, K. und ECCLES, J. C., Das Ich und sein Gehirn, München — Zürich.
EHLENZ, H., GROSSER, M. und ZIMMERMANN, E. (1985). Krafttraining. München — Wien — Zürich.
EIBEN, O. G. (1979). Die körperliche Entwicklung des Kindes (S. 187—218). In WILLIMZCIK, K. und GROSSER, M., Die motorische Entwicklung im Kindes- und Jugendalter, Schorndorf.
FASSBENDER, A. (1987). Bela Karolyis hochproduktives Leistungssportsystem in den USA. Leistungssport 17 (3), 11—16.
FEIGE, K. (1973). Vergleichende Studien zur Leistungsentwicklung von Spitzensportlern. Schorndorf.
FEIGE, K. (1978). Leistungsentwicklung und Höchstleistungsalter von Spitzenläufern. Schorndorf.
FETZ, F. (1973). Allgemeine Methodik der Leibesübungen. Frankfurt/M.
FILLIPOWITSCH, W. I. und FUREWSKI, F. M. (1977). Über die Prinzipien der sportlichen Orientierung von Kindern und Jugendlichen im Zusammenhang mit der altersspezifischen Veränderung in der Struktur der Bewegungsfähigkeit. Leistungssport 7 (6), 503—508.
FINDEISEN, D., LINKE, P. und PICKENHAIN, L. (1980). Grundlagen der Sportmedizin. Leipzig.
FORSBERG, A. (1985). Leistungsdiagnostik anhand kardiopulmonaler Meßgrößen. FIS-Langlauftrainerseminar. Bad Blankenburg (DDR).
FORSBERG, A. (1986). The physiology of cross-country skiing (S. 27—38). Seminary for Coaches in Cross-Country. Valadalen (SWE).
FREITAG, W. (1977). Schwimmen. Reinbek.
FREUND, H.-J. (1983). Motor unit and muscle activity in vertebrate muscle fibres. Physiological Reviews 63, 387—436.
FREY, G. (1977). Zur Terminologie und Struktur physischer Leistungsfaktoren und motorischer Fähigkeiten. Leistungssport 7 (5), 339—362.
FREY, G. (1982). Kindgemäßes Leistungstraining. Trainingspraktische Überlegungen aufgrund trainingswissenschaftlicher Erkenntnisse. Sportwissenschaft 12 (3), 275—300.
FRIEDRICH, E. und BRÜGGEMANN, P. (1981). Gerätturnen. Reinbek.

FRIEDRICH, E. und BRÜGGEMANN, P. (1981). Gerätturnen 2 (Wettkampf). Reinbek.
FRIEDRICH, E. und NILSSON, M. (1979). Gerätturnen 1 (Grundlagen). Reinbek.
GABLER, H. (1988). Individuelle Voraussetzungen der sportlichen Leistung und Leistungsentwicklung. Schorndorf.
GAISL, G. und WIESSPEINER, G. (1987). Eine unblutige Methode zur Bestimmung der anaeroben Schwelle bei Kindern. Leistungssport 17 (3), 27—29.
GERISCH, G. und REICHL, A. (1978). Durchführung und Auswertung eines motorischen Tests im Sportspiel Fußball. Leistungsfußball (9).
GERISCH, G. und RUTEMÖLLER, E. (1987). Aspekte der Talententwicklung und -förderung im Fußball (Teil 1). Sportpraxis 28 (4), 43—47.
GERISCH, G. und RUTEMÖLLER, E. (1987). Aspekte der Talententwicklung und -förderung im Fußball (Teil 2). Sportpraxis 28 (5), 50—52.
GERLACH, E. (1967). Stoffwechsel der Skelettmuskulatur. Klinische Wochenschriften 79, 229.
GOLLHOFER, A. (1987). Komponenten der Schnellkraftleistungen im Dehnungs-Verkürzungszyklus. Erlensee.
GONZALES-SERRATOS, H. (1971). Inward spread of activation in vertebrate musclefibres. Journal of Physiology 212, 777—779.
GRIMM, H. (1978). Bestimmung und Anwendung des sog. biologischen Alters. Ärztliche Jugendkunde 69, 179—195.
GRIMM, H. (1966). Grundriß der Konstitutionsbiologie und Anthropometrie. Berlin (DDR).
GROSSER, M., BRÜGGEMANN, P. und ZINTL, F. (1986). Leistungssteuerung in Training und Wettkampf. München — Wien — Zürich.
GROSSER, M. und NEUMAIER, A. (1982). Techniktraining. München — Wien — Zürich.
GROSSER, M. und STARISCHKA, S. (1981). Konditionstests. München — Wien — Zürich.
GROSSER, M., STARISCHKA, S. , und ZIMMERMANN, E. (1981). Konditionstraining. München — Wien — Zürich.
GROSSER, M. und ZIMMERMANN, E. (1981). Aspekte der biologischen Adaptation. Leistungssport 11 (4), 245—259.
GROSSER, M., ZIMMERMANN, E. und EHLENZ, H. (1985). Zu den Voraussetzungen, Inhalten, Methoden der Periodisierung und den Grenzen des Krafttrainings für Sprinter (100-m-Lauf) (S. 301—315). In BÜHRLE, M. (Hrsg.), Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings, Schorndorf.
GUNDLACH, H. (1968). Systembeziehungen körperlicher Fähigkeiten und Fertigkeiten. Theorie und Praxis der Körperkultur 17 (2), 198—205.
GUNDLACH, H. u. Mitarb. (1973). Olympische Analysen. Leipzig.
GUTEWORT, W. und PÖHLMANN, R. (1966). Biomechanik — Motorik — Gedanken zum Terminologieversuch von G. Schnabel. Theorie und Praxis der Körperkultur 15 (6), 595—604.
HAASE, J. (1976). Haltung und Bewegung und ihre spinale Koordination (S. 99—191). In HAASE, J., HENATSCH, H.-D., JUNG, R., STRATA, P. und THODEN, U., Sensomotorik, München — Berlin — Wien.
HAGEDORN, G. (1985). Handlungsstruktur des Sportspiels (S. 29—36). In HAGEDORN, G., NIEDLICH, D. und SCHMIDT, G. (Red.), Basketball-Handbuch, Reinbek.
HARRE, D. u. a. (1970). Trainingslehre. Berlin (DDR).
HARRE, D. u. a. (1971). Trainingslehre. Berlin (DDR).
HARRE, D. u. a. (1975). Trainingslehre. Berlin (DDR).
HARRE, D. u. a. (1979). Trainingslehre. Berlin (DDR).
HARRE, D. u. a. (1982). Trainingslehre. Berlin (DDR).
HARRE, D. u. a. (1986). Trainingslehre. Berlin (DDR).
HARTMANN, F. (1988). Analyse des technisch-taktischen Torhüterverhaltens im Hallenhandball unterschiedlicher Leistungsbereiche. Wissenschaftliche Hausarbeit an der Universität Kassel 1988.
HECK, H. (o. Jg.). Energiestoffwechsel und medizinische Leistungsdiagnostik, Studienbrief 8 der Trainerakademie Köln.
HEHLMANN, W. (1964). Wörterbuch der Pädagogik. Stuttgart.

HENATSCH, H.-D. (1976). Bauplan der peripheren und zentralen sensomotorischen Kontrollen (S. 193—263). In HAASE, J., HENATSCH, H. D., JUNG, R., STRATA, P. und THODEN, U., Sensomotorik, München — Berlin — Wien.

HENATSCH, H.-D. und LANGER, H. H. (1983). Neurophysiologische Aspekte der Sportmotorik (S. 27—55). In RIEDER, H., BÖS, K., MECHLING, H. und REISCHLE, K. (Hrsg.), Motorik und Bewegungsforschung, Schorndorf.

HENNEMANN, E., SHAHANI, B. T. und CARPENTER, D. O. (1965). Excitability and inhibitility of motoneurons of different sizes. Journal of Neurophysiology 28, 599—620.

HETTINGER, T. (1968). Isometrisches Muskeltraining. Stuttgart.

HETTINGER, T. (1972). Isometrisches Muskeltraining. Stuttgart.

HIERSEMANN, D. (1989). Talentsichtung und Talentförderung in Nordrhein-Westfalen. Leistungssport 19 (6), 5—10.

HILDENBRANDT, E. (1973). Trainingslehre. In GRUPE, O. (Hrsg.), Einführung in die Theorie der Leibeserziehung, Schorndorf.

HILL, A. V. (1938). The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. Proceedings of the Royal society of London Sect. B. 126, 137—195.

HIRSCH, L. (1977). Trainingsformen zur Verbesserung der aeroben Kapazität. Beiheft zu Leistungssport 9, 93—103.

HIRTZ, P. (1977). Struktur und Entwicklung koordinativer Leistungsvoraussetzungen bei Schulkindern. Theorie und Praxis der Körperkultur 26 (7), 503—510.

HIRTZ, P. (Red.) (1985). Koordinative Fähigkeiten im Schulsport. Berlin (DDR).

HITCHCOCK, S. E. (1981). Study of the structure of troponin-C by measuring the relative reactivities of lysines with acetic anhydride. Journal of Molecular Biology 147, 153—173.

HITCHCOCK, S. E., ZIMMERMANN, C. J. und SMALLEY, C. (1981). Study of the structure of troponin-T by measuring the relative reactivities of lysines with acetic anhydride. Journal of Molecular Biology 147, 125—151.

HOCHMUTH, G. (1974). Biomechanik sportlicher Bewegungen. Berlin (DDR).

HÖGER, H. (1969). Zur Systematisierung des Trainingsprozesses. Theorie und Praxis der Körperkultur 14 (17), 542—550.

HOLLMANN, W. (1966). Muskuläre Beanspruchungsformen und ihre leistungsbegrenzenden Faktoren. Sportarzt und Sportmedizin 11.

HOLLMANN, W. (1973). Sportmedizin (S. 261—315). In JONATH, U. (Hrsg.), Praxis der Leichtathletik, Frankfurt/M.

HOLLMANN, W., HETTINGER, T. (1976). Sportmedizin — Arbeits- und Trainingsgrundlagen. Stuttgart — New York.

HOLLMANN, W., HETTINGER, T. (1980). Sportmedizin, Arbeits- und Trainingsgrundlagen. Stuttgart — New York.

HOSTER, M. (1987). Zur Bedeutung verschiedener Dehnungsarten bzw. Dehnungstechniken in der Sportpraxis. Lehre der Leichtathletik 26 (31), 1523—1526.

HOTZ, A. (1982). Bewegungslernen im (Leistungs-)Sport. Trainer-Information 18, Magglingen.

HOTZ, A. und WEINECK, J. (1988). Optimales Bewegungslernen. Erlangen.

HUXLEY, A. F. und NIEDERGERKE, R. (1954). Structural changes in muscle during contraction. Nature 173, 971—973.

HUXLEY, A. F. und SIMMONS, R. M. (1971). Mechanical properties of the cross-bridges of trog striated muscle. Journal of Physiology 218, 59—60.

HUXLEY, H. E. (1963). Electron microscope studies on the structure of natural and synthetic protein filaments from striated muscle. Journal of Molecular Biology 7, 281—308.

ISRAEL, S. (1976). Zur Problematik des Übertrainings aus internistischer und leistungsphysiologischer Sicht. Medizin und Sport (1), 1—12.

ISRAEL, S. (1977). Bewegungskoordination frühzeitig ausbilden. Lehre der Leichtathletik 30 (21).

JAKOWLEW, N. (1972). Die Bedeutung der Homöostasestörung für die Effektivität des Trainingsprozesses. Medizin und Sport 13, 367—370.

JESCHKE, D., BRÜHL, G., FABRITIUS, H.-CH., HEITKAMP, U., SCHMIECHEN, U. und SCHUBERT, F. (1983). Präventive Effekte des Lauftrainings in Abhängigkeit von der Trainingsdauer (S. 421—426). In HECK, H., HOLLMANN, W., LIESEN, H. und ROST, R., Sport: Leistung und Gesundheit, Köln.

JOCH, W. und SCHMIDL, G. (1982). Zu einigen Aspekten der Altersproblematik im Schwimmen. Leistungssport 12 (5), 118—125.

JUNGERMANN, K. und MÖHLER, H. (1984). Biochemie. Berlin — Heidelberg — New York.

KAAS, D. (1986). Women and girls volume of training and intensity (S. 209—228). Seminary for Coaches in Cross-Country, Valadalen (SWE).

KALININ, W. K. und OSOLIN, N. N. (1975). Zur Struktur der Wettkampfperiode. Leistungssport 5 (3), 231—234.

KARLSON, J., HULTEN, B., PIEHL, K., SJÖDIN, B. und THORSTENSSON, A. (1975). Das menschliche Leistungsvermögen in Abhängigkeit von Faktoren und Eigenschaften der Muskelfasern. Medizin und Sport 15, 357—365.

KARVONEN, J. und VUORIMAA, T. (1988). Heart Rate and Exercise Intensity During Sports Activities — Practical Application. Sports Medicine, 303—312.

KEILHOLZ, U., STRÄHLE, G. und WEICKER, H. (1982). Trainerbriefe zur Beurteilung der konditionellen Leistungsfähigkeit bei Leistungssportlern durch ergometrische Untersuchungen. Beiheft zu Leistungssport 30.

KERN, J. (1989). Taktik im Sport. Schorndorf.

KEUL, J. (1978). Training und Regeneration im Hochleistungssport. Leistungssport 8 (3), 236—246.

KEUL, J. (1982). Zur Belastbarkeit des kindlichen Organismus aus biomechanischer Sicht (S. 31—49). In HOWALD, H. und HAHN, F. (Hrsg.), Kinder im Leistungssport, Basel — Boston — Stuttgart.

KEUL, J. und HARALAMBIE, G. (1972). Energiestoffwechsel und körperliche Leistung (S. 80—100). In HOLLMANN, W. (Hrsg.), Zentrale Themen der Sportmedizin, Berlin — Heidelberg — New York.

KEUL, J., JAKOB, E., LEHMANN, M., BERG, A., HUBER, G. und DICKHUT, H.-H. (1985). Leistungsdiagnostik anhand metabolischer und hormonaler Meßgrößen. FIS-Langlauftrainerseminar. Bad Blankenburg (DDR).

KEUL, J., SIMON, G., BERG, A., DICKHUTH, H.-H., GOERTTLER, J. und KÜBEL, R. (1979). Bestimmung der individuellen anaeroben Schwelle zur Leistungsbewertung und Trainingsgestaltung. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 30, 212—218.

KINDERMANN, W. (1978). Regeneration und Trainingsprozeß in den Ausdauersportarten aus medizinischer Sicht. Leistungssport 8 (4), 348—358

KINDERMANN, W. (1984). Grundlagen der aeroben und anaeroben Leistungsdiagnostik. Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin 32, 69—74.

KIRCHMAIR, H. u. a. (1971). Kompendium der Kinderheilkunde. Stuttgart.

KLAFKI, W. (1974). Sinn und Unsinn des Leistungsprinzip in der Erziehung (S. 73—110). In MÜLLER, M. (Red.), Sinn und Unsinn des Leistungsprinzips — ein Symposium, München.

KLAUS, G. und BUHR, M. (1974). Philosophisches Wörterbuch Band 1 u. 2. Leipzig.

KLIMT, F. (1978). Sportliche Belastbarkeit von Kindern im Primarbereich (S. 53—76). In CLAUSS, A. (Hrsg.), Sportärztliche und sportpädagogische Betreuung, Beiträge zur Sportmedizin, Bd. 8, Erlangen.

KLUSSOW, N. P. (1986). Handballtaktik. Berlin (DDR).

KNEBEL, H. P. (1985). Funktionsgymnastik. Reinbek.

KÖRNER, T. u. a. (1985). Rudern. Berlin.

KOMI, P. V. (1985). Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus bei Bewegungen mit sportlicher Leistung (S. 254—270). In BÜHRLE, M. (Hrsg.), Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings, Schorndorf.

KRÜGER, A. (1980). Das Berufsbild des Trainers im Sport. Schorndorf.

KRUG, J. (1986). Hauptorientierungen zur Erhöhung der Effektivität des Trainingssystems Gerätturnen. Forschungsbericht der FKS, Leipzig.

KÜCHLER, G. (1983). Motorik. Stuttgart.

KÜPFMÜLLER, K. (1971). Grundlagen der Informationstheorie und der Kybernetik (S. 196—231). In GAUER, O. H., KRAMER, K. und JUNG, R. (Hrsg.). Allgemeine Neurophysiologie, München — Berlin — Wien.

KUHLOW, A. (1972). Forschungsbericht sportmotorische Tests — Modelle zur Abschätzung der Einflußhöhe der konditionellen Komponenten auf die komplexe Weitsprungleistung. Frankfurt/M.

KUHN, W. (1979). Funktionelle Anatomie des menschlichen Bewegungsapparates. Schorndorf.

KULTUSMINISTER DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.). Ein Versuch hat sich gelohnt — Das Teilzeitinternat für Leichtathletik — Modellversuch zur Talentsuche und Talentförderung in Bochum-Wattenscheid.

KUNATH, P. u. a. (1972). Beiträge zur Sportpsychologie 1. Berlin (DDR).

KUNATH, P. u. a. (1974). Beiträge zur Sportpsychologie 2. Berlin (DDR).

KUNZ, H. und UNOLD, E. (1986). Zielgerichtetes Krafttraining: Begriffe, Methoden, Trainingsmittel. Magglingen.

KURZ, D. (1988). Pädagogische Grundlagen des Trainings. Schorndorf.

KURZ, D. (1989). Worum geht es in einer Methodik des Sportunterrichts? (S. 9—22). In BIELEFELDER SPORTPÄDAGOGEN, Methoden im Sportunterricht, Schorndorf.

LAGERSTROM, D. und VÖLKER, K. (Hrsg.) (1983). Freizeitsport. Erlangen.

LAUDIN, H. (1977). Physiologie des Gedächtnisses. Heidelberg.

LEHNERTZ, K. (1984). Molekularmechanische Grundlagen der Muskelkraft bei Schlagbewegungen. Leistungssport 14 (5), 27—34.

LEHNERTZ, K. (1985a). Blutlaktat und Trainingssteuerung im schnellkoordinativen Bereich. Leistungssport 15 (1), 29—33.

LEHNERTZ, K. (1985b). Mechanismen der Kraftregulierung im Skelettmuskel. Leistungssport 15 (4), 33—40.

LEHNERTZ, K. (1985c). „Ermüdungs"-Molekül Ammoniak — ein Beitrag zur Theorie des Übertrainings. Leistungssport 15 (6), 28—31.

LEHNERTZ, K. (1986a). Die Ermüdung der koordinativen Leistungsfähigkeit. Leistungssport 16 (1), 5—10.

LEHNERTZ, K. (1986b). Zur Schulung der allgemeinen Koordinationsfähigkeit (S. 27—35). In GABLER, H. und ZEIN, B., Konditionstraining im Tennis, Ahrensburg.

LEHNERTZ, K. (1987a). Dipole — eine molekulare Spezialität von wesentlicher biologischer Bedeutung. Leistungssport 17 (1), 44—46.

LEHNERTZ, K. (1987b). Muskelkraft und Bewegungsleistung — mechanische Aspekte. Leistungssport 17 (6), 22—24.

LEHNERTZ, K. (1988a). „Kraftempfindungstraining" als Mittler zwischen Kraft- und Techniktraining (S. 109—123). In MECHLING, H., SCHIFFER, J. und CARL, K. (Red.), Theorie und Praxis des Techniktrainings, Köln.

LEHNERTZ, K. (1988b). Muskelkraft und Bewegungsleistung — magnetische Aspekte. Leistungssport 18 (1), 48—50.

LEHNERTZ, K. (1988c). Optimaler Krafteinsatz aus molekularmechanischer Sicht. Leistungssport 18 (4), 42—46.

LEHNERTZ, K. (1988d). Ammoniak und Laktat — Neue Aspekte der Trainingssteuerung (Teil 1). Leistungssport 18 (5), 48—50.

LEHNERTZ, K. (1988e). Ammoniak und Laktat — Neue Aspekte der Trainingssteuerung (Teil 2). Leistungssport 18 (6), 50—53.

LEHNERTZ, K. (1988f). Mechanische Aspekte des Golfschwungs. In HANKE, U. und WOERMANN, S. (Red.), Golf und Sportwissenschaft — ein Annäherungsversuch, Heidelberg.

LEHNERTZ, K. (1989a). Metabolische Aspekte der Ermüdung beim Ausdauersport (S. 82—95). In BREMER, D. u. a. (Red.), Triathlon: Trainingssteuerung, Psychologie, Jugendtriathlon, Ahrensburg.

LEHNERTZ, K. (1989b). Informationen zur herzschlagfrequenzorientierten Trainingssteuerung. Leistungssport 19 (4), 39—43.

LEHNERTZ, K. (1990a). Molekulare Grundlagen der Informationsverarbeitung im Nervensystem. Leistungssport 20 (2), 27—33.

LEHNERTZ, K. (1990b). Techniktraining (S. 105—195). In RIEDER, H. und LEHNERTZ, K., Bewegungslernen und Techniktraining, Studienbrief 21/Teil II, Schorndorf.

LEHNERTZ, K., LÜBS, E. D. und MARTIN, D. (1989). Zur Veränderung spiroergometrischer Meßwerte als Folge von Ermüdung und Kohlenhydratabstinenz (S. 313—318). In BÖNING, D. u. a. (Hrsg.), Sport — Rettung oder Risiko für die Gesundheit, Köln.

LEHNERTZ, K. und MARTIN, D. (1985). Regeneration des schnellkoordinativen Leistungsvermögens nach Ausdauer-, Schnellkraft- und Maximalkrafttrainingseinheiten. Leistungssport 15 (6), 39—46.

LEHNERTZ, K. und MARTIN, D. (1986). Ermüdungserscheinungen nach einseitigen hochintensiven Belastungen. Leistungssport 16 (6), 11—15.

LEHNERTZ, K. und MARTIN, D. (1988). Probleme der Schwellenkonzepte bei der Trainingssteuerung im Ausdauerbereich. Leistungssport 18 (5), 5—12.

LEHNERTZ, K. und PAMPUS, B. (1988). Trainingssteuerung im Rudern anhand muskelphysiologischer Parameter (S. 205—210). In STEINACKER, J. M. (Hrsg.), Rudern — sportmedizinische und sportwissenschaftliche Aspekte, Berlin — Heidelberg.

LEMPART, T. (1973). Die XX. Olympischen Spiele München 1972 — Probleme des Hochleistungssports. Berlin — München — Frankfurt/M.

LENZI, G. (1987). The marathon race: modern training methodology. New Studies in Athletics (2), 41—50.

LETZELTER, H. (o. J.). Ziele, Inhalte und Methoden des Konditionstrainings, Studienbrief 20, Trainerakademie Köln.

LETZELTER, M. (1978). Trainingsgrundlagen. Reinbek.

LETZELTER, M. (1987). Trainingswissenschaft (S. 507—518). In Eberspächer, H., Handlexikon Sportwissenschaft, Reinbek.

LETZELTER, H. und LETZELTER, M. (1983). Leistungsdiagnostik. Niedernhausen/Taunus.

LETZELTER, H. und LETZELTER, M. (1986). Krafttraining. Reinbek.

LEWIN, G. u. a. (1974). Schwimmsport. Berlin (DDR).

LIESEN, H. (1983a). Training konditioneller Fähigkeiten in der Vorbereitungsperiode. Fußballtraining (3), 11—14.

LIESEN, H. (1983b). Schnelligkeitsausdauertraining im Fußball aus sportmedizinischer Sicht. Fußballtraining (5), 27—31.

LIESEN, H. und HOLLMANN, W. (1981). Ausdauersport und Stoffwechsel. Schorndorf.

LIESEN, H., MADER, A., HECK, H. und HOLLMANN, W. (1977). Die Ausdauerleistungsfähigkeit bei verschiedenen Sportarten unter besonderer Berücksichtigung des Metabolismus: Zur Ermittlung der optimalen Belastungsintensität im Training. Beiheft zu Leistungssport 9, 63—99.

MADER, A. (1989). Aktive Belastungsadaptation und Regulation der Proteinsynthese auf zellulärer Ebene. Ein Beitrag zum Mechanismus der Trainingswirkung und der Kompensation von funktionellen Mehrbelastung.

MADER, A. und HOLLMANN, W. (1977). Zur Bedeutung der Stoffwechselleistungsfähigkeit des Eliteruderers im Training und Wettkampf. Beiheft zu Leistungssport 9, 9—62.

MAEHL, O. (1986). Beweglichkeitstraining. Ahrensburg.

MALLOW, J. (1986). Der DLV-Rahmentrainingsplan für das Grundlagentraining und das Wettkampfsystem im Schüleralter. Lehre der Leichtathletik 20 (25), 751—755.

MARGARIA, R. (1982). Energiequellen der Muskelarbeit. Leipzig.

MARKWORTH, P. (1984). Sportmedizin — 1 — Physiologische Grundlagen. Reinbek.

MARSCHNER, G. (1976). Schlagwort „Leistung" (S. 421—422). In ARNOLD, W. u. a. (Hrsg.), Lexikon der Psychologie, Bd. II/1, Freiburg.

MARTIN, D. (1977). Grundlagen der Trainingslehre Teil I. Schorndorf.

MARTIN, D. (1979). Grundlagen der Trainingslehre Teil I. Schorndorf.

MARTIN, D. (1980). Grundlagen der Trainingslehre Teil II. Schorndorf.

MARTIN, D. (1982). Grundlagen der Trainingslehre Teil II. Schorndorf.

MARTIN, D. (1981). Konzeption eines Modells für das Kinder- und Jugendtraining. Leistungssport 11 (3), 165—176.
MARTIN, D. (1985). Probleme und Fragestellungen der Trainingssteuerung bei der Ausdauerentwicklung. Leistungssport 15 (1), 7—12.
MARTIN, D. (1987a). Ermüdung als Steuergröße im Training. Sportwissenschaft 17 (4), 378—393.
MARTIN, D. (1987b). Trainingsplanung. In Trainerakademie 1987: Fachschriftenreihe des Österreichischen Skiverbandes, 23—37.
MARTIN, D. (1988). Training im Kindes- und Jugendalter. Schorndorf.
MARTIN, D. (1989a). Die Belastungsmerkmale des breitensportlichen Ausdauertrainings. Sportwissenschaft 19 (4), 378—395.
MARTIN, D. (1989b). Probleme des Techniktrainings im Sport (Teil 1). Leistungssport 19 (1), 9—13.
MARTIN, D. und LEHNERTZ, K. (1986). Ermüdung und Regeneration nach bestimmten Trainingsbelastungen. Forschungsbericht für das BISp. Kassel.
MARTIN, D. und LEHNERTZ, K. (1987). Ermüdung und Regeneration nach bestimmten Trainingsbelastungen. Forschungsbericht für das BISp. Kassel.
MARTIN, D. und LEHNERTZ, K. (1989). Probleme des Techniktrainings im Sport (Teil 2). Leistungssport 19 (2), 10—17.
MATTAUSCH, W. D. (1973). Zu einigen Problemen der begrifflichen Fixierung der konditionellen und koordinativen Fähigkeiten. Theorie und Praxis der Körperkultur 22 (9), 849—856.
MATWEJEW, L. P. (1972). Periodisierung des sportlichen Trainings. Berlin — München — Frankfurt/M.
MATWEJEW, L. P. (1972). Die Periodisierung des sportlichen Trainings. Leistungssport 2 (6), 401—415.
MATWEJEW, L. P. (1981). Grundlagen des sportlichen Trainings. Berlin (DDR).
MATWEJEW, L. P. und NOWIKOW, A. D. (1982). Theorie und Methodik der Körpererziehung Band 1. Berlin (DDR).
MECHLING, H. (1988). Zur Theorie und Praxis des Techniktrainings, Problemaufriß und Thesen. Leistungssport 18 (1), 39—42.
MECHLING, H. (1989). Leistung und Leistungsfähigkeit im Sport (S. 230—251). In HAAG, H., STRAUSS, B. G. und HEINZE, S. (Red.), Theorie- und Themenfelder der Sportwissenschaft, Schorndorf.
MECHLING, H., SCHMIDTBLEICHER, D. und STARISCHKA, S. (Red.) (1986). Aspekte der Bewegungs- und Trainingswissenschaft — Motorisches Lernen — Leistungsdiagnostik — Trainingssteuerung, DVS-Protokolle Nr. 22., Clausthal-Zellerfeld.
MEINEL, K. (1960). Bewegungslehre. Berlin (DDR).
MEINEL, K. und SCHNABEL, G. (1987). Bewegungslehre — Sportmotorik. Berlin (DDR).
MELLEROWICZ, H. (1985). Gesundheit und Leistung. Berlin — Heidelberg — New York.
MIRAM, W. und SCHARF, K. H. (1981). Biologie heute, S. II. Hannover.
MOGNONI, P. (1988). Laboratory Test, Referat auf dem FIS-Seminar für Skilanglauftrainer, Rom.
MÜLLER, C. (1988a). Theoretischer Ansatz zur Systematisierung der allgemeinen Prinzipien im sportlichen Training. Theorie und Praxis der Körperkultur 37 (2), 101—109.
MÜLLER, C. (1988b). Prinzipien zur Ausbildung von Leistungsvoraussetzungen — dargestellt am Beispiel der Prinzipien des technisch-koordinativen Trainings. Theorie und Praxis der Körperkultur 37 (3), 171—177.
MÜLLER, K.-J. (1987). Statische und dynamische Muskelkraft. Frankfurt.
NABATNIKOVA, M. J. (1974). Die spezielle Ausdauer des Sportlers. Berlin — München — Frankfurt/M.
NABATNIKOVA, M. J. (1982). Grundlagen der Steuerung des Trainings junger Sportler (russische Fassung). Moskau.
NETT, T. (1960). Das Übungs- und Trainingsbuch der Leichtathletik, Band 1, Der Lauf. Berlin.
NEUMAIER, A. (1983). Sportmotorische Tests in Unterricht und Training. Schorndorf.

NEUMANN, G. (1984). Sportmedizinische Grundlagen der Ausdauerentwicklung. Medizin und Sport 24 (6), 174—178.

NEUMANN, G. (1985). Physiologische Grundlagen der Skilanglaufleistung. FIS-Langlauftrainerseminar. Bad Blankenburg (DDR).

NITSCH, J. und HACKFORTH, D. (1987). Beanspruchung (S. 33—40). In EBERSPÄCHER, H. (Hrsg.), Handlexikon Sportwissenschaft, Reinbek.

NITSCH, J. und UDRIS, J. (1976). Beanspruchung im Sport. Bad Homburg.

NOBLE, M. I. M. und POLLACK, G. H. (1977). Molecular mechanisms of contraction. Circulation Research 40, 333—342.

NOTH, J. (1986). Motorische Lerntheorien — Neurophysiologische Korrelate — Hypothesen zur Funktion des Kleinhirns und der Basalganglien (S. 25—38). In MECHLING, H., SCHMIDTBLEICHER, D. und STARISCHKA, S. (Red.), Aspekte der Bewegungs- und Trainingswissenschaft — Motorisches Lernen — Leistungsdiagnostik — Trainingssteuerung, DVS-Protokolle Nr. 22, Clausthal-Zellerfeld.

OERTER, R. und MONTADA, L. (1982). Entwicklungspsychologie. München — Wien — Baltimore.

OREAR, J. (1982). Physik. München.

PAFFENBARGER, R. S. JR. (1982). Die Rolle der körperlichen Aktivität in der primären und sekundären Prävention der koronaren Herzkrankheit. In WEIDEMANN, H. und SAMEK, L., Bewegungstherapie in der Kardiologie, Darmstadt.

PAHLKE, U. und ISRAEL, S. (1980). Sportmedizinisch-biowissenschaftliche Grundfragen der Ausdauer im Kindes- und Jugendalter (S. 21—48). In WIKOWSKI, R. (Red.), Ausdauerleistungsfähigkeit im Schulsport, Berlin (DDR).

PAMPUS, B., LEHNERTZ, K. und MARTIN, D. (1989). Die Wirkung unterschiedlicher Belastungsintensitäten auf die Entwicklung von Maximalkraft und Kraftausdauer. Leistungssport 19 (4), 5—10.

PFÖRRINGER, B., ROSEMEYER, B. und BÄR, H.-W. (Hrsg.) (1981). Sporttraumatologie. Erlangen.

PICKENHAIN, L. (Hrsg.) (1974). Sportphysiologie. Berlin (DDR).

PLATANOV, V. N. und SACHNOWSKIJ, K. P. (1986). Die Vorbereitung des jungen Sportlers (russisch). Moskau.

PÖHLITZ, L. (1987). Aufbautraining im Mittel- und Langstreckenlauf (Teil 1). Leistungssport 17 (1), 17—22.

PÖHLITZ, L. (1987). Aufbautraining im Mittel- und Langstreckenlauf (Teil 2). Leistungssport 17 (2), 17—20.

POPPER, K. R. und ECCLES, J. C. (1985). Das Ich und sein Gehirn. München — Zürich.

POULTON, E. C. (1950). Perceptional anticipation and reaction time. Quarterly Journal of Experimental Psychology 2, 99—112.

PRAMANN, U. (1989). Das Heyne Fitnessbuch des Jahres. München.

PROBST, H. und WENGER, U. (1986). Praktische Durchführung des CONCONI-Tests, Seminary for Coaches in Cross-Country. Valadalen (SWE).

PUNI, A. Z. (1973). Das Problem der psychischen Wettkampfvorbereitung. Leistungssport 3 (2), 147—150.

PUNKKINEN, J. (1988). Correct interpretation and application of the tests by the coach, Referat auf dem FIS-Seminar für Skilanglauftrainer. Rom.

RIEDER, H. (1973). Über die Wechselwirkung von konditioneller und psychischer Wettkampfvorbereitung. Leistungssport 3 (5), 381—384.

RÖBLITZ, G. (1970). Leistung als konstituierendes Element der sozialistischen Menschengemeinschaft und als Zentralbegriff der Sportwissenschaft. Wissenschaftliche Zeitschrift der DHfK, 61—71.

RÖTHIG, P. (Red.) (1983). Sportwissenschaftliches Lexikon. Schorndorf.

ROGGE, K.-E. (1981). Physiologische Psychologie. München — Wien — Baltimore.

ROITMAN, J., PAVLISKO, J. J. und SCHULZ, G. W. (1978). Exercise prescription by heart rate and met methods. Physician and Sportsmedicine 6, 98—102.

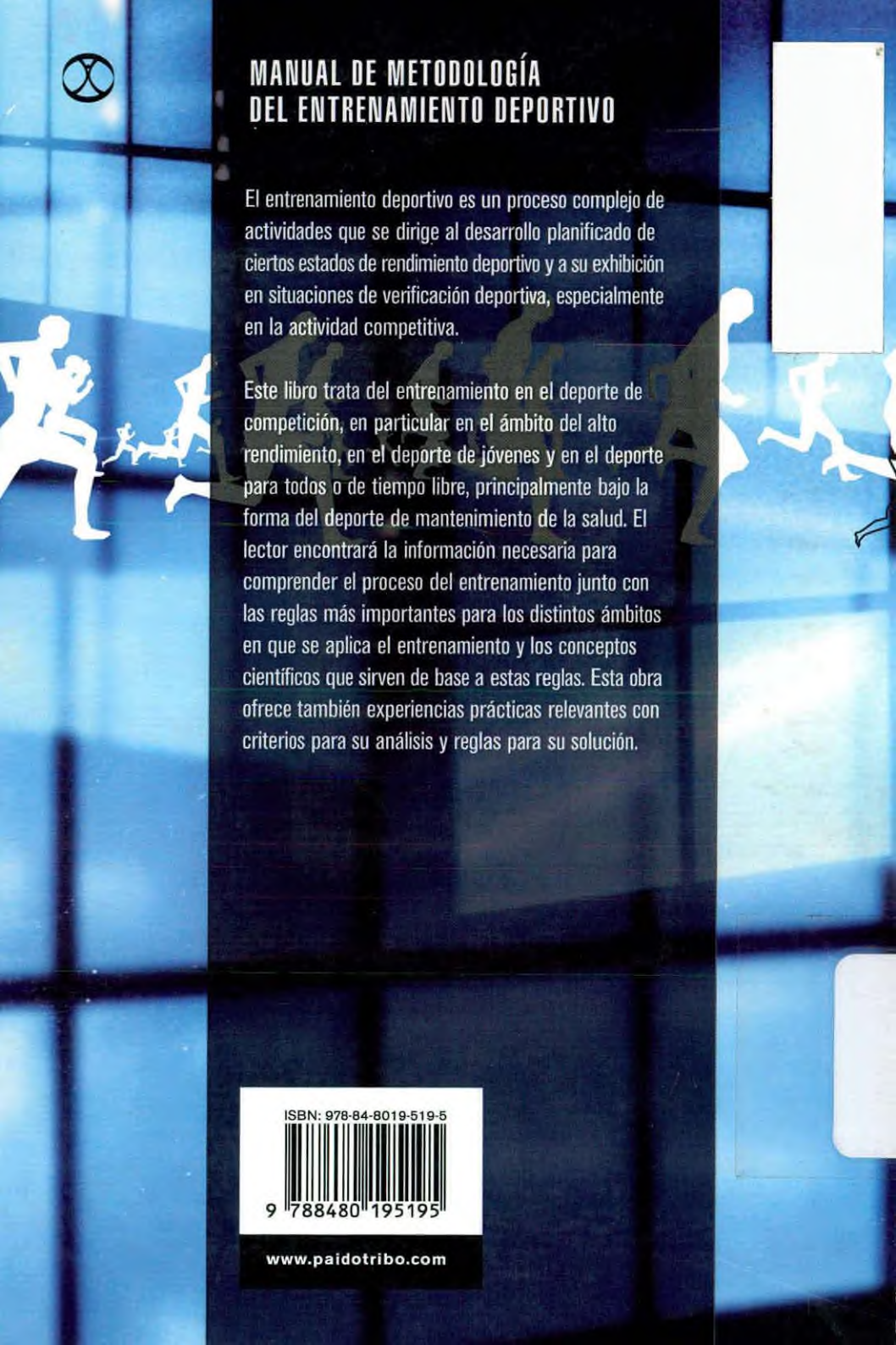
ROST, R. (1984). Herz und Sport. Erlangen.

ROST, K., OSTROWSKI, C., RENNER, E., KÖHLER, F. und KLOSE, S. (1989). Aspekte der Entwicklung von Trainings- und Vorbereitungssystemen im Jugendbereich. Leipzig.

ROTH, K. (1982). Strukturanalyse koordinativer Fähigkeiten. Bad Homburg.
ROTH, K. (1983). Motorisches Lernen (S. 141—239). In WILLIMCZIK, K. und ROTH, K., Bewegungslehre, Reinbek.
ROTH, K. (1987). Koordination — Koordinative Fähigkeiten (S. 191—199). In EBERSPÄCHER, H. (Hrsg.), Handlexikon Sportwissenschaft, Reinbek.
RÜEGG, J. C. (1987). Excitation-Contraction Coupling in Fast- and Slow-Twitch Muscle Fibers. International Journal of Sports Medicine, 360—364.
RÜSSEL, A. (1976). Psychomotorik. Darmstadt.
RUSKO, H. (1985). Physiological values to define fatigue and regeneration, FIS Cross-Country Trainer's Seminary.
SALTIN, B. (1986). The physiological and biochemical basis of aerobic and anaerobic capacities in man: effect of training and range of adaption, Seminary for Coaches in Cross-Country. Valaden (SWE).
SCHMIDT, D. (Red.)(1987). Gerätturnen, Anleitung für den Übungsleiter. Berlin (DDR).
SCHMIDT, P. (1977). Trainingsformen zur Erzielung einer hohen Übersäuerung. Beiheft zu Leistungssport 9, 104—120.
SCHMIDT, R. A. (1968). Anticipation and timing. Psychological Bulletin 70.
SCHMIDT, R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill-learning. Psychological Review 82 (4), 225—260.
SCHMIDT, R. A. (1976). The schema as a solution to some persistent problems in motor learning theory (S. 41—65). In STELMACH, G. E. (Hrsg.), Motor Control: Issues and trends, New York.
SCHMIDT, R. F. (1976). Motorische Systeme (S. 83—113). In SCHMIDT, R. F. und THEWS, G. (Hrsg.), Einführung in die Physiologie des Menschen, Berlin — Heidelberg — New York.
SCHMIDT, R. F. (1977). Grundriß der Neurophysiologie. Berlin — Heidelberg — New York.
SCHMIDTBLEICHER, D. (1980). Maximalkraft und Bewegungsgeschwindigkeit. Bad Homburg.
SCHMIDTBLEICHER, D. (1984). Strukturanalyse der motorischen Eigenschaft Kraft. Lehre der Leichtathletik 35 (30), 1785—1792.
SCHMIDTBLEICHER, D. (1985). Klassifizierung der Trainingsmethoden im Krafttraining. Lehre der Leichtathletik 24 (1) und (2), 25—30.
SCHMIDTBLEICHER, D. und GOLLHOFER, A. (1985). Einflußgrößen des reaktiven Bewegungsverhaltens und deren Bedeutung für die Sportpraxis (S. 271—281). In BÜHRLE, M. (Hrsg.), Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings, Schorndorf.
SCHNABEL, G. und MÜLLER, C. (1988). Wesen, Funktion und Eigenschaften der methodischen Prinzipien im sportlichen Training. Theorie und Praxis der Körperkultur 37 (2), 95—101.
SCHOLICH, M. (1974). Kreistraining. Berlin — München — Frankfurt.
SCHOLICH, M. (1979). Kreistraining. Berlin (DDR).
SCHRAMM, E. u. a. (1987). Sportschwimmen. Berlin (DDR).
SCHÜRCH, P. (1987). Leistungsdiagnostik. Erlangen.
SCHWARZENEGGER, A. (1982). Bodybuilding für Frauen. München.
SICHELSCHMIDT, P. und KLEIN, G. D. (1986). Belastungssteuerung im Training. Handballtraining 7.
SINGER, E. (1983). Der Torwart im Hallenhandball. Böblingen.
SINZ, R. (1981). Lernen und Gedächtnis. Stuttgart.
SOBIESZEK, A. (1982). Steady-state kinetic studies on the actin activation of skeletal muscle heavy meromyosin subfragments. Effects of skeletal, smooth and non-muscle tropomyosin. Journal of Molecular Biology 157, 275—286.
SÖLVEBORN, S. A. (1983). Das Buch vom Stretching. München.
SPITZ, L. und SCHNELL, J. (1983). Muskeln Sie sich. Bd. 2. München.
STARISCHKA, S. (1981). Überlegungen zum Leistungssport aus sportwissenschaftlicher Sicht. Leistungssport 11 (5), 340—349.
STARISCHKA, S. (1988). Trainingsplanung. Schorndorf.
STAROSTA, W. (1988). Das Lehren der Technik und die Technikverbesserungen in den Individualsportarten. Leistungssport 18 (3), 40—44.

STEGEMANN, J. (1971). Leistungsphysiologie. Stuttgart.
STEINBRÜCK, K. (1981). Ringen II (S. 93—101). In PFÖRRINGER, B., ROSEMEYER, B. und BÄR, H.-W. (Hrsg.), Sporttraumatologie — sportartenspezifische Schäden und Verletzungen, Erlangen.
STIEHLER, G. (1974). Methodik des Sportunterrichts. Berlin (DDR).
STIEHLER, G. u. a. (1988). Sportspiele. Berlin.
STOBOY, H. (1972). Neuromuskuläre Funktion und körperliche Leistung (S. 16—41). In HOLLMANN, W. (Hrsg.), Zentrale Themen der Sportmedizin, Berlin — Hamburg — New York.
STORK, H. M. u. a. (1983). Befragung der D-Kaderangehörigen der Fachverbände des Landessportbundes Nordrhein-Westfalen. In Landessportbund und Kultusminister des Landes NRW (Hrsg.), o. O.
SUGI, H. und POLLACK, G. H. (Hrsg.) (1977). Cross-bridge mechanism in muscle contraction. Baltimore.
TANJI, J. und KATO, M. (1981). Activity of low- and high-threshold motor units of abductor digiti quinti in slow and fast voluntary contractions (S. 137—144). In DESMEDT, J. E. (Ed.), Progress in Clinical Neurophysiology Vol. 9, Basel.
THIELE, W. (1981). Darstellung von Mikrozyklen im Sprint der Männer (S. 134—136). In AUGUSTIN, D. und MÜLLER, N. (Red.), Leichtathletiktraining im Spannungsfeld von Wissenschaft und Praxis, Niedernhausen.
THIESS, G. (1964). Die Bestimmung der Trainingsetappen als Grundlage der Trainingsplanung im Aufbautraining. Wissenschaftliche Zeitschrift der DHfK Leipzig (Sonderheft) (6), 17 ff.
THIESS, G. und SCHNABEL, G. (1987). Leistungsfaktoren in Training und Wettkampf. Berlin (DDR).
THIESS, G., SCHNABEL, G. und BAUMANN, R. (1978). Training von A bis Z. Berlin (DDR).
TILSCHER, H. (1985). Klinische Befunde an der Wirbelsäule von Kunstturnerinnen (S. 194—201). In SCHWERDTNER, H. P. (Hrsg.), Sport und Sportmedizin — Kunstturnen, Erlangen.
TITTEL, K. (1985). Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen. Stuttgart.
TSCHIENE, P. (1975). Moderne Tendenzen im Krafttraining des Hochleistungssports. Beiheft zu Leistungssport 1, 5—53.
TSCHIENE, P. (1977). Einige Aspekte zur Periodisierung des Hochleistungstrainings. Leistungssport 7 (5), 379—382.
TSCHIENE, P. (1985). Veränderungen in der Struktur des Jahrestrainingszyklus. Leistungssport 15 (5), 5—12.
TSCHIENE, P. (1986). Veränderungen in der Struktur des Jahrestrainingszyklus. In Sportwissenschaft in Hessen, Frankfurt.
TSCHIENE, P. (1989). Die neue „Theorie des Trainings" und ihre Interpretation für das Nachwuchstraining. Leistungssport 19 (4), 11—17.
ULICH, E. (1973). Vorwort des Herausgebers der Schriftenreihe. In VOLPERT, W., Sensomotorisches Lernen, Frankfurt/M.
VANOI, A. (1987). Notes from a presentation on the Italian program (S. 76—79). FIS Trainers Seminar Proceedings, Calgary (CAN).
WAGNER, H. (1928). Untersuchungen über die Frage der turnerischen und sportlichen Höchstleistung und ihre Bedeutung für die Jugendbildung. Langensalza.
WALDEYER, A. (1942). Anatomie des Menschen. Berlin.
WALSH, M. L. und BANISTER, E. W. (1988). Possible mechanisms of the anaerobic threshold — a review. Sports Medicine (5), 269—302.
WEBER, A. und MURREY, J. M. (1973). Molecular control mechanisms in muscle contraction. Physiological Review 53, 612—673.
WEBER, A. und WINICUR, S. (1961). The role of calcium in the superprecipitation of actomyosin. Journal of Biological Chemistry 236, 3198—3202.
WEDEKIND, S. (1985). Trainingswissenschaftliche Grundbegriffe — zur Terminologie konditioneller Leistungskomponenten —. Berlin — München — Frankfurt/M.
WEINECK, J. (1980). Optimales Training. Erlangen.
WEINECK, J. (1983). Optimales Training. Erlangen.

WEINECK, J. (1986). Optimales Training. Erlangen.
WERCHOSCHANSKI, J. W. (1988). Effektiv trainieren. Berlin (DDR).
WERCHOSHANSKIJ, J. V. (1972). Grundlagen des modernen Krafttrainings (S.). In ADAM, K. und WERSCHOSHANSKI, J. V., Modernes Krafttraining im Sport, Berlin — München — Frankfurt/M..
WERCHOSHANSKIJ, J. V. und TATJAN, W. W, (1975). Komponenten und funktionelle Struktur der Explosivkraft des Menschen. Leistungssport 5 (5), 25—31.
WESTPHAL, G., GASSE, M. und RICHTERING, G. (1987). Entscheiden und Handeln im Sportspiel. Münster.
WHITE, D. C. S. und THORSON, J. (1973). The kinetics of muscle contraction. Progress in Biophysics 27, 173—255.
WILLIMCZIK, K. (Hrsg.) (1977). Forschungsmethoden in der Sportwissenschaft, Grundkurs Datenerhebung. Bad Homburg.
WILLIMCZIK, K. und ROTH, K. (1983). Bewegungslehre. Reinbek.
WINKLER, W. (1983). Spielbeobachtung bei Fußballspielern. Leistungsfußball, 63—68.
WINTER, R. (1980). Zum Problem der sensiblen und kritischen Phasen in der Kindheit und in der Jugend. Medizin und Sport 20, 102—104.
WINTER, R. (1984). Zum Problem der sensiblen Phasen im Kindes- und Jugendalter. Körpererziehung 34 (8) und (9), 342—358.
WULF, C. (Hrsg.) (1974). Wörterbuch der Erziehung. München.
WURDEL, A. (1972). Sportmotorische Testbatterien und motorische Lernfähigkeit. Ahrensburg.
ZACIORSKIJ, V. M. (1972). Die körperlichen Eigenschaften des Sportlers. Berlin — München — Frankfurt/M.
ZACIORSKIJ, V. M. (1977). Die körperlichen Eigenschaften des Sportlers. Berlin — München — Frankfurt/M.
ZIMMERMANN, E. (1983). Trainingsprinzipien (S. 423—424). In RÖTHIG, P. (Red.), Sportwissenschaftliches Lexikon, Schorndorf.



MANUAL DE METODOLOGÍA DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

El entrenamiento deportivo es un proceso complejo de actividades que se dirige al desarrollo planificado de ciertos estados de rendimiento deportivo y a su exhibición en situaciones de verificación deportiva, especialmente en la actividad competitiva.

Este libro trata del entrenamiento en el deporte de competición, en particular en el ámbito del alto rendimiento, en el deporte de jóvenes y en el deporte para todos o de tiempo libre, principalmente bajo la forma del deporte de mantenimiento de la salud. El lector encontrará la información necesaria para comprender el proceso del entrenamiento junto con las reglas más importantes para los distintos ámbitos en que se aplica el entrenamiento y los conceptos científicos que sirven de base a estas reglas. Esta obra ofrece también experiencias prácticas relevantes con criterios para su análisis y reglas para su solución.

ISBN: 978-84-8019-519-5

9 788480 195195

www.paidotribo.com