

Cuanta más facilidad posee un deportista para registrar de forma analítica su propio movimiento y la situación del entorno, mejor se adapta al cambio de circunstancias y mejor resuelve los problemas motores en el marco de sus capacidades individuales (cf. Zaciorski, 1972, 106).

Para la coordinación motora interesan básicamente cinco analizadores. Éstos influyen de forma diferenciada sobre el proceso de la regulación y la conducción de las acciones motoras, actuando normalmente en estrecha colaboración mutua y complementándose entre sí (cf. Schnabel, 1977, 25 s.).

- *Analizador cinestésico*

Los receptores del analizador cinestésico se encuentran en todos los músculos, tendones, ligamentos y articulaciones. Informan sobre la posición de las extremidades y del tronco y sobre las fuerzas que actúan sobre éstos. Además, el ajuste fino de los parámetros espaciales y temporales, necesario en muchas secuencias motoras deportivas, se fundamenta en una información cinestésica detallada.

- *Analizador táctil*

Los receptores del analizador táctil están localizados en la piel y transmiten datos sobre la forma y la superficie de los objetos que tocamos.

- *Analizador estático-dinámico*

El analizador estático-dinámico está localizado en el aparato vestibular del oído interno e informa sobre los cambios de dirección y de velocidad de la cabeza.

- *Analizador óptico*

Los receptores del analizador óptico se denominan receptores de distancia o telerreceptores, informan sobre los movimientos propios o ajenos (visión central o periférica) y son en cierta manera la conducción óptica de la ejecución del movimiento.

- *Analizador acústico*

El analizador acústico desempeña por lo general un papel subordinado, pues el contenido informativo de las señales acústicas percibidas de forma inmediata en el acto del movimiento es relativamente limitado.

Como resumen podemos decir que las capacidades analizadoras determinan decisivamente, junto con otros factores, la calidad de las capacidades coordinativas. La importancia de cada uno de los analizadores puede diferir extraordinariamente de una modalidad a otra (cf. también Hotz/Weineck, 1983, 62).

Importancia del repertorio de movimientos

Otro factor para el desarrollo y la calidad de las capacidades coordinativas es el *repertorio de movimientos* o la *experiencia motora* del deportista.

En efecto, todo movimiento, por nuevo que sea, se ejecuta siempre sobre la base de enlaces coordinativos antiguos (v. Zaciorski, 1972, 106; Harre, 1976, 180). Así pues, cuantas más combinaciones motoras de origen reflejo (reflejos aprendidos y esquemas de respuesta) posea el repertorio de movimientos, mayor será la descarga del SNC y en mayor medida se realizará el movimiento a través de modelos de secuencia más o menos automatizados.

Este mecanismo se puede comparar con un sistema de unidades modulares: cuantos más “elementos prefabricados”, que se corresponderían con las combinaciones de origen reflejo, estén a nuestra disposición, menos atención necesita cada uno de los elementos constitutivos y más se puede prestar al conjunto de la estructura, que se correspondería con la acción motora.

Finalmente, al componer los elementos para una acción motora, la experiencia motora habilita al deportista para elegir los componentes motores necesarios en el menor tiempo y de la forma más eficaz.

Métodos y contenidos del entrenamiento de las capacidades coordinativas

En el primer plano del entrenamiento de las capacidades coordinativas se encuentra el aprendizaje y el dominio de destrezas motoras nuevas y multilaterales, y de los componentes de éstas. Al elegir los contenidos y herramientas de entrenamiento, hemos de tener en cuenta que los síntomas de adaptación sólo se producen cuando se aplican estímulos nuevos de forma constante, esto es, cuando el ejercicio se practica de forma variada, teniendo en cuenta las diferentes medidas de tipo metodológico (tabla 63).

Para conseguir este objetivo utilizamos diferentes métodos de entrenamiento. En paralelo a la subdivisión planteada al inicio de este capítulo entre capacidades coordinativas generales y específicas, distinguimos entre métodos y contenidos de entrenamiento *generales* y *específicos*.

Los métodos y contenidos de entrenamiento *generales* se utilizan para mejorar el grado de asentamiento general de las capacidades coordinativas. Del grado en que se dominan depende, según Blume (1978, 141), entre otros factores, el grado de su posible contribución a la mejora de la habilidad. Por ello, los métodos y los contenidos tienen que corresponder al nivel del deportista.



- Schmidt, E.: "L'Ergo jump, ou le contrôle permanent des capacités athlétiques". Trabajo de diploma del curso de monitor J + S III, Magglingen, November 1992.
- Schmidt, H.: "Anpassung des Binde- und Stützgewebes an sportliche Belastung". *Z. f. Physiother.* 31 (1979), 411-416.
- Schmidt, H.: "Belastungsgestaltung im Sport unter Vermeidung muskulärer Dysbalancen". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 37 (1988), 266-271.
- Schmidt, H. y cols.: "Der Muskeltest nach Janda für die sportmedizinische Praxis". *Medizin und Sport* 23 (1983), 271-278.
- Schmidt, H., W. Kraft, K.-H. Rotte, H. Hagen: "Pilotstudie zur Diagnostik von Muskelflächen des Oberschenkels mittels Computertomographie (CT)". *Medizin und Sport* 30 (1990), 70-72.
- Schmidt, J.: "Herz-Kreislaufbehandlung des alten Menschen durch Sport". *Internist. Praxis* 10 (1970), 111-119.
- Schmidt, P.: "Ausdauerentwicklung im Schüler- und Jugendtraining". *Die Lehre der Leichtathletik* (1972), 1461-1462.
- Schmidt, P.: "Planungs- und Dosierungsprobleme bei der Entwicklung der aeroben und anaeroben Ausdauer im Mittels-treckenlauf". *Leistungssport* 2 (1972), 99-101.
- Schmidt, P.: "Periodisierung im Mittelstreckenlauf". *Die Lehre der Leichtathletik* (1975), 233-236; 272.
- Schmidt, R.: "A schema theory of discrete motor skill learning". *Psych. Review* 82 (1975).
- Schmidt, R. A.: *Motor control and learning*, 2ª ed., Human Kinetics Publ. Champaign, Ill., 1988.
- Schmidt, R. F. (ed.): *Grundriß der Neurophysiologie*. 4ª ed., Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - Nueva York, 1979.
- Schmidt, R. F., G. Thews (eds.): *Physiologie des Menschen*. 19ª ed., Springer Verlag, Berlin, 1977.
- Schmidt, R. F., G. Thews (eds.): *Physiologie des Menschen*. 20ª ed., Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - Nueva York, 1980.
- Schmidtbleicher, D.: *Maximalkraft und Bewegungsschnelligkeit*. Limpert Verlag, Bad Homburg, 1980.
- Schmidtbleicher, D., V. Dietz, J. Noth, M. Antoni: "Auftreten und funktionelle Bedeutung des Muskeldehnungsreflexes bei Lauf- und Sprintbewegungen". *Leistungssport* 8 (1978), 480-490.
- Schmidtbleicher, D., M. Bührle: "Vergleich von konzentrischem und exzentrischem Maximalkrafttraining". En: *Berichte aus dem Institut für Sport und Sportwissenschaft der Universität Freiburg*, 1, pp. 1-59, Freiburg, 1980.
- Schmidtbleicher, D., A. Gollhofer: "Neuromuskuläre Untersuchungen zur Bestimmung individueller Belastungsgrößen für ein Tiefsprungtraining". *Leistungssport* 12 (1982), 298-307.
- Schmidtke, H.: *Die Ermüdung*. Huber, Berna - Stuttgart, 1965.
- Schnitt, W. M., W. Kindermann, A. Schnabel, G. Biro: "Metabolismus und hormonelle Regulation bei Marathonläufen unter besonderer Berücksichtigung von Lebensalter, Trainingszustand und Geschlecht". *Dt. Z. Sportmed.* 32 (1981), 1-7.
- Schmitz, J. N.: *Studien zur Didaktik der Leibeserziehung III: Bewegungslernen im Sportunterricht, Grundlagen und didaktisch-methodische Aspekte*. 3ª ed., Hofmann Verlag, Schorndorf, 1977.
- Schmücker, B.: "Die Bedeutung zusätzlicher Schulsportprogramme für körperliche Leistung und Gesundheit". En: Kapustin P., C. Kreiter (reds.). 4. Sportwissenschaftlicher Hochschultag der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft vom 7.-9. Oktober 1981 in Würzburg, pp. 81-88, DVS. Clausthal-Zellerfeld, 1982.
- Schmücker, B., W. Hollmann: "Zur Frage der Trainierbarkeit von Herz und Kreislauf bei Kindern bis zum 10. Lebensjahr". *Sportarzt u. Sportmed.* 24 (1973), 231-235; 263-265.
- Schnabel, A., W. Kindermann, W. M. Schnitt: "Aerobe Kapazität von Fußballern unterschiedlicher Spielstärke". *Dt. Z. Sportmed.* 5 (1981), 120-127.
- Schnabel, G.: "Zur Terminologie der Bewegungslehre". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 14 (1965), 775-786.
- Schnabel, G.: "Zur Bewegungskoordination". *Wissenschaftl. Z. der DHfK*, Leipzig, 10 (1968), 1, 13-32.
- Schnabel, G.: "Die koordinativen Fähigkeiten und das Problem der Gewandtheit". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 22 (1973), 263-269.
- Schnabel, G.: "Koordinative Fähigkeiten im Sport - ihre Erfassung und zielgerichtete Ausbildung". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 23 (1974), 627-632.
- Schnabel, G.: "Bewegungskoordination". En: Rieder, H. (ed.), *Bewegungslehre des Sports*. Sammlung grundlegender Beiträge II, Hofmann Verlag, Schorndorf 1977, pp. 16-58.
- Schnabel, G.: "Sportliche Technik und Bewegungskoordination als wesentlicher Leistungsfaktor". *Medizin und Sport* 27 (1987), 154-159.
- Schnabel, G., C. Müller: "Wesen, Funktion und Eigenschaften der methodischen Prinzipien im sportlichen Training". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 37 (1988), 95-101.
- Schnabel, G., G. Thieß (eds.): *Lexikon Sportwissenschaft, Leistung - Training - Wettkampf*. Tomo 2, Verlag Sport und Gesundheit, Berlin, 1993.
- Schnack, G.: *Intensivstretching und Ausgleichsgymnastik*. 2ª ed., Deutscher Ärzte Verlag, Colonia 1994.
- Schnauber, H., R. Singer: "Untersuchung des Kraftverlaufs beim Tiefstart". *Leistungssport* 5 (1975), 433-438.
- Schneider, F., H. Zerbes, H.-C. Götte, K. Kühne: "Die Rolle der Nahrungseiweiße in der Sportlernahrung". *Medizin und Sport* 21 (1981), 183-187.

Nivel de lactato [mmol]		
Después de la serie 1	5,0	± 1,4
Después de la serie 2	6,8	± 1,8
Después de la serie 3	7,8	± 2,1
Después de la serie 4	8,4	± 1,9
Después de la serie 5	8,9	± 1,5
Después de la serie 6	9,7	± 2,3

Tabla 57. Valores de lactato medios en seis series, cada una de tres sprints de 20 m (de Tumilty y cols., 1988, 83)

La medición del lactato permite un registro suficientemente preciso del “estado de carga y de fatiga” del deportista, y nos ofrece una serie de datos sobre posibles cambios necesarios en cualquier régimen de entrenamiento (descansos más largos, menos repeticiones, y similares).

Las mediciones de la frecuencia cardíaca no son adecuadas para la estimación de la carga en el sprint, porque después de las cargas breves típicas del sprint la frecuencia cardíaca desciende rápidamente a valores anteriores a la carga, a pesar de la fatiga acumulativa y del ascenso del lactato.

Como se puede ver en la figura 318, al interpretar los valores registrados de lactato en sangre se debe prestar

atención a la diferente cinética del lactato en la sangre y del lactato en el músculo. Además, el momento de la extracción de sangre puede influir significativamente sobre el resultado y sobre su valoración, pues el lactato no alcanza su nivel máximo en sangre hasta pasados 3 minutos más o menos después de la carga.

• Mediciones del amoniaco

Como muestra la figura 319, el análisis del amoniaco aporta indicios importantes para valorar la intensidad de carrera correcta a través de una información indirecta: el metabolismo de fosfatos ricos en energía.

Los estudios de Schlicht y cols. (1990, 85) muestran que la valoración de la carga individual en carreras de hasta 400 m no se refleja de forma suficientemente detallada con mediciones del lactato. Sólo la medición del amoniaco en la sangre refleja el grado en que el entrenamiento carga las fibras IIb, de contracción rápida y decisivas para el sprint.

El amoniaco, como producto de degradación del ciclo del nucleótido de purina (CNP), aparece con cargas submáximas o máximas y es un indicador fiable de la intensidad. Mientras que el lactato asciende ya con intensidades medias (v. fig. 319), el amoniaco (que aparece con un trabajo máximo del CNP, a partir del AMP formado en la degradación del ATP, que se hidroliza dando lugar al IMP y se transforma finalmente en amoniaco mediante desaminación) no muestra un ascenso significativo hasta llegar a intensidades del 87,5 % de la velocidad máxima individual.

Vemos que el amoniaco –al contrario que el lactato– confirma de manera detallada si la sollicitación de las fibras

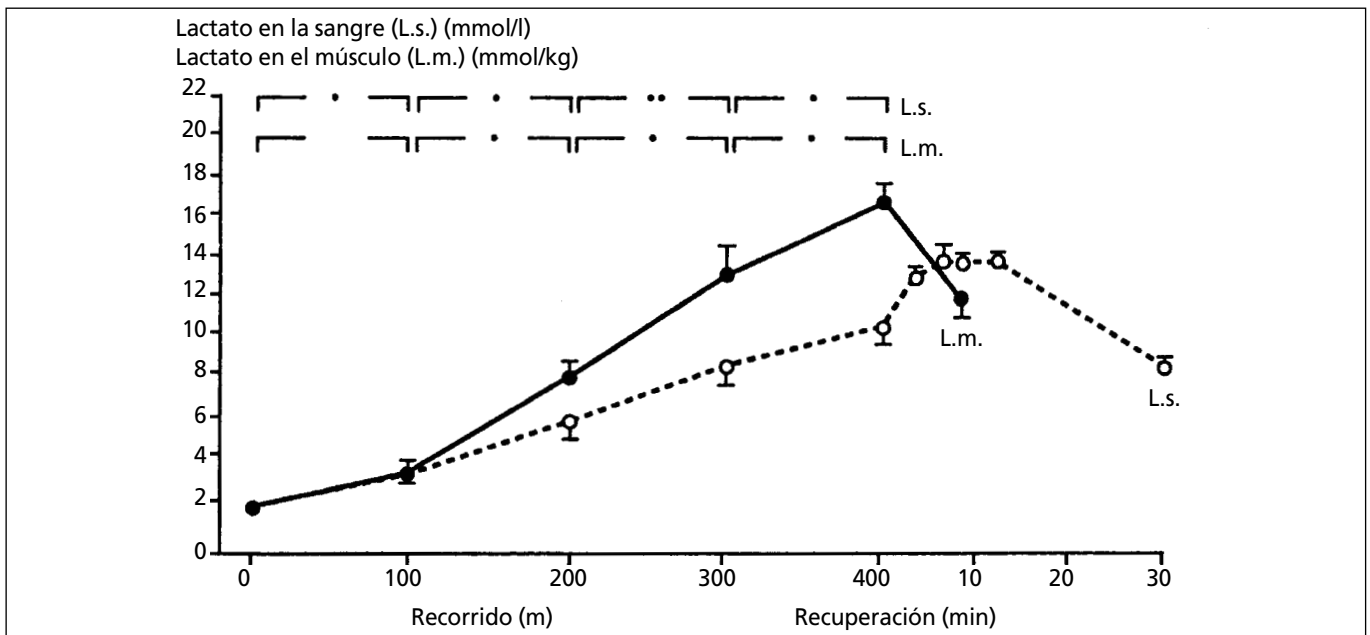


Figura 318. Variaciones del lactato en sangre y en el músculo en las diferentes distancias de carrera y después de la recuperación posterior al sprint de 400 m (media y desviaciones típicas) (modificado de Hirvonen y cols., 1992, 142).

La capacidad de aceleración, como ya hemos mencionado, depende en gran medida de características específicas de la fuerza rápida, como, por ejemplo, la fuerza de salto vertical y horizontal; por tanto, los saltos y las combinaciones de saltos y el entrenamiento selectivo de la fuerza rápida (v. pág. 217) desempeñan un papel importante en la mejora de la capacidad de aceleración.

Saltos

- Saltos cortos (con ambas piernas, con una pierna, únicos, triples y quintuples).
Según Verjoyanski/Chernussov (1974, 1662), contribuyen en gran medida a mejorar la aceleración de arranque. Con ayuda del análisis de correlación se pudo constatar que la longitud de los pasos de carrera está asociada muy estrechamente con los rendimientos en el triple y décuple salto sin carrera. Los saltos cortos deberían preceder al entrenamiento del esprint propiamente dicho.
- Saltos largos (carrera de saltos, 30 m, 60 m, 100 m y más).
Con la utilización simultánea de saltos cortos y largos se obtuvo un crecimiento casi igual de la aceleración de arranque, de la velocidad máxima de carrera y de la resistencia de la velocidad. Así pues, por su efecto sumativo esta combinación produce los mayores progresos en la carrera de 100 m (cf. también tablas 55 y 56).

Entrenamiento específico de la fuerza

Tanto en las distancias cortas del atletismo como en los juegos deportivos se ha impuesto en nuestros días un entrenamiento de la fuerza destinado a mejorar la capacidad de aceleración y otras características de la velocidad (cf. Allmann, 1983, 282 s.; Hawkins, 1984, 55; Levchenko, 1985, 124; König, 1987, 80; Joch, 1989, 338; López, 1991, 3668).

En sus tesis más importantes, Allmann resume la relación entre fuerza máxima y velocidad del esprint de la siguiente forma:

- El entrenamiento de la fuerza máxima con pesos elevados mejora la velocidad de movimientos.
- La transferencia positiva de un entrenamiento indirecto, acíclico, con aplicaciones dinámicas de fuerza máxima, es tanto mayor cuanto más rigurosamente se efectúa un entrenamiento de la fuerza rápida y de la velocidad orientado hacia el esprint y acompañado de trabajo de la fuerza.
- Con un alto grado de coordinación del movimiento de esprint, la mejora de la velocidad sólo se puede conseguir, probablemente, mediante un aumento del potencial

de fuerza máxima y, por tanto, mediante un entrenamiento efectuado según el método de la fuerza máxima.

- El entrenamiento de la fuerza máxima es una excelente posibilidad de romper barreras de rendimiento en el ámbito del esprint (v. pág. 531).
- El entrenamiento con contenidos de fuerza máxima y pesos elevados tiene que practicarse con rigor también, y más que nunca, en el período de competición (v. pág. 326).
- Unas cargas previas elevadas en la musculatura crean un ascenso transitorio de la disposición al rendimiento neuromuscular para las próximas actividades de fuerza rápida y de velocidad; dicho ascenso debería aprovecharse en el entrenamiento y la competición para mejorar el rendimiento.
- Por sí mismos, los llamados métodos de fuerza rápida sólo mejoran la fuerza rápida y la velocidad de forma limitada y unilateral (Allmann, 1983, 282).

En el entrenamiento de la fuerza, la mejora de la velocidad de movimientos pasa, según Zaciorski (1972, 63; cf. también Haskisson, 1993, 60), por dos tareas principales: por una parte, la mejora del nivel de fuerza rápida (de los grupos musculares participantes en el movimiento), y por otra, la consolidación de la capacidad para desarrollar fuerzas intensas con movimientos rápidos. La capacidad de desarrollo rápido de la fuerza exige sobre todo métodos del trabajo dinámico de la fuerza. Con este fin se debería utilizar ejercicios de fuerza rápida en toda la amplitud del movimiento, pues si ésta es restringida se pueden consolidar comportamientos coordinativos no deseados. No obstante, no aconsejamos el uso exclusivo del método del trabajo dinámico de la fuerza, pues con movimientos rápidos el efecto sobre el sistema neuromuscular es muy a corto plazo, lo que impide mejorar el nivel máximo de la fuerza (Zaciorski 1972, 64). Así pues, hemos de utilizar las formas de entrenamiento con aplicaciones de fuerza repetidas y máximas.

En el mismo sentido se pronuncian Bührle/Schmidtbleicher (1981, 250 ss.) cuando atribuyen al entrenamiento de la fuerza máxima un lugar de preeminencia entre los métodos de entrenamiento orientados hacia la capacidad de fuerza rápida: un entrenamiento con aplicaciones de fuerza submáximas y máximas consigue una velocidad máxima en la aplicación de la fuerza máxima disponible. Por ello, la práctica del entrenamiento debe hacer más hincapié en el trabajo de la fuerza (cf. también Groh, citado en Knebel, 1972, 29).

Se ha de buscar un entrenamiento de la fuerza no sólo intenso, sino también suficientemente específico, orientado en función de las necesidades anatómo-funcionales de las secuencias motoras (v. Weineck, 1981, 160). Así, por

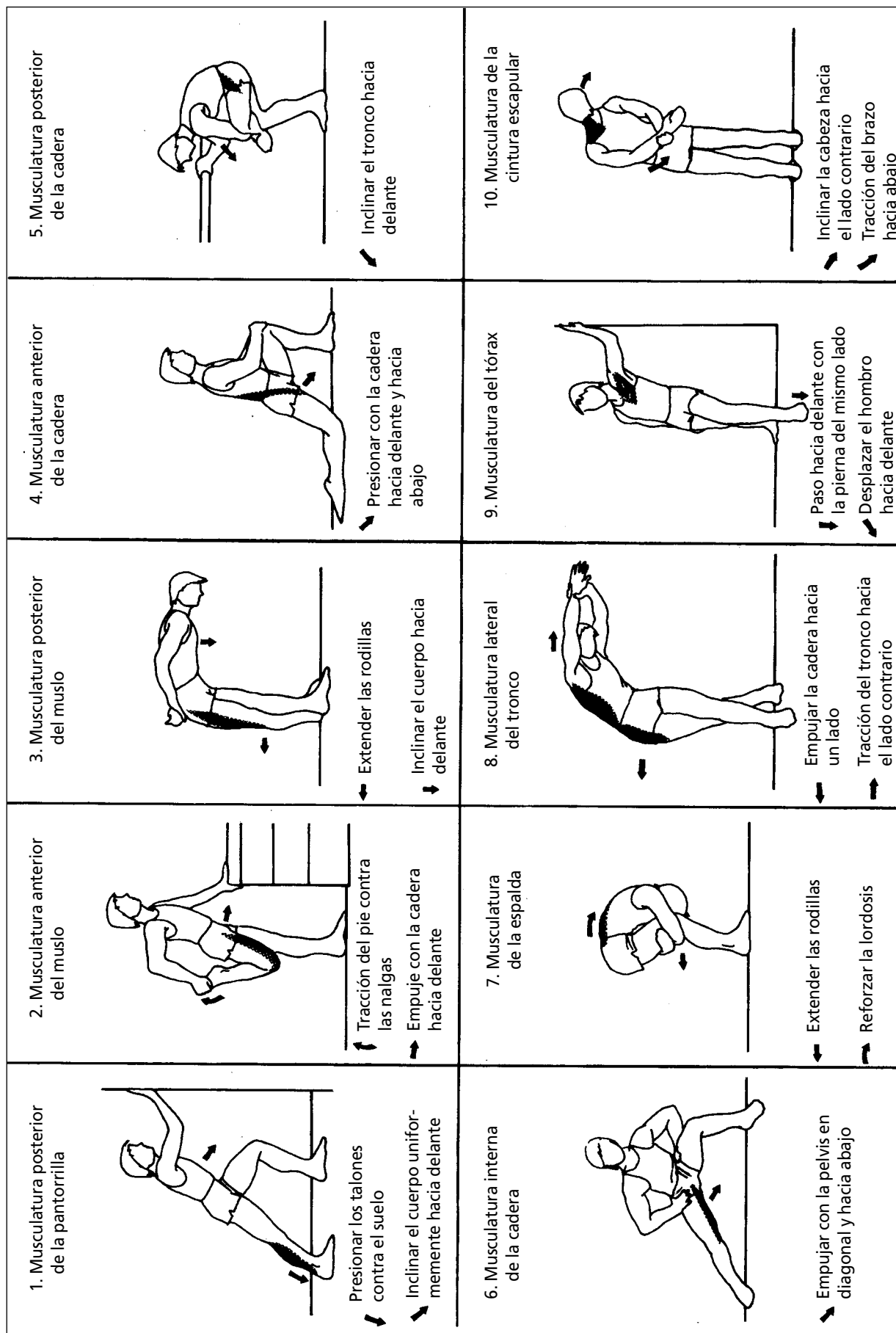


Figura 355. Programa de estiramiento básico *top ten* (modificado de Spring y cols., 1986, 14-23).

La especialización precoz provoca en la mayoría de los casos una rápida estancación del rendimiento (el hecho afecta tanto las modalidades coordinativo-técnicas como las de mayor predominio del factor físico), pues se carece de la base de desarrollo extensa que necesitan los rendimientos máximos: formación corporal variada y repertorio de movimientos suficientemente desarrollado.

Así pues, en el deporte de alto rendimiento se necesita una especialización no demasiado temprana, sino *a su debi-*

do momento, respetando los principios básicos del entrenamiento juvenil. La especialización debería producirse *tan tarde como haga falta*, basándose en una consolidación del rendimiento acorde con el desarrollo, teniendo en cuenta el desarrollo individual, planteando un incremento moderado de la carga en el marco de una formación básica variada y, sobre todo, garantizando el desarrollo óptimo de las capacidades coordinativas generales y la adquisición a su debido tiempo de las destrezas deportivo-motoras específicas.

Edad (años)	Entre 54 y 57,5 s 170 deportistas		Por debajo de 54 s 43 deportistas		Rendimiento de M. Spitz	
	Rendimiento	Mejora	Rendimiento	Mejora	Rendimiento	Mejora
10	1:11,6					
11	1:07,0	4,6				
12	1:04,3	2,7				
13	1:01,6	2,7				
14	59,6	2,7			1:05,5	
15	58,0	1,6	1:01,0		59,3	5,7
16	57,0	2,0	57,5	3,5	55,2	4,1
17	56,4	0,6	56,0	1,5	53,6	0,6
18	55,9	0,5	55,5	0,5	53,0	0,6
19	55,6	0,3	55,0	0,5	52,6	0,4
20	55,4	0,2	54,4	0,4	51,9	0,7
21	55,2	0,2	54,0	0,6	51,4	0,5
22	55,0	0,2	53,8	0,2	51,2	0,2
23	54,9	0,1				

Tabla 16. La dinámica específica de la edad en el desarrollo del rendimiento de varones en natación 100 m estilo libre (valores promedio) (de Tschene, 1979, 160)

la medida en que este componente de la capacidad de rendimiento físico se ejercite en el marco de un entrenamiento multilateral.

En la época de la primera transformación morfológica (entre el quinto y el sexto año de vida), con el habitual crecimiento de las extremidades, un entrenamiento forzado de la movilidad puede suponer, en determinadas circunstancias, un riesgo para el aparato de sustentación y apoyo, inestable en este momento.

Entrenamiento de la movilidad en la edad escolar temprana

En esta edad se puede constatar tendencias contradictorias en el desarrollo de la movilidad. Por una parte sigue aumentando la capacidad de flexión de las articulaciones de la cadera y del hombro y la columna vertebral –esta última presenta su mayor grado de movilidad entre los 8 y 9 años (Fomin/Filin, 1975, 7)–, pero, por otra parte, se puede observar ya una reducción sobre todo de la capacidad de apertura de las piernas en la articulación de la cadera y de la movilidad dirigida hacia dorsal en la articulación del hombro (Meinel, 1976, 347). Como consecuencia, el entrenamiento de la movilidad debe incluir ejercicios de estiramiento selectivos para mejorar la capacidad de apertura en la articulación de la cadera y para aumentar la movilidad de la articulación del hombro. En las modalidades que requieren un alto grado de movilidad articular (p. ej., gimnasia de aparatos, saltos de trampolín, gimnasia rítmica) se puede iniciar también un trabajo específico de la movilidad. No obstante, aun especializándose en una modalidad, sigue teniendo prioridad el trabajo de la movilidad general, para evitar la unilateralidad y los daños por sobrecarga a ella asociados.

Como contenidos de entrenamiento para trabajar la movilidad general disponemos en esta edad de ejercicios de carácter lúdico, tomados de la gimnasia general, y de juegos menores.

Atención. En la edad infantil, debido a la marcada pulsión por el movimiento, predominan los ejercicios de movilidad dinámicos frente a los pasivos o los estáticos.

A continuación hacemos varias propuestas apropiadas para trabajar la movilidad en los niños, orientadas a mejorar la movilidad de la columna vertebral y basadas en ejercicios con balón medicinal y de relevos:

1. Ejercicio para mejorar la capacidad de flexión (fig. 372)

Dos compañeros se sitúan a distancia de un metro dándose la espalda, ambos en la postura del arco en tensión,

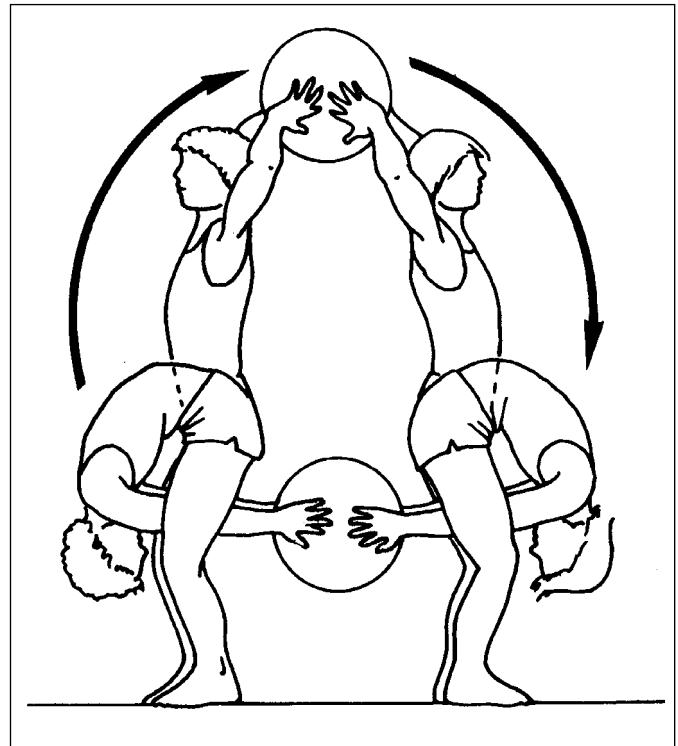


Figura 372a. Ejercicio para mejorar la capacidad de flexión de la columna vertebral.

con el balón sujeto por encima del hombro. El balón se entrega entre las piernas abiertas (cf. Bauermeister/Teuber, 1971, 122). ¿Qué pareja consigue más entregas de balón en 30 segundos?

Objetivo. Estiramiento de los grupos musculares del tronco y de la extremidad inferior (fortalecimiento de los extensores de la espalda).

Este ejercicio se puede practicar también, de forma un tanto modificada, como competición por equipos de “balón errante”. El grupo se sitúa en fila; en primer lugar el balón se desplaza hacia atrás sujetándolo por encima de los hombros, y el último jugador corre hasta situarse en cabeza de la fila. A continuación se entrega el balón a través de la apertura de las piernas. Gana el equipo que alcanza en primer lugar la posición de partida.

Como ejercicios equiparables resultan también apropiados:

- Asiento con piernas abiertas, un balón cualquiera junto a la rodilla, a derecha o izquierda: ¿quién es capaz de rodar el balón alrededor de la pierna, por fuera, una, dos o más veces? ¿Quién puede hacerlo en menos tiempo? ¿Quién lo hace más veces en un minuto?

Objetivo. Estiramiento de la musculatura dorsal del tronco, la pelvis, el muslo y la pantorrilla.

- Etnyre, B. R., L. D. Abraham: "H-reflexes changes during static stretching and two variations of proprioceptive neuromuscular facilitation techniques". *Electroencephal. and clin. Neurophysiol.* 63 (1986), 174-179.
- Etnyre, B. R., E. J. Lee: "Chronic and acute flexibility of men and women using three different stretching techniques". *Res. Quart. for Exerc. and Sport* 59 (1988), 222-228.
- Ettliger, G.: "The transfer of information between sense modalities: a neuropsychological review". En: Zippel, H. P. (ed.). *Memory and transfer of information*. Plenum Press, Nueva York – Londres, 1973, pp. 43 ss.
- Evarts, E. V.: "Die Steuerung von Bewegungen durch das Gehirn". En: *Gehirn und Nervensystem*. Spektrum der Wissenschaft-Verl.-Ges., Heidelberg, 1987, 8ª ed., pp. 152-158.
- Evatt, M. L., S. L. Wolf, R. L. Segal: "Modification of human spinal stretch reflexes: preliminary studies". *Neuroscience Letters* 105 (1989), 350-355.
- Ewert, P. H.: "Bilateral transfer in mirror-drawing". *The Pedagogical Seminary y J. of Genetic Psychol.* 33 (1926), 234-249.
- Fahnemann, A., E. Wacholder: "Aktuelle Betrachtungen zum schwimmspezifischen isokinetischen Training". *Der Deutsche Schwimmsport* 25 (1975), 46, suplemento: Für die Mappe des Technikers, 19-22.
- Faina, M., C. Gallozzi, S. Lupo, R. Sasse, C. Martini: "Definition of the physiological profile of the soccer player". En: Reilly, T., A. Lees, K. Davids, W. J. Murphy (eds.). *Science and football*, Spon, Londres – Nueva York 1988, pp. 158-163.
- Falek, A.: "Handedness: a family study". *Amer. J. of Human Genetics* II (1959), 52-62.
- Farfel, W. S.: *Bewegungssteuerung im Sport*. Sportverlag, Berlín, 1977.
- Farfel, W.: "Sensomotorische und physische Fähigkeiten". *Leistungssport* 9 (1979), 31-34.
- Farrell, P. A., J. H. Wilmore, E. F. Coyle, J. E. Billing, D. L. Costill: "Plasma lactate accumulation and distance running performance". *Med. and Sci. in Sports* II (1979), 338-344.
- Fass, V., J. Freiwald, A. Jäger: "Kraft und Beweglichkeit (1. Teil)". *Fußballtraining* 12 (1994), 2, 20-24.
- Fechner, G. T.: "Beobachtungen, welche zu beweisen scheinen; dass durch die Uebung der Glieder der einen Seite die der anderen zugleich mit geübt werden". Bericht über die Verhandlungen der königlich sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig, Math.-Phys, Classe 10 (1858), 70-76.
- Feige, K.: "Entwicklung und Problematik des Höchstleistungsalters von Spitzenläufern". *Leistungssport* 6 (1976), 62-75.
- Feige, K.: *Leistungsentwicklung und Höchstleistungsalter von Spitzenläufern*. Hofmann Verlag, Schorndorf, 1978.
- Feige, K.: "Leistungsentwicklung und Höchstleistungsalter als empirische Basis für die Optimierung der Talentförderung". *Die Lehre der Leichtathletik* (1981), 103; 106; 135-139.
- Feinstein, B., B. Lindgard, E. Nyman: "Morphologie studies of motor units in normal human muscle". *Acta Anat.* 23 (1955), 127-142.
- Fellingham, G.: "Caloric cost of walking and running". *Med. and Sci. in Sports* 10 (1978), 132-136.
- Feth, W.: "Materialien zum Höhentaining". *Leistungssport* 9 (1979), 399-410.
- Fetz, E.: "Die Gelenkigkeit", en: Neumann, O. (ed.), *Die sportliche Leistung im Jugendalter*. Limpert Verlag, Francfort del Meno, 1967, pp. 63-67.
- Fetz, E.: *Grundbegriffe der Bewegungslehre der Leibesübungen*. Limpert Verlag, Francfort 1969.
- Fetz, E.: *Allgemeine Methodik der Leibesübungen*. 9ª ed., Österreichischer Bundesverlag, Viena, 1988.
- Fetz, E.: *Bewegungslehre der Leibesübungen*. 3ª ed., Österreichischer Bundesverlag, Viena 1989.
- Fetz, F., E. Kornexl: *Anleitungen zu sportmotorischen Tests für Schulen und Vereine*. 3ª ed., Bundesanstalt für Leibesziehung, Innsbruck, 1973.
- Fetz, F., E. Kornexl: *Sportmotorische Tests*. 2ª ed., Bartels & Wernitz, Berlín, 1978.
- Feustel, R.: "Möglichkeiten des Einsatzes digitaler Meßsysteme in den Sportspielen". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 23 (1974), 32-36.
- Filippowitsch, V. I., I. N. Turewskij: "Über die Prinzipien der sportlichen Orientierung von Kindern und Jugendlichen im Zusammenhang mit der altersspezifischen Veränderung in der Struktur der Bewegungsfähigkeiten". *Leistungssport* 7 (1977), 305-308.
- Findeisen, D. G. R., P. Linke, L. Pickenhain (eds.): *Grundlagen der Sportmedizin*., Barth, Leipzig, 1976.
- Findeisen, D. G. R., P. Linke, L. Pickenhain (eds.): *Grundlagen der Sportmedizin*. 2ª ed., Barth, Leipzig, 1980.
- Fischbach, G. D., N. Robbins: "Changes in contractile properties of disused soleus muscles". *J. of Physiol.* (1969), 305-320.
- Fischer, G.: "Methodische Lösungen zur Ausbildung der Schnelligkeit als elementare Leistungsvoraussetzung für Sprintleistungen im Grundlagentraining der Leichtathletik". Tesis doctoral, Leipzig, 1989.
- Fischer, G.: "Konzeptionelle Überlegungen zur Entwicklung von Schnelligkeit und Sprintleistung im Leichtathletik-Nachwuchstraining". *Die Lehre der Leichtathletik* (1990), 32, 19-22; 33, 19-21.
- Fischer, H., M. Kohlenhof: "Untersuchung der Körperdominanz". *Praxis der Kinderpsychologie u. Kinderpsychiatrie* 13 (1964), 173-177.

movimientos de la marcha). Dentro de esta motricidad espinal, los *reflejos propioceptivos* contribuyen decisivamente a mantener el cuerpo en postura erguida; el ejemplo más significativo es el reflejo de estiramiento muscular de los husos musculares (v. pág. 445).

Tronco encefálico

El bulbo raquídeo, el puente de Varolio y el mesencéfalo se agrupan desde el punto de vista funcional en el llamado tronco encefálico. Estas estructuras, consideradas en su conjunto, se ocupan de una *motricidad de sustentación* que se adapte a la *motricidad intencional*.

Las *motricidades intencional y de sustentación* se consideran dos coordinaciones motoras complementarias. La inervación de sustentación que denominamos postura es una condición necesaria de toda acción intencional y sirve para su preparación y su control. La coordinación de secuencias motoras especiales de las extremidades necesita la *motricidad intencional*, y la postura corporal correspondiente necesita la *motricidad de sustentación*.

Cerebelo y ganglios basales

El cerebelo y los ganglios basales (v. también cuerpo estriado y globo pálido) articulan espacial y temporalmente los modelos motores gruesos de los centros asociativos del telencéfalo.

Telencéfalo

La presencia de las áreas corticales motoras, los centros de asociación y las áreas de motivación y de impulsos otorga al telencéfalo una especial importancia para la realización de acciones motoras, para la preparación de esquemas de programas y para la regulación del impulso motor.

En el momento de ejecutar una acción motora, las estructuras anatómicas recogidas en la tabla 8 se encuentran conectadas en serie dentro de una cadena funcional (cf. de Marées, 1979, 70; Schmidt, 1979, 181).

La figura 41 reproduce de forma esquemática la complejidad de los procesos de regulación existentes.

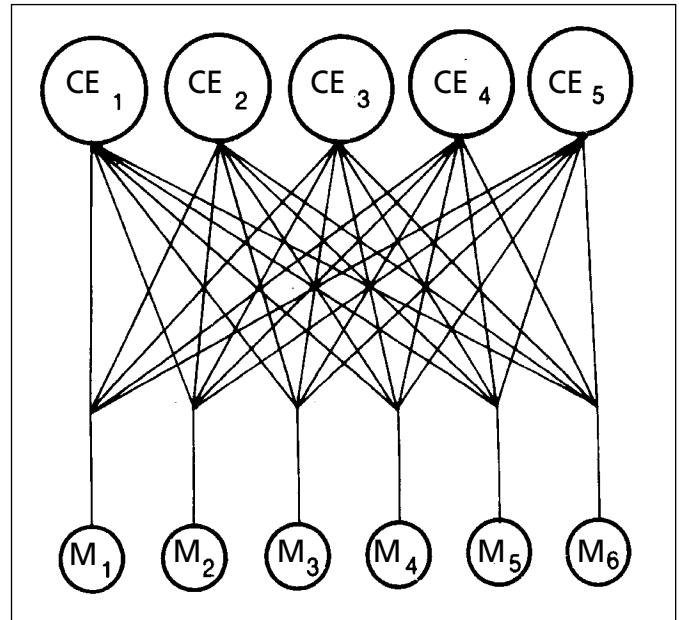


Figura 41. Representación esquemática del cruzamiento complejo de los distintos planos de movimientos y programas para la ejecución de un movimiento en el que participan varios músculos (M₁-M₆) y varios centros efectores (CE₁-CE₅).

Para que todos los movimientos del músculo esquelético se puedan adecuar a las condiciones marco externas se necesita una *retroalimentación (feedback)* continua, suministrada por el efecto que el movimiento ha provocado. Esta *retroalimentación* tiene lugar –al igual que la regulación del movimiento en su conjunto– en distintos niveles organizativos.

La figura 42 muestra las múltiples posibilidades combinatorias de cada uno de los centros de regulación y control; estas posibilidades resultan del cruzamiento de conducciones informativas. La retroalimentación puede discurrir por diferentes planos de regulación. Puede recibirse en los centros de nivel superior proveniente de los de nivel inferior, y viceversa (cf. Beulke, 1980, 173).

Los sistemas de conexión *jerárquicamente inferiores* (p. ej., el plano espinal) se ocupan de un ámbito de regulación muy restringido; en él no se pueden compensar desviaciones importantes del valor real, y sólo se registra una parte de la regulación global del organismo.

Los sistemas de conexión *superiores* (p. ej., supraspinales y corticales) se ocupan ya del organismo en su conjunto, aunque su ámbito de regulación tampoco resulta suficiente para compensar desviaciones extremas. El sistema regulador jerárquicamente *superior* (corteza), con el ámbito de regulación máximo, es el único capaz de integrar todas las posibilidades funcionales del organismo (cf. Trinker, 1974, 14). Los sistemas de regulación y conducción superiores (adaptadores) están por lo general tan imbrica-

El proceso de entrenamiento contribuye a una mayor precisión y economía y a una reestructuración de los diferentes procesos reguladores; los movimientos que al principio se efectuaban con la intervención del plano superior (corteza cerebral) se van *automatizando* progresivamente, esto es, se van desarrollando en niveles más bajos y, por tanto, de forma inconsciente y sin control del cerebro. De esta forma se descarga de trabajo a la corteza cerebral, que puede dedicarse a otras tareas motoras (detalles).

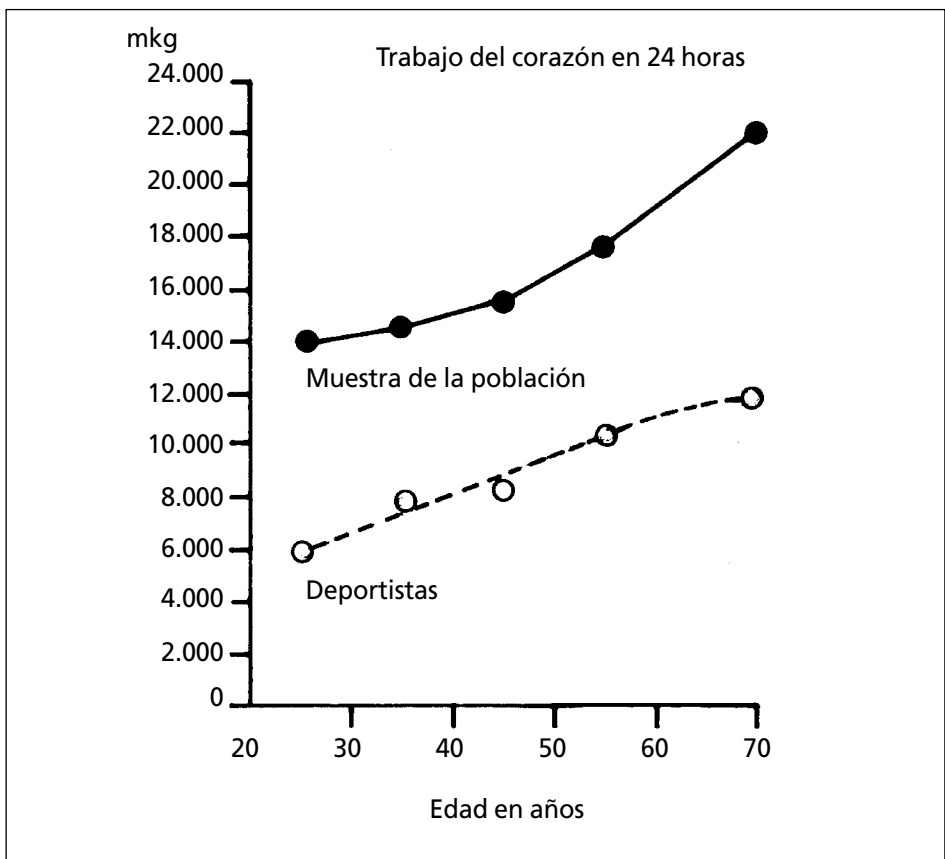


Figura 428. Trabajo del corazón en deportistas de resistencia bien entrenados, en comparación con el conjunto de la población (de Mellerowicz, citado en Nöcker, 1976, 122).

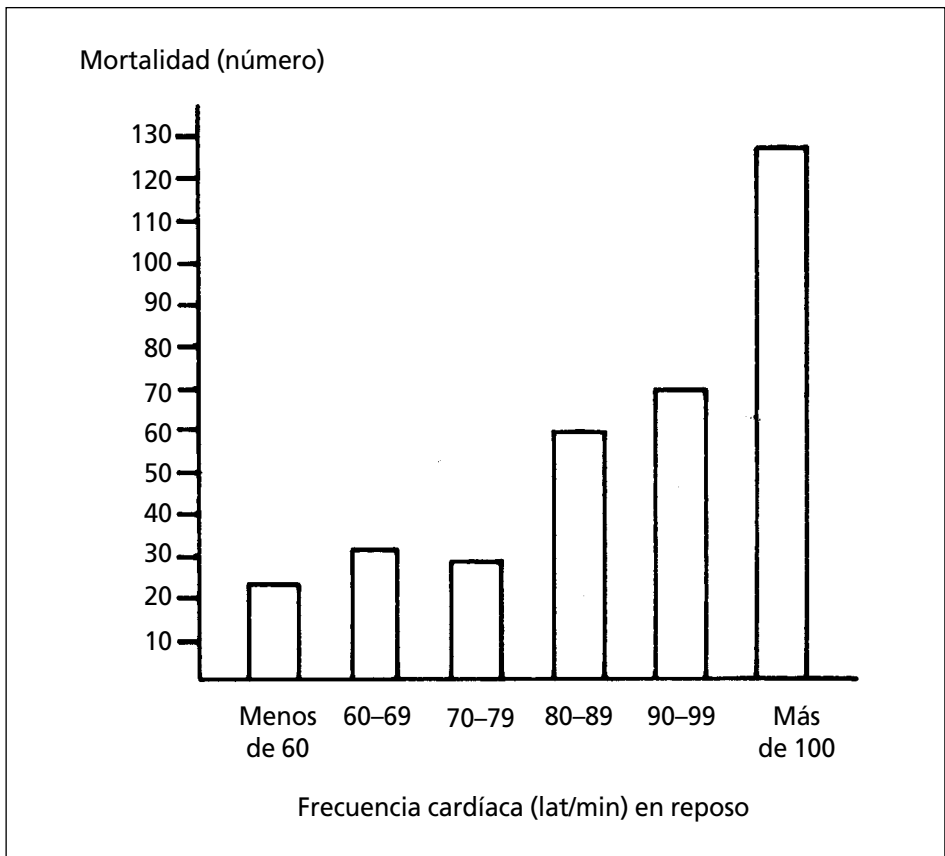


Figura 429. Relación entre frecuencia cardíaca (en reposo) y mortalidad en 10 años debida a enfermedades coronarias (sobre 1.349 varones de entre 40-59 años anteriormente sanos) (de Schwandt, 1975, 11).

así como el cambio de ritmo (desgaste de la capacidad anaeróbica) y los esprints intermedios y finales, pues estas prácticas exigen a los niños –como ya hemos mencionado– tiempos de recuperación excesivos (cf. Wasmund/Novacki, 1978, 68).

Para el entrenamiento de la resistencia en la edad infantil es muy válido (y extrapolable también a los ámbitos juvenil y adulto) el principio de que “no mata la distancia, sino el ritmo”. El problema fundamental no es la duración de la carga, sino su intensidad; en un estudio sobre chicos de 13 años efectuado después de una carrera de 10 km, Haralambie (1976, 454 s.) no ha podido constatar síntomas patológicos de ningún tipo.

Entrenamiento de la resistencia en la primera y segunda fase puberal (pubescencia y adolescencia)

La entrenabilidad máxima se da en los niños sobre todo en los períodos de crecimiento acelerado (cf. Dobrzynski, 1976, 456; Koinzer, 1978, 145). Dado que el organismo infantil experimenta los cambios más radicales en la pubertad, la capacidad de adaptación y por tanto la entrenabilidad son máximas en este momento. El desarrollo de las características físicas como la resistencia y la fuerza es excelente, debido al aumento de peso y estatura producido por el crecimiento (v. Bringmann, 1973, 845; Dietrich y cols., 1974, 142 s.; Israel/Buhl, 1980, 33). En este sentido, el desarrollo de la resistencia tiene su momento de entrenabilidad óptimo sobre todo en el momento del empujón del crecimiento longitudinal, con varias circunstancias asociadas: una relación favorable entre corazón y peso corporal, el desarrollo del crecimiento en anchura (segunda fase puberal) y un fuerte aumento de la musculatura (cf. Komadel 1975, 80).

El desarrollo pleno de la capacidad de rendimiento en resistencia no se alcanza si en la época de la pubescencia no se trabaja suficientemente la capacidad de adaptación funcional (v. pág. 107). Así pues, el entrenamiento en esta edad es un factor decisivo para la posterior capacidad de rendimiento (cf. Kindermann, 1974, 1767; Dietrich y cols., 1974, 142, s.; Sperling, 1975, 71), sobre todo porque en este momento se dispone de una elevada capacidad de carga y tolerancia ante ésta (Köhler, 1977, 608). Dado que en la pubescencia, y sobre todo en la adolescencia, la capacidad anaeróbica aumenta de forma significativa (cf. Labitzke/Vogt, 1976, 153; Wasmund/Novacki, 1978, 68), se puede utilizar en este momento métodos y contenidos de entrenamiento orientados hacia la mejora selectiva de la capacidad de resistencia anaeróbica. No obstante, estos métodos y contenidos deberían dosificarse y aplicarse de forma limitada y muy específica. Hacia el final de la adolescencia se dan ya las condiciones de carga que permiten

un nuevo incremento de la intensidad y del volumen, y por tanto, una creciente aproximación al entrenamiento de los adultos.

Métodos y contenidos de entrenamiento para niños y jóvenes

Los principales métodos de entrenamiento en la edad infantil y juvenil son el método continuo, el método interválico de corta duración y las cargas interválicas. Son inapropiados el método de repeticiones, sobre todo con distancias que exijan un fuerte desgaste de la glucólisis anaeróbica, y el método de competición, sobre todo en el ámbito del medio fondo.

Dado que el entrenamiento de carrera continua puede adquirir un marcado carácter de monotonía, debemos buscar una selección extraordinariamente general y variada para conseguir la necesaria amenidad.

Tampoco deberíamos olvidar que la carrera se puede organizar de forma más atractiva con el uso instrumentos de locomoción (patines de ruedas o de hielo, esquís, etc.).

El gusto por el entrenamiento de la resistencia está estrechamente vinculado con el tipo de realización.

Métodos de entrenamiento para la edad preescolar y escolar temprana y tardía (hasta los 12/13 años)

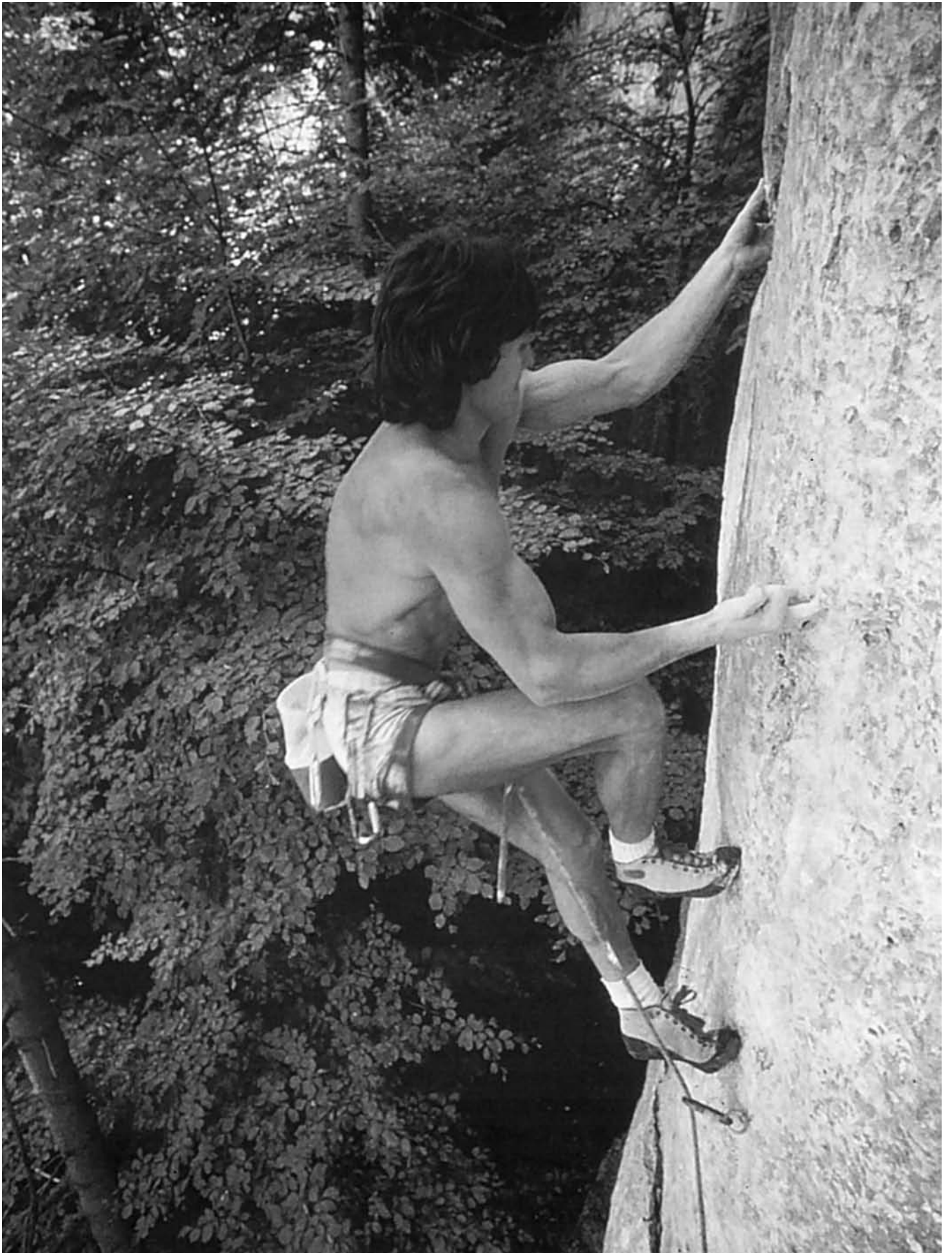
Los principales métodos de entrenamiento para desarrollar la resistencia de base son el “método interválico”, las cargas interválicas y el método continuo con modificaciones que lo adapten a los niños. El entrenamiento de la resistencia tiene que orientarse en sus métodos y contenidos en función de los hábitos motores “naturales” de los niños. Así pues, no todo lo que se conoce como formas de entrenamiento “clásicas” resulta apropiado para trabajar la resistencia de los niños. Por ejemplo, los “clásicos” del trabajo de la resistencia como la carrera continua y el *fartlek* son “posibilidades cercanas”, no contenidos “de la primera sesión” en el entrenamiento de resistencia con niños y jóvenes (cf. Medler, 1989, 58).

El objetivo superior tiene que ser desarrollar, y después mantener a largo plazo, el gusto por correr mucha distancia y lentamente. Sin embargo esto sólo se consigue mediante lo que podríamos denominar trote interválico, esto es, se recorre al trote un tiempo o una distancia determinados en función de la capacidad de rendimiento y se camina de nuevo para recuperarse. Las cargas continuas en el sentido de estímulos de resistencia sólo son aceptables cuando la atención se centra en otras cosas, por ejemplo, en la actividad con un balón.

- Baldwin, K. y cols.: "Respiratory capacity of white, red and intermediate muscle: adaptative response to exercise". *Amer. J. of Physiol.* 222 (1972), 373-378.
- Ballarin, E., C. Borsetto, M. Cellini, M. Patracchini, P. Vitiello, F. Conconi: "Adaptation of the "Conconi" Test to children and adolescents". *Int. J. Sports Med.* 10 (1989), 334-338.
- Ballor, D. L., M. D. Becque, C. R. Marks, K. L. Nau, V. L. Katch: "Physiological responses to nine different exercise-rest protocols". *Med. and Sci. in Sports and Exerc.* 21 (1989), 90-95.
- Ballreich, R.: *Weg- und Zeitmerkmale von Sprintbewegungen*. Bartels & Wernitz, Berlin 1969.
- Ballreich, R.: "Probleme und Methoden der Bewegungsforschung". *Sportwissenschaft* 2 (1972), 9-32.
- Bang, H., J. Dyerberg, A. Nielsen: "Plasma lipid and lipoprotein pattern in Greenlandic westcoast eskimos". *Lancet* (1971), 1, 1143-1146.
- Banister, E. W., W. Rajendra, B. Match: "Ammonia as an indicator of exercise stress: implications of recent findings to Sports medicine". *Sports Med.* 2 (1985), 34-46.
- Barclay, J., W. Stainsby: "The role of blood flow in limiting maximal metabolic rate in muscle". *Med. and Sci. in Sports* 7 (1975), 116-119.
- Barnbeck, U.: "Zur Struktur der körperlichen Leistungsfähigkeit und der Einordnung des Psychischen". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 29 (1980), 617-619.
- Baron, R., N. Bachl, L. Prokop: "Stehvermögenindex – eine Möglichkeit zur Beurteilung der anaeroben Ausdauer am Beispiel Fußball". *Österr. J. Sportmed.* 17 (1987), 1, 4-7.
- Baron, R., R. Petschnig, N. Bachl, A. Engel: "Isokinetische Messungen der Streckkraft des Musculus quadriceps femoris bei gesunden untrainierten Personen im Vergleich zu Kraftsportlern". *Medizin und Sport* 29 (1989), 207-210.
- Bar-Or, O.: "Physiologische Gesetzmäßigkeiten sportlicher Aktivität beim Kind". En: Howald, H., E. Hahn (eds.). *Kinder im Leistungssport*, Birkhäuser, Basilea – Boston – Stuttgart, 1982.
- Barsley, M.: "The left-handed book - an investigation into the sinister history of left-handedness", Londres. 1966.
- Bartel, W.: "Die Bedeutung unterschiedlicher wöchentlicher Trainingshäufigkeit bei definierter Reizintensität und -dauer für die Entwicklung der physischen Leistungsfähigkeit". *Medizin und Sport* 17 (1977), 18-27.
- Bartel, W.: "Die Wirksamkeit eines wöchentlich einmal durchgeführten Trainings auf ausgewählte Parameter der körperlichen Leistungsfähigkeit". *Wissenschaftl. Z. der DHfK*, Leipzig 18 (1977), 2, 109-120.
- Bartel, W.: "Ausgewählte Probleme der Trainingsgestaltung im Freizeit- und Erholungssport der Werktätigen unter dem Aspekt der Betonung des Ausdauerlaufs". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 28 (1979), 55-57.
- Barth, B.: "Strategie und Taktik - Gegenstand der Theorie und Methodik des sportlichen Trainings". *Wissenschaftl. Z. der DHfK*, Leipzig 17 (1976), 3, 57-65.
- Barth, B.: "Zur technisch-taktischen Grundausbildung im Fechten". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 27 (1978), 288-293.
- Barth, B., H. Kirchgässner, F. Schubert: "Zur strategisch-taktischen Ausbildung im Nachwuchstraining der Kampfsportler". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 27 (1978), 757-763.
- Bartlett, F.: *Remembering*. Cambridge University Press, Cambridge 1932. Existe traducción castellana: *Recordar: estudio de psicología experimental y social*. Alianza Editorial, 1995.
- Bartonietz, K.: "Effektivität im Krafttraining". *Leistungssport* 22 (1992), 5, 5-14.
- Bauer, G., H. Ueberle: *Fußball - Faktoren der Leistung, Spieler- und Mannschaftsführung*. BLV Verlagsgesellschaft, München - Viena - Zürich, 1984. Existe traducción castellana: *Fútbol*. Ed. Martínez Roca, 1988.
- Bauer, H.: "Das Prinzip der sogenannten objektiv-ergänzenden Schnellinformation - Ansätze zur Präzisierung einer Trainingsmethodik". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 29 (1980), 665-668.
- Bauermeister, W., H. Teuber: *Lehrbuch des Schulsondeturnens*. Dümmler, Bonn 1971.
- Bauersfeld, M.: "Standpunkte zur Ausbildung der Schnelligkeit im Grundlagentraining". *Theorie und Praxis Leistungssport* 24 (1986), 10, 98-103.
- Bauersfeld, M., G. Voß: *Neue Wege im Schnelligkeitstraining*. Philippka Verlag, Münster 1992.
- Baumann, S.: "Die Einstellung als funktionales Regulativ sportlichen Handelns". *Leistungssport* 11 (1981), 294-300.
- Baumann, S.: *Praxis der Sportpsychologie*. blv Verlag, München 1986.
- Baur, J.: "Über die Bedeutung 'sensibler Phasen' für das Kinder- und Jugendtraining". *Leistungssport* 17 (1987), 4, 9-14.
- Beaubaton, D., G. Amato, E. Trouche, E. Legallet: "Effects of putamen cooling on the latency. Speed and accuracy of a pointing movement". *Brain Research* 196 (1980), 572- 576.
- Beaulieu, J. E.: "Developing a stretching program". *Physician Sports Med.*, Minneapolis 9 (1981), 11, 59-69.
- Beck, E.: "Mentales Training in der Vorbereitung des Fechters". *Leistungssport* 7 (1977), 212-213.
- Becker, U., K. Oltmanns: "Umsteiger statt Aussteiger? - Überlegungen zur Vielseitigkeit im Nachwuchstraining". *Die Lehre der Leichtathletik* (1984), 17, 1271-1274.
- Behrend, R.: "Methodische Lösungen für ein schnelligkeitsorientiertes Sprungtraining im leichtathletischen Aufbautrai-

Parte VI

**ENTRENAMIENTO PARA LA
SALUD COMO PREVENCIÓN
Y REHABILITACIÓN
DE ENFERMEDADES
CARDIOVASCULARES
O DEBIDAS A CARENCIA
DE MOVIMIENTO**



Método, variación o combinación de métodos	Efecto inmediato: tiempo hasta la aparición de la supercompensación [días]	Aparición del efecto retardado [días/semanas]
Entrenamiento de musculación (40-60 %): • sesión de entrenamiento • ciclo de 3 semanas	3 días	4-6 semanas
Método de la intensidad elevada y máxima, sobre el ejemplo de un entrenamiento piramidal: • sesión de entrenamiento	7 días	
Entrenamiento concéntrico "puro": • sesión de entrenamiento • ciclo de 3 semanas	1 día	3 semanas
Entrenamiento concéntrico, intensificado mediante el método de contraste: • ciclo de 3 semanas		6 semanas
Método excéntrico (120-80): • sesión de entrenamiento • ciclo de 3 semanas	1 día	10-12 semanas
Método excéntrico, intensificado mediante el método de contraste: • sesión de entrenamiento • ciclo de 3 semanas	8-10 días	10-12 semanas
Pliometría sencilla: • sesión de entrenamiento • ciclo de 3 semanas	1 día	2-3 días
Pliometría media: • sesión de entrenamiento • ciclo de 3 semanas	3 días	1 semana
Pliometría intensiva: • sesión de entrenamiento • ciclo de 3 semanas	10 días	2-3 días
Pliometría intensiva, reforzada mediante el método de contraste: • sesión de entrenamiento • ciclo de 3 semanas	15 días	6 semanas
Método estático-dinámico: • sesión de entrenamiento	1 día	
Isometría total: • sesión de entrenamiento • ciclo de 3 semanas	3-5 días	6 semanas
Isometría máxima: • sesión de entrenamiento • ciclo de 3 semanas	7-10 días	9 semanas

Tabla 47. Efecto inmediato y retardado de diferentes métodos de entrenamiento

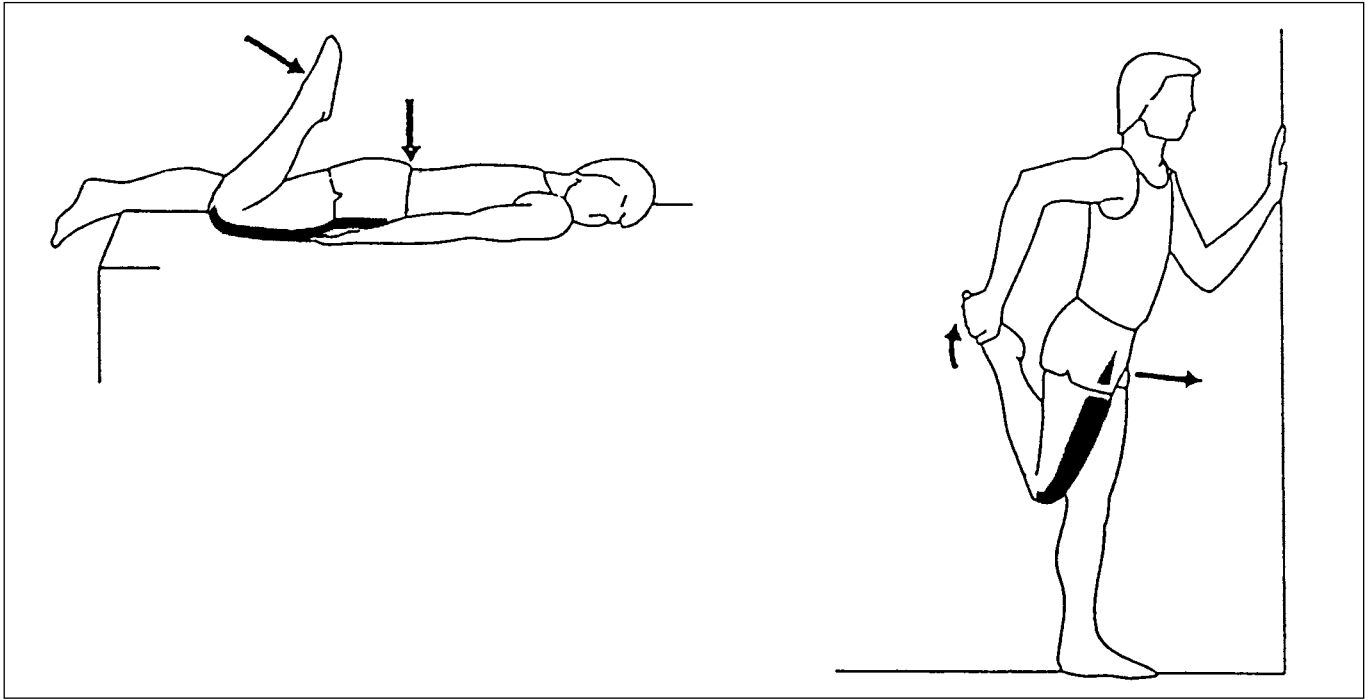


Figura 368. Test para comprobar el acortamiento del recto femoral (izquierda). Ejercicio de estiramiento (derecha) (de Weineck, 1994, 152).

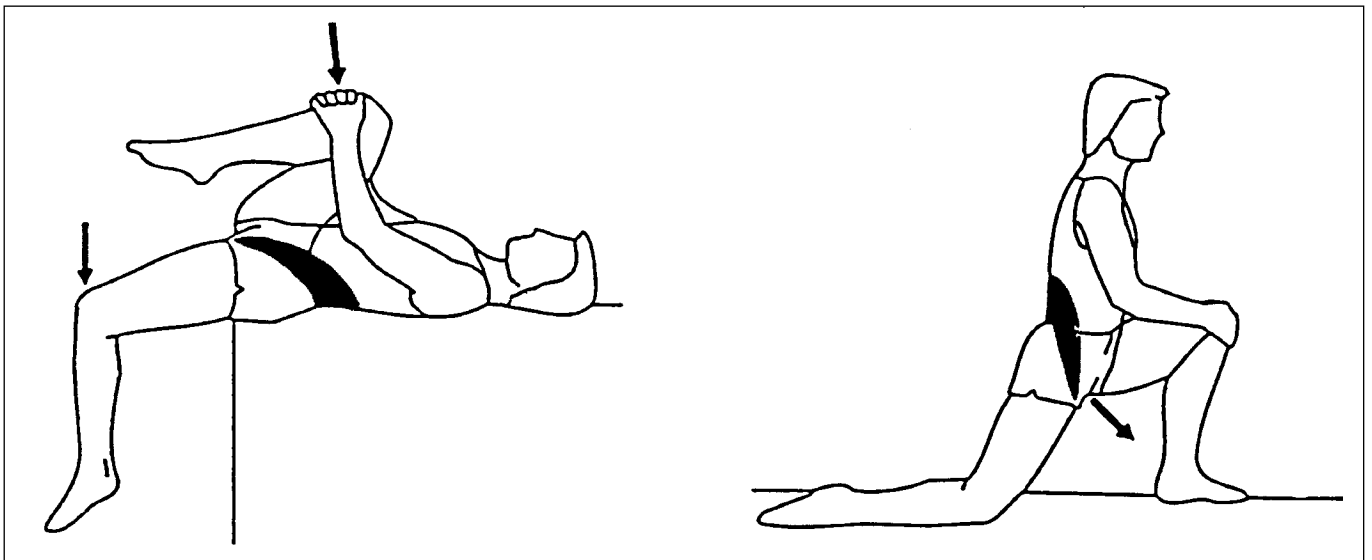


Figura 369. Test para comprobar un acortamiento del músculo psoas iliaco (izquierda). Ejercicio para su estiramiento (derecha) (de Weineck, 1994, 137).

369 muestra la realización del ejercicio del test y el ejercicio apropiado para estirar el músculo acortado.

4. Examen de la capacidad de estiramiento de los músculos aductores

Las lesiones de los aductores del muslo figuran entre las más frecuentes en muchas modalidades de juego. La causa suele ser una insuficiente capacidad de estiramiento de este grupo muscular (debida a las carencias del trabajo

de estiramiento). La figura 370 (izquierda) muestra la forma de comprobar la capacidad de estiramiento de este grupo muscular con la ayuda del test de Janda. Una abducción de 60° indica una capacidad de estiramiento buena. Una abducción de entre 40° y 60° es síntoma de un acortamiento ligero, y de un acortamiento intenso, en caso de situarse entre 25° y 40°. Como medida compensatoria resulta apropiado el ejercicio de estiramiento descrito en la figura 370 (derecha).

20. Aparentemente no existe un perfil unitario de los individuos altamente dotados; se observa una gran riqueza de variedades, pero también un considerable predominio de la motivación por el rendimiento, disposición a la fatiga y un nivel de exigencia generalmente elevado.
21. El desarrollo de talentos en el deporte está subordinado a un objetivo –el mayor rendimiento posible del individuo– y se encuentra en un campo de fuerzas opuestas cuyos polos son, por una parte, la preparación continua a largo plazo, con un entrenamiento planificado y sistemático, y por otra parte, la espontaneidad, el azar y la improvisación.”

Importancia de la búsqueda de talentos y la determinación de aptitudes

La selección de talentos deportivos debe hacerse de forma correcta y a su debido tiempo, pues los rendimientos deportivos máximos en términos absolutos sólo se consiguen con una preparación sistemática y a largo plazo, que puede necesitar un período de tiempo de 6 a 10 años (cf. DSB, 1973, 7). Esto significa que antes de la edad de máximo rendimiento debe delimitarse el período de entrenamiento correspondiente a la disciplina deportiva (tabla 13), para conseguir la capacidad de rendimiento óptima en el momento correcto.

Modalidad	Zona I		Zona II		Zona III	
	Primeros éxitos		Rendimientos óptimos		Estabilización de los rendimientos máximos	
Atletismo	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
100 m	19-21	17-19	22-24	20-22	25-26	23-25
200 m	19-21	17-19	22-24	20-22	25-26	23-25
400 m	22-23	20-21	24-26	22-24	27-28	25-26
800 m	23-24	20-21	25-26	22-25	27-28	26-27
1.500 m	23-24		25-27		28-29	
5.000 m	24-25		26-28		29-30	
10.000 m	24-25		26-28		29-30	
Maratón	25-26		27-30		31-35	
110 m vallas	22-23	18-20	24-26	21-24	27-28	25-27
400 m vallas	22-23		24-26		27-28	
3.000 m obstáculos	24-25		26-28		29-30	
20 km marcha	25-26		27-29		30-32	
50 km marcha	26-27		28-30		31-35	
Salto de altura	20-21	17-18	22-24	19-22	25-26	23-24
Salto con pértiga	23-24		25-28		29-30	
Salto de longitud	21-22	17-19	23-25	20-22	26-27	23-24
Triple salto	22-23		24-27		28-29	
Lanzamiento de peso	22-23	18-20	24-25	21-23	26-27	24-25
Lanzamiento de disco	23-24	18-21	25-26	22-24	27-28	25-26
Lanzamiento de jabalina	24-25	20-22	26-27	23-24	28-29	25-26
Lanzamiento de martillo	24-25		26-30		31-32	
Decatlón	23-24		25-26		27-28	
Pentatlón		21-22		23-25		26-28

Tabla 13. Las zonas de edad en diferentes modalidades y disciplinas atléticas (Lempart, citado en Adolph, 1979, 17)

21 Métodos psicológicos para eliminar factores de distorsión psíquicos que influyen sobre la capacidad de rendimiento deportivo

Hipnosis

Este procedimiento no es aplicable a todas las personas, pues depende de una sensibilidad específica para la sugestión externa que aquí tiene lugar.

Realización

El hipnotizador lleva al deportista a un estado próximo al sueño. A continuación se le sugieren a este último instrucciones que pondrá en práctica bajo el influjo de la hipnosis o en el posterior estado de vigilia.

Posibilidades y límites en la práctica deportiva

Las medidas de sugestión hipnótica pueden influir sobre el rendimiento deportivo, sobre todo en el ámbito psíquico: en casos de miedo injustificado al fracaso, miedo ante un contrario supuestamente más preparado, etc.

En cambio, el aumento del rendimiento físico sólo resulta posible en la medida en que la hipnosis elimine en el ámbito psíquico factores de distorsión o inhibiciones que influyan sobre un rendimiento potencial. La orientación consciente y la concentración sobre la competición no resultan posibles, pues el autocontrol está en gran medida desconectado durante la hipnosis.

Dadas las dificultades técnicas que presenta la hipnosis, sobre todo en el ámbito de la preparación para la competición, los límites de su aplicación en el ámbito deportivo suelen ser bastante estrechos (cf. Kemmler, 1973, 50).

Desensibilización. Modificación sistemática del comportamiento

En el *entrenamiento de desensibilización* se elaboran, después de un trabajo sistemático con los contenidos de la competición inmediata, los factores traumatizantes individuales, hasta que vayan perdiendo poco a poco importancia en este ámbito mental y se superen los trastornos en el ámbito de los mecanismos de regulación nerviosa (v. Hahn, 1972, 284).

La desensibilización fue desarrollada por Wolpe (1958) como método de terapia del comportamiento. Sirve para eliminar o reducir las formas de comportamiento neuróticas, como, por ejemplo, el miedo como síntoma de realizaciones inadaptadas debidas a procesos de aprendizaje "erróneos" (Kemmler, 1973, 91).

Finalmente, en el caso de la *modificación sistemática del comportamiento*, los ejercicios de relajación se repiten hasta que la representación mental de la situación no provoca ya, por el efecto de habituación, reacciones de inhibición.

Tests de la fuerza rápida

Dada la gran importancia de la fuerza rápida para muchas modalidades, su control mediante tests específicos es de un interés primordial para la organización del entrenamiento. El control de la fuerza rápida se puede realizar de forma sencilla e indirecta mediante diferentes tests de fuerza de salto, de lanzamiento y de esprint (v. también pág. 293).

1. Métodos sencillos para el cálculo de la fuerza rápida

a) Mediciones de tiempo

Con este método se mide, con la ayuda de un cronómetro, el tiempo necesario para un número determinado de repeticiones con un peso constante, ligero o mediano, y con una frecuencia máxima. Como período óptimo se considera un tiempo de carga de entre 10 y 15 segundos (cf. Berger, 1965, 1090). Con cargas de salto (de una o ambas piernas) se puede utilizar también el tiempo necesario para efectuar un recorrido determinado.

b) Mediciones de longitud o de altura

Con estas mediciones se calcula la fuerza rápida de forma indirecta mediante las correspondientes longitudes o alturas. Las tablas comparativas permiten estimar los rendimientos en las diferentes etapas de edad. Sobre el ejemplo del registro de la fuerza de salto, expondremos aquí brevemente el cálculo de la fuerza rápida con ayuda de estos procedimientos.

• *Medición de la fuerza de salto*

Midiendo saltos sencillos o múltiples se puede calcular, rápidamente y sin un despliegue especial de medios, la fuerza rápida *vertical* u *horizontal* (cf. Binz, 1985, 37; Grosser/Starischka, 1986, 64; Binz/Wenzel, 1987, 4; Faina y cols., 1988, 160; Geese, 1990, 24).

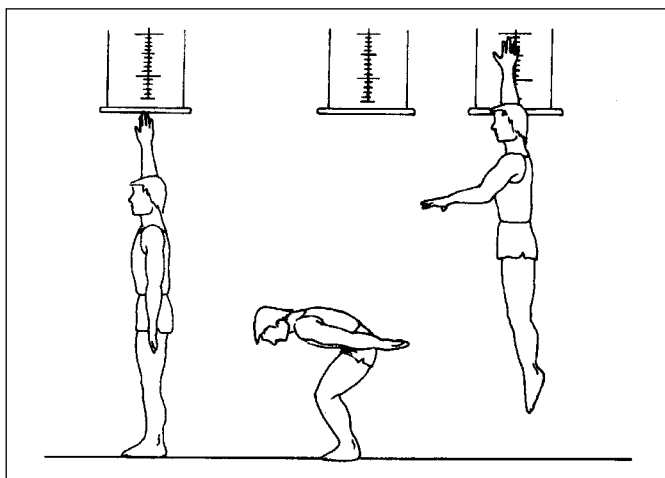


Figura 204. Realización del test “detente” (jump-and-reach).

• *Cálculo de la fuerza de salto vertical mediante el salto de altura sin carrera*

El registro de la fuerza de salto en vertical tiene en muchas modalidades –sobre todo en baloncesto y voleibol, pero también en fútbol y balonmano– una importancia no desdeñable para la capacidad de rendimiento individual. El entrenador tiene que compensar las carencias en este ámbito mediante un entrenamiento específico de la fuerza.

El salto de altura sin carrera puede examinarse de manera sencilla mediante la prueba conocida como *detente* (salto de diferencia; fig. 204).

La tabla 38 nos ofrece valores comparativos tomados de diferentes modalidades.

Para niños y jóvenes, Crasselt/Forchel/Stemmler (1985, 266) exponen los promedios recogidos en la tabla 39.

Atención. Debido al fenómeno de la aceleración secular no sólo aumentan los valores de estatura y peso de niños y jóvenes, sino también sus rendimientos de salto. Las tablas anticuadas producen a veces, con sus valores excesivamente bajos, la impresión de una capacidad de rendimiento elevada.

Con un entrenamiento de la fuerza selectivo, adecuado al niño, se puede conseguir un considerable aumento de la fuerza de salto, tanto horizontal como vertical; en paralelo a este proceso se produce una mejora de la fuerza de esprint (cf. Diekmann/Letzelter, 1987, 284; Steinmann, 1990, 337).

• *Cálculo de la fuerza de salto horizontal mediante el salto de longitud sin carrera o mediante saltos múltiples*

Como herramientas apropiadas para comprobar la fuerza de salto horizontal (en longitud) tenemos sobre todo el *salto de longitud sin carrera*, pues no es muy exigente desde el punto de vista coordinativo. Por el contrario, los *saltos múltiples* requieren un alto nivel en cuanto a la capacidad de equilibrio y de adaptación, y son por tanto más apropiados para una capacidad de rendimiento avanzada.

Atención. El cálculo por separado de la fuerza de salto vertical y horizontal interesa porque las dos variantes de la fuerza rápida corresponden a grupos musculares parcialmente diferentes, y tienen por tanto que entrenarse de forma diferente.

- ¿Cómo establecer la intensidad de la carga en el entrenamiento de resistencia a partir del rendimiento del valor de umbral?

Principio de Conconi: bases fisiológicas del rendimiento

Como se puede ver en la figura 93, con un incremento continuo de la carga se establece una relación lineal entre la intensidad de la carga y la frecuencia cardíaca. A partir

de una determinada intensidad de carrera se produce una desviación –conocida como punto de inflexión de la frecuencia cardíaca–, a partir de la cual la intensidad puede seguir creciendo, pero la frecuencia cardíaca no aumenta en la misma medida que antes.

En los estudios de Pendergast/Cerretelli/Rennie (1979, 754) se observa que, al superar cargas el umbral anaeróbico, el aumento del consumo de oxígeno aumenta menos

Categoría de edad [años]	Rendimiento en resistencia (metros corridos en 15 min)		
	Bueno	Suficiente	Insuficiente
Chicos			
7	> 2.600	2.600-2.200	< 2.200
8	> 2.800	2.800-2.300	< 2.300
9	> 3.000	3.000-2.400	< 2.400
10	> 3.200	3.200-2.600	< 2.600
11	> 3.300	3.300-2.700	< 2.700
12	> 3.400	3.400-2.800	< 2.800
13	> 3.500	3.500-2.900	< 2.900
Chicas			
7	> 2.300	2.300-2.000	< 2.000
8	> 2.400	2.400-2.100	< 2.100
9	> 2.600	2.600-2.300	< 2.300
10	> 2.800	2.800-2.400	< 2.400
11	> 3.000	3.000-2.500	< 2.500
12	> 3.100	3.100-2.600	< 2.600
13	> 3.200	3.200-2.700	< 2.700

Tabla 25. Evaluación del rendimiento en resistencia sobre la base de la distancia recorrida en carrera de 15 minutos, en función de la edad de los deportistas, de ambos sexos (de Pahlke/Peters 1979, 359)

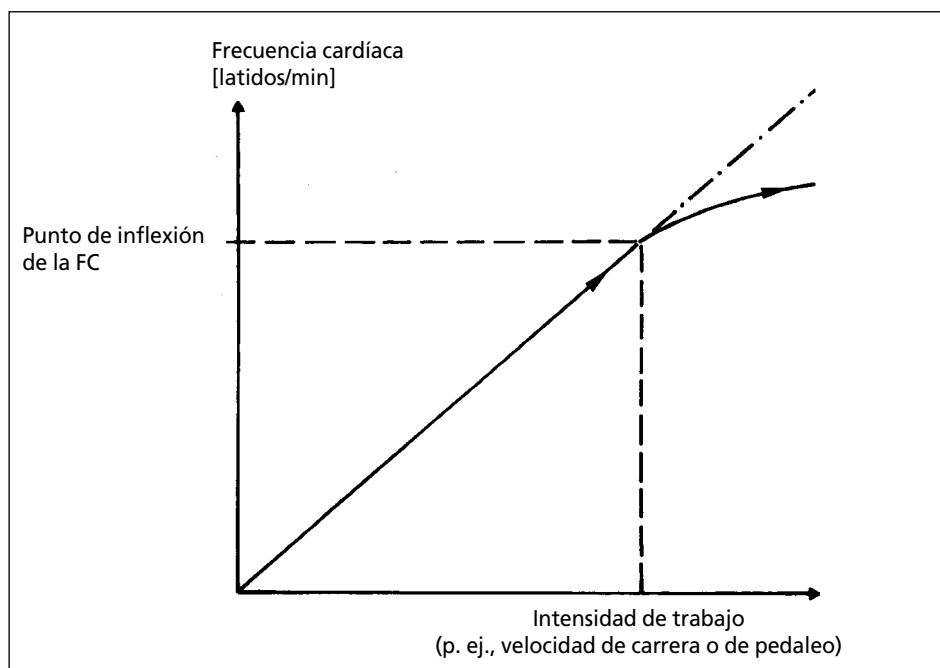


Figura 93. El principio de Conconi (de Janssen, 1989, 19).

La capacidad de reacción depende en gran medida de la motivación, esto es, el estado de vigilia, y de la concentración a ella asociada (cf. Vilknér, 1982, 197). La importancia de la capacidad de concentración para la capacidad de reacción se deduce claramente de los estudios de Müller/Hoffmann (1987, 34/35): al comparar diferentes valores de entrenamiento –los primeros diez valores con los últimos diez de una sesión de entrenamiento– se pudo observar una significativa prolongación del tiempo de reacción al disminuir la concentración. Asimismo, Pöppel/Pöppel (1985, 54) han podido mostrar que las pérdidas de concentración son causa inmediata de tiempos de reacción más largos.

Con un entrenamiento específico se puede mejorar en 4 semanas, de forma mensurable, tanto el tiempo de reacción como la capacidad de concentración: para ello interesa especialmente un entrenamiento intensivo, que exija hasta el último momento la máxima concentración (cf. Pöppel/Pöppel, 1985, 54).

Vemos, pues, que las mejoras relevantes para el juego son fruto aquí también más de la calidad (intensidad máxima) que de la cantidad del entrenamiento.

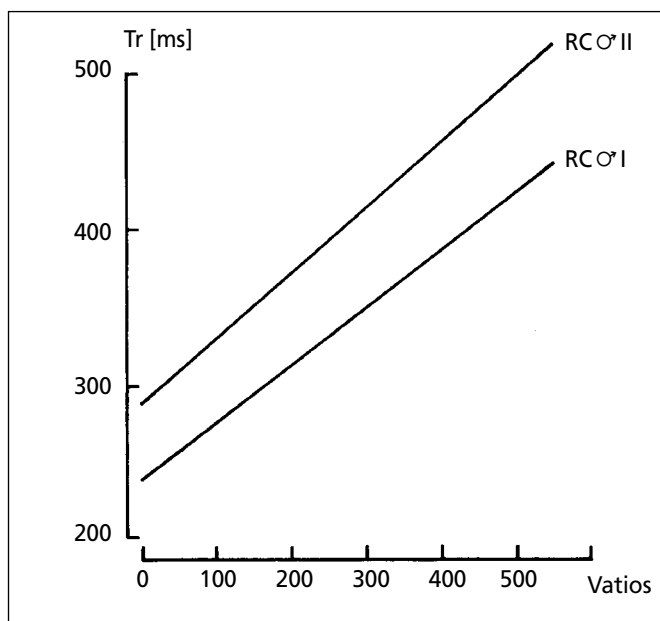


Figura 302. Comportamiento del tiempo de reacción (Tr) durante una carga continua en aumento progresivo.

RC I = ciclistas de fondo en carretera, equipo nacional.

RC II = ciclistas de fondo en carretera, equipo junior (modificado de Szmodis, 1977).

Forma de reacción		Test nº			Mejora [%]
		I	II	III	
Acústica, de motricidad fina (A)	Total	158,40	149,53	141,41	10,61
	Adultos	153,64	146,16	137,79	10,19
	Jóvenes	167,49	155,95	148,32	11,41
	Fuertes	150,83	142,39	136,58	9,24
	Más débiles	163,56	154,41	144,71	11,54
Óptica, de motricidad fina (O)	Total	189,51	179,87	171,31	9,56
	Adultos	185,55	175,52	167,25	9,82
	Jóvenes	197,07	188,18	179,15	9,06
	Fuertes	184,50	175,78	168,75	8,55
	Más débiles	192,94	182,68	173,12	10,26
Sencilla, de motricidad gruesa (S)	Total	346,21	335,97	314,64	8,77
	Adultos	338,08	331,09	308,85	8,56
	Jóvenes	362,03	345,27	325,72	9,16
	Fuertes	340,80	328,54	310,85	8,64
	Más débiles	350,09	341,05	317,24	8,66
Reacción electiva, de motricidad gruesa (E)	Total	418,76	402,79	381,82	9,65
	Adultos	407,20	388,80	369,96	8,96
	Jóvenes	451,65	429,52	404,51	10,97
	Fuertes	411,59	369,67	370,93	9,52
	Más débiles	429,93	413,14	389,29	9,75

Tabla 50a

18 Entrenamiento de la táctica deportiva

Definición

Por táctica entendemos el comportamiento planificado en una competición individual o de equipo y enfocado a la capacidad de rendimiento propia y del contrario y a las circunstancias exteriores (v. Zech, 1971, 494).

Tipos de táctica deportiva

También en este ámbito distinguimos entre una táctica *general* y una táctica *específica*.

La táctica *general* se refiere a las reglas y regularidades generales del comportamiento táctico, mientras que la táctica *específica* es propia de la modalidad y necesita su correspondiente entrenamiento.

Componentes de la táctica deportiva

La figura 406 nos resume los componentes de la estructura de la acción táctica. Un comportamiento óptimo en competición necesita una actitud táctica óptima por parte del deportista. No obstante, un esquema táctico sólo es aplicable con el fundamento de su correspondiente *base técnica*, las *condiciones físicas necesarias* y unas *capacidades psíquico-volitivas e intelectuales* adecuadas. ¿Cómo poner en práctica la orden táctica de “juego directo” si no se dispone de las capacidades técnicas necesarias? ¿Qué sentido tendría la indicación de “marcaje individual” si el contrario nos supera en todos los terrenos que tienen que ver con la velocidad y la resistencia? Finalmente, ¿cómo obtendremos cooperación en el juego de equipo cuando el compañero es incapaz de comprender o de trasladar a hechos las situaciones de competición dadas, o cuando pierde cada lance de uno contra uno por carencias en la entrega o en la disposición al rendimiento?

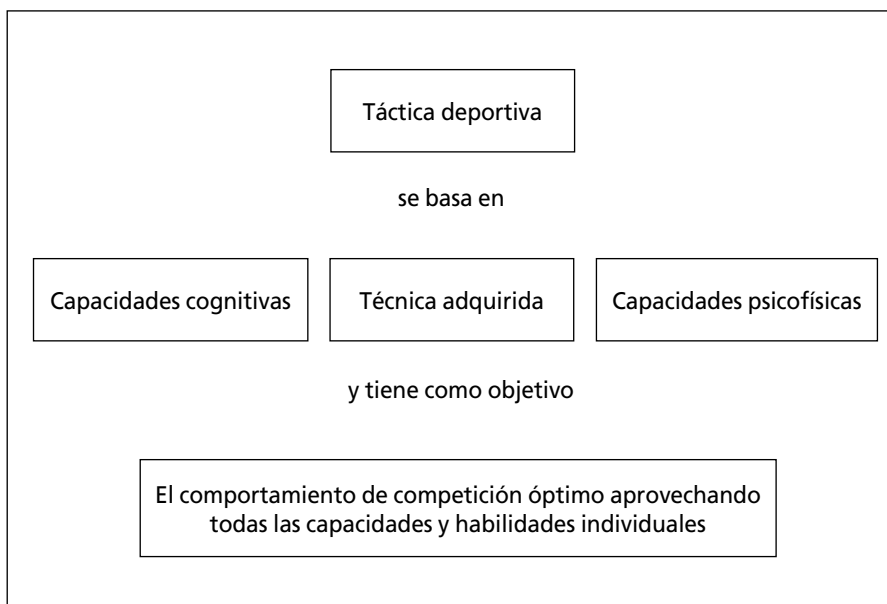


Figura 406. Componentes de la estructura de la acción táctica.

- Adaptación a estímulos de corta duración, intensos y con predominio de la fuerza (p. ej., cargas de fuerza máxima y de fuerza rápida).

Después de mejorar la coordinación *intramuscular* e *intermuscular*, el músculo continúa adaptándose a través de un *aumento de la sección transversa* de las diferentes fibras musculares. Esta *hipertrofia* (v. también pág. 230) del músculo le proporciona una mayor fuerza de contracción. En paralelo a este proceso, aumenta la capacidad del metabolismo aláctico anaeróbico (fosfatos ricos en energía) si se la somete a desgaste.

- Adaptación a estímulos intensos, que exigen una elevada resistencia láctica anaeróbica (p. ej., cargas de resistencia de fuerza y de resistencia de velocidad).

En paralelo a la carga se produce una mejora de la capacidad anaeróbica láctica –objeto de interés primordial–, es decir, aumentan la capacidad de las reservas intramusculares de glucógeno y la capacidad de las cadenas de enzimas anaeróbicas necesarias para su degradación.

- Adaptación a estímulos extensivos, que exigen resistencia aeróbica.

Una reacción *específica* de respuesta del músculo es el aumento de sus reservas intramusculares de glucógeno y de lípidos, y también de las enzimas aeróbicas que los

transforman; una reacción *inespecífica* es la mejora de los sistemas de abastecimiento que limitan el rendimiento (cardiocirculatorio, etc.).

Por lo general, en la *práctica deportiva* las reacciones de adaptación no son tan polarizadas como para afectar un solo plano. Incluso en modalidades a primera vista “unilaterales” de fuerza (p. ej., halterofilia), de resistencia (p. ej., esquí de fondo) o de coordinación (p. ej., patinaje artístico), los factores complementarios, ya sean coordinativos o de condición física, actúan limitando el rendimiento. Normalmente todas las modalidades muestran un “espectro mixto” específico de tipos de adaptación. Por ello, el éxito está reservado a aquellos deportistas que, con estímulos de entrenamiento específicos, consigan un grado óptimo de adaptación a su modalidad desde el punto de vista *neuromuscular* (técnica) y *energético* (condición física). La persistencia de dificultades importantes en este aspecto dentro de la práctica deportiva se puede observar sobre todo en las modalidades complejas (p. ej., los grandes juegos deportivos); aquí existe un entramado complejo de factores del rendimiento parcialmente contrapuestos, que impide una organización claramente predeterminada del entrenamiento. En el mejor de los casos, la metodología general del entrenamiento puede aportar tendencias, pero no “recetas patentadas”.

Una modalidad por sí sola no puede desarrollar de forma regular todas las capacidades coordinativas. Sólo una serie de modalidades diversas, con perfiles de exigencias coordinativas diferentes y complementarios, pueden garantizar una formación básica multilateral en el ámbito de la coordinación. Por ello, en la edad infantil se debería hacer hincapié en una formación polideportiva, que satisfaga esta necesidad.

En este sentido ha demostrado una especial eficacia la combinación de gimnasia, modalidad que se centra en las capacidades de orientación espacial (giros alrededor de los ejes longitudinal, transversal y de fondo), de equilibrio y de diferenciación muscular, un juego deportivo, que trabaja sobre todo las capacidades de reacción, de adaptación, de reubicación y de orientación espacial y temporal (*timing*), y atletismo, que tiene un carácter de condición previa en la mayoría de las modalidades en que interesan los rendimientos de coordinación rápida.

La inclusión de la natación como modalidad “bilateral” ha demostrado también su eficacia; sobre todo por su efecto relajante, propio de la hidroterapia.

En este contexto cabe mencionar el ejemplo de la suiza M. Hingis, campeona en las categorías infantiles de tenis;

figura entre las pocas tenistas que ha recibido intencionalmente una formación polideportiva, y le aguarda previsiblemente una carrera de éxitos en el tenis. La escuela, por su carácter de educación general y por el hecho de que todos los niños pasan por ella, tiene una gran importancia para el desarrollo de las capacidades coordinativas. Lamentablemente, en la “mejor edad del aprendizaje” enseñan profesores sin formación deportiva alguna, o con un “curso rápido” como única preparación. Tampoco se reconoce a la clase de educación física su función propia ni el grado de autonomía que necesita. El interés primordial corresponde a la disciplina y al orden.

El grado en que la escuela da prioridad a la disciplina y a la represión de la pulsión por el movimiento se puede observar con toda claridad en el párrafo de una cartilla escolar que se muestra en la figura 393. La natural pulsión por el movimiento parece ser todavía, para ciertos profesores, un obstáculo en el proceso educativo. En lugar de aprovecharla en la clase de educación física y permitir a los niños una expansión después del largo tiempo de postura sentada, a menudo insoportable, se la refrena de múltiples maneras, sometiéndola al régimen general de disciplina, que goza de gran prestigio, sin mencionar la oportunidad perdida para estimular y entrenar de forma óptima las capacidades coordinativas.

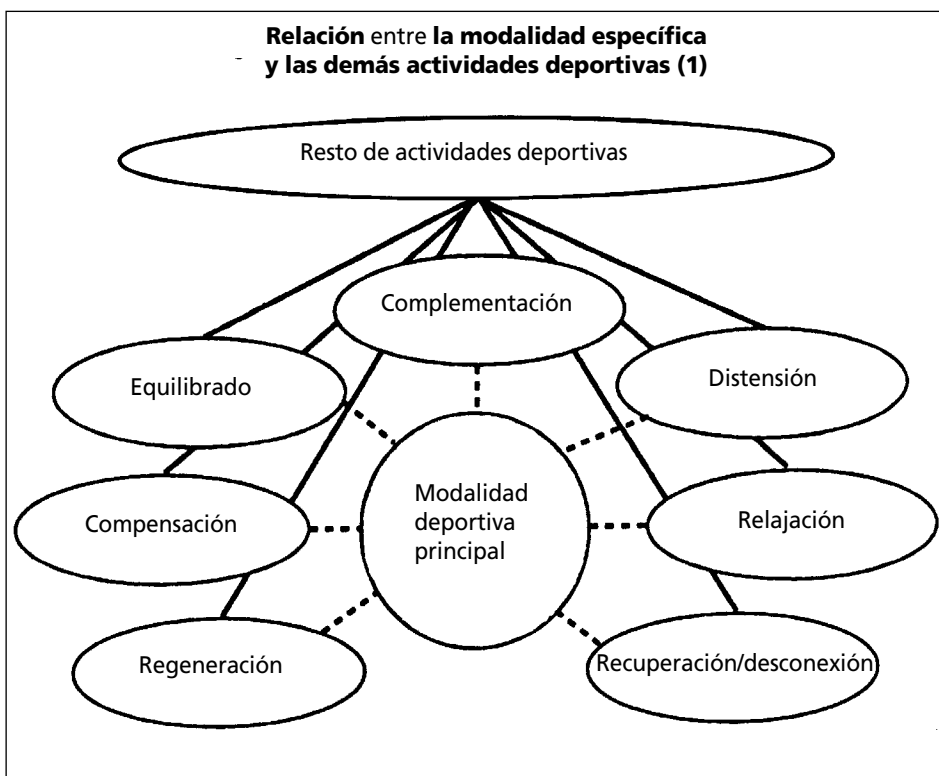


Figura 394. La relación subsidiaria de otras actividades deportivas en relación con la modalidad específica (modificado de Hagedorn, 1992, 51).

	Carga de fuerza	Carga de velocidad	Carga de resistencia
La intensidad de la carga se determina mediante	<input type="checkbox"/> Calidad del impulso de una forma de ejercicio (en saltos, lanzamientos, etc.; máxima, submáxima, media)	<input type="checkbox"/> Frecuencia del movimiento (f) dentro de un tiempo dado	<input type="checkbox"/> Rendimiento con una forma de ejercicio (vatio) <input type="checkbox"/> Tipo de suministro energético (máximo/lactato) <input type="checkbox"/> Porcentaje (%) del consumo máximo de oxígeno
La duración de la carga se determina con	<input type="checkbox"/> Duración (s; min) de una serie de ejercicios con o sin una frecuencia dada (p. ej. en entrenamiento en circuito)	<input type="checkbox"/> Tiempo (s) para recorrer un tramo <input type="checkbox"/> El tiempo (s) un número de repeticiones del movimiento	<input type="checkbox"/> Tiempo (s; min; h) para recorrer un tramo
La densidad de la carga se determina con	<input type="checkbox"/> Tiempo de pausa (s; min) entre repeticiones o series	<input type="checkbox"/> Tiempo de pausa entre tramos parciales, repeticiones, series <input type="checkbox"/> Relación determinada (p. ej. 1:2, 1:3) entre duración de la carga y tiempo de pausa	<input type="checkbox"/> Tiempo de pausa entre tramos parciales, repeticiones, series <input type="checkbox"/> Relación determinada (p. ej. 1:2, 1:3) entre duración de la carga y tiempo de pausa

Tabla 1. Componentes de la carga y su operatividad (cuantificación) (Steinhöfer, 1993, 45, modificado de Martin y cols. 1991, 93) (continuación).

Importante. La cuantificación de los componentes de carga para todas las formas principales de trabajo motor o para sus categorías subordinadas no puede ser unitaria, pues las categorías de la carga se establecen de manera completamente distinta dependiendo del método, del contenido o del medio de entrenamiento, o bien dependiendo de la forma principal de trabajo motor. No obstante, sería razonable el intento de unificación dentro de una categoría o de una capacidad física de trabajo motor.

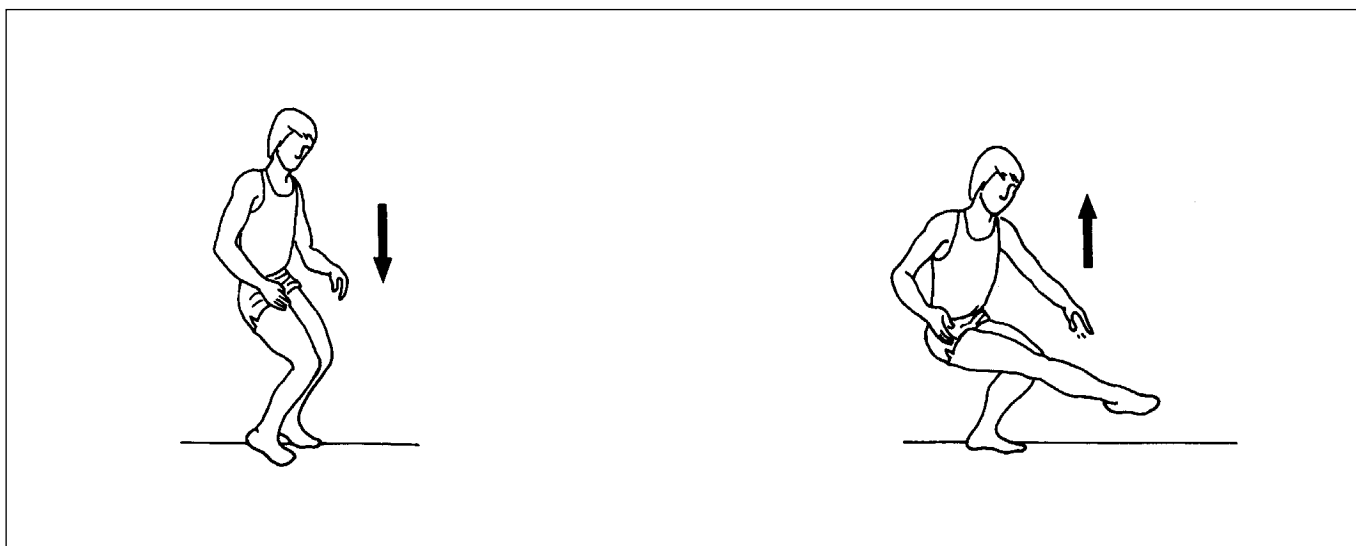


Figura 170. Ejercicio de flexión de rodilla con enfoque concéntrico.

Como se puede ver en la figura 169, una contracción concéntrica pura requiere, para rendimientos comparables, una actividad eléctrica mayor que las formas mixtas excéntricas-concéntricas.

En la figura 169 se observa asimismo que, en un CMJ con ángulo grande de flexión de la rodilla, la actividad del EMG es mayor que con un ángulo menor, lo cual es indicio de la mayor eficacia de este ejercicio.

Como ejercicios “naturales” con predominio concéntrico podemos mencionar las carreras cuesta arriba (o escaleras arriba) con movimientos de salto. También se engloba en esta categoría el ejercicio de “flexión de rodilla en ambas piernas seguido de extensión (lenta o explosiva) de una sola pierna (v. fig. 170). Como modalidades típicamente concéntricas podemos señalar también el ciclismo y el remo.

Utilidad del método concéntrico en los diferentes niveles de rendimiento

Para el principiante el método concéntrico resulta apropiado sobre todo en la forma “pura”, como manera de desarrollar la fuerza rápida y como método de prefatiga. En deportistas avanzados y de alto rendimiento, se puede utilizar de forma general en cualquiera de sus variantes

Entrenamiento dinámico negativo (entrenamiento excéntrico)

En el entrenamiento excéntrico el interés se centra en amortiguar el peso corporal propio o cargas supramáximas (hasta el 120 % aprox. de la fuerza máxima individual).

Importante. Para preparar un entrenamiento excéntrico con pesos pesados, el deportista debería ejercitar primero el frenado con el peso corporal propio mediante ejercicios dinámicos negativos. Sólo entonces debería trabajar con pesos suplementarios en ascenso progresivo. El aumento de la carga así practicado sirve para prevenir las lesiones.

La amortiguación del peso corporal propio en saltos en profundidad desde alturas distintas, adecuadas a la capacidad de rendimiento actual (la selección cubana de voleibol nos informa de alturas de 2 m y superiores), sirve sobre todo para mejorar la coordinación intramuscular y para entrenar los “componentes elásticos” de los músculos.

Con el “método excéntrico clásico” –que consiste en un frenado consciente y lento frente a cargas fuertes y supramáximas– se ejerce sobre todo un fuerte estímulo de hipertrofia, dada la duración relativamente larga del efecto del estímulo de fuerza.

La figura 171 muestra que con cargas excéntricas las actividades musculares se pueden duplicar y triplicar en comparación con una contracción voluntaria isométrica máxima.

Para la práctica del entrenamiento esto significa que una activación muscular plena sólo se puede conseguir mediante ejercicios de fuerza excéntricos, y no concéntricos. Varios estudios (cf. Komi/Buskirk, 1972; Atha, 1981; Clarke, 1973; Fleck/Schutt, 1985) confirman la validez de esta afirmación, pues muestran el significativo aumento de todos los parámetros de la fuerza máxima provocado por un breve entrenamiento excéntrico, en una

10 Fundamentos deportivo-biológicos del entrenamiento infantil y juvenil

“El niño no es un adulto en miniatura, y su mentalidad es diferente de la del adulto no sólo cuantitativamente, sino también cualitativamente, de modo que el niño no sólo es más pequeño, sino también de otra manera.”

Claparède, 1937

Para su desarrollo psicofísico global, los niños y jóvenes necesitan una cantidad suficiente de movimiento. Esta necesidad la satisfacen normalmente los propios niños con su marcada *pulsión por el movimiento*. La mayor actividad motora en los niños frente a los adultos se explica por el predominio de los impulsos cerebrales (sobre todo del pallidum), y también por una percepción subjetiva del movimiento diferente a la de los adultos, esto es, los niños no lo asocian tan claramente a la fatiga (fig. 43) (cf. Bar-Or, 1982, 27).

Dado que el movimiento es una *necesidad del desarrollo*, que sufre considerables restricciones por causa de la educación y de la escuela (obligación de permanecer sentados), el entrenamiento corporal, sobre todo en las edades infantil y juvenil, merece nuestro apoyo sin reservas, siempre que se efectúe de la forma adecuada a la edad y al grado de desarrollo. No obstante, la participación en un *entrenamiento de rendimiento* en estas etapas de edad debería depender de una serie de *condicionantes* (cf. también Hollmann, 1981, 249):

- Al iniciar un entrenamiento de rendimiento se debería efectuar una *exploración general* a cargo de un ortopedista y de un internista, con el fin de detectar, en la medida de lo posible, los síntomas patológicos y las alteraciones en el marco del aparato locomotor activo y pasivo y en el sistema cardiopulmonar que pudieran plantear un riesgo. Esta *exploración* debería repetirse *a intervalos de tiempo regulares*, para reconocer a su debido tiempo, y en con-

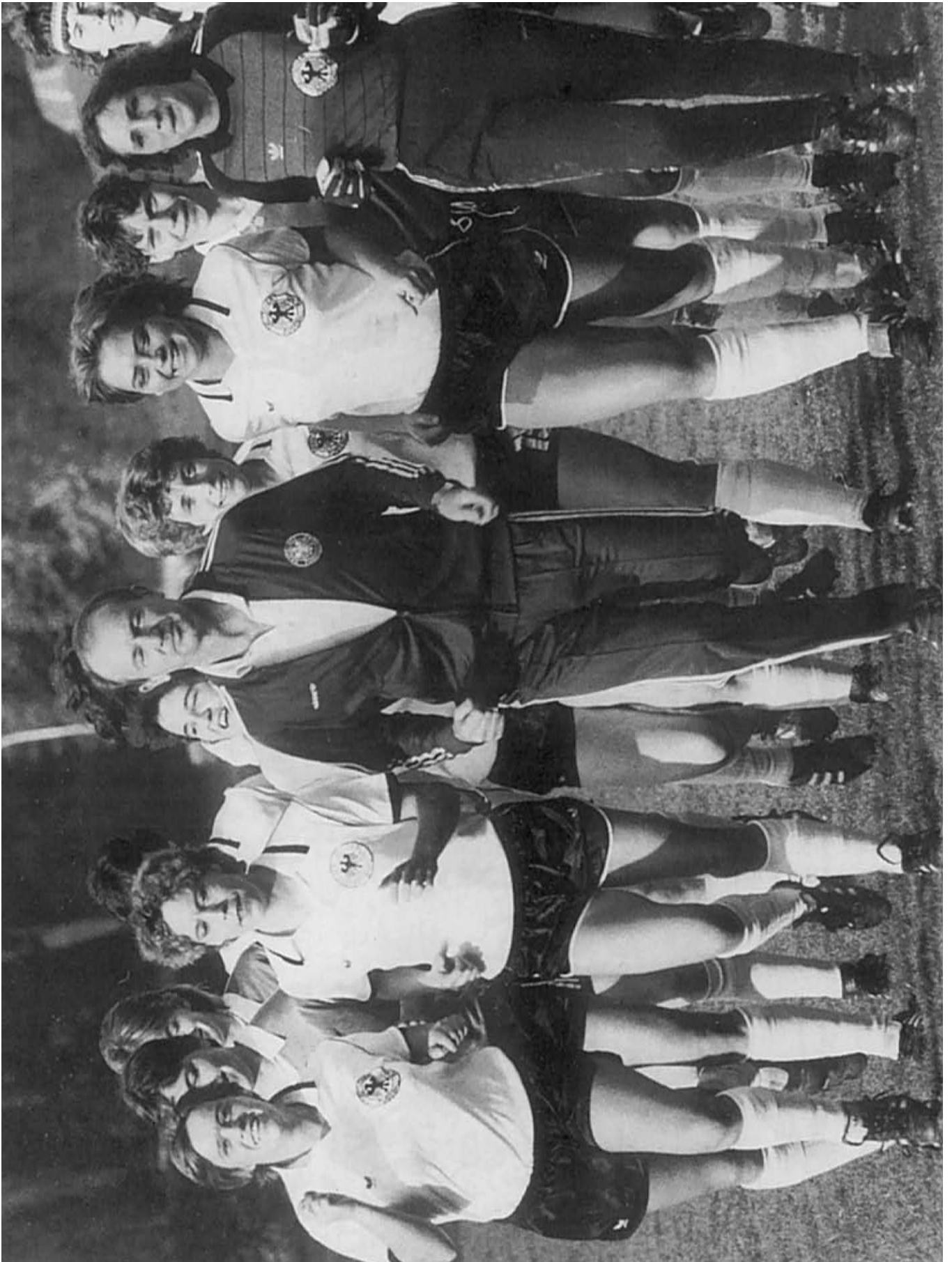
secuencia evitar, los daños por sobrecarga originados en el entrenamiento.

- Todo entrenamiento de rendimiento debería efectuarse *por propia voluntad* y no bajo la presión de padres o entrenador.
- El entrenamiento debería organizarse *en consonancia con la edad* y las circunstancias psicofísicas de los niños.
- El entrenamiento no debería suponer un lastre para la formación escolar o profesional.
- El entrenamiento debería dejar a niños y jóvenes tiempo libre suficiente para otros intereses al margen del deporte.

Como vamos a exponer, los niños y jóvenes no son “adultos en miniatura” ni sus actividades deportivas se pueden reducir a un “entrenamiento de adultos reducido”. El entrenamiento infantil y juvenil incluye también un proceso de ejercicio sistemático y a largo plazo; sin embargo, los objetivos, contenidos y formas de proceder se diferencian en muchos aspectos frente al mundo adulto. Los problemas de la adecuación al niño, a la edad y al desarrollo merecen toda nuestra atención.

Al afirmar que “el entrenamiento infantil y juvenil no es un entrenamiento de adultos reducido” nos basamos en varias razones, pero sobre todo en el hecho de que el niño y el joven –en contraposición al adulto– se hallan aún en *crecimiento*; de esta circunstancia se derivan un gran número de cambios físicos, psíquicos y psicosociales, y una serie de particularidades del desarrollo con las correspondientes consecuencias para el entrenamiento infantil y juvenil.

Por estas razones, antes de comentar de forma específica las características anatomo-fisiológicas y psicológicas de cada una de las etapas de la edad, describiremos de forma general las particularidades originadas por el crecimiento en la edad infantil y juvenil.



Etapa 1	Etapa 2
<p>Entrenamiento de base y primera fase del entrenamiento de profundización</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gusto por la carrera, fuerte pulsión por el movimiento, buena movilidad • Predisposición motora a la velocidad superior al promedio (velocidad de reacción, de esprint, movilización de la frecuencia de paso en condiciones de fatiga) • Buena predisposición a la resistencia en el juego o con otras cargas continuas hasta 30 minutos y por encima de este plazo (resistencia a la fatiga, capacidad de aguante, recuperación rápida) • Cuadro de movimientos bueno (movimiento global útil, relación óptima entre frecuencia y longitud de paso, la huella del pie toca el centro de gravedad del cuerpo) • Buena utilización de técnicas de otras modalidades 	<p>Segunda fase del entrenamiento de profundización</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de rendimiento superior al promedio en el ámbito de la velocidad de movimientos (capacidad de esprint, cambio de ritmo, capacidad de salida) • Buena predisposición a la resistencia (rendimiento continuo estable, recuperación rápida) • Buen nivel de rendimiento en un espectro de distancias • Capacidad para sentir el ritmo, evaluación y regulación del propio rendimiento • Estado de salud estable, destacando la capacidad de asumir carga del aparato de sustentación y locomotor • Comportamiento ofensivo en competición, capacidad de movilización máxima (frecuencia de movimiento, sensación táctica, capacidad de imponerse = tipología competitiva)

Tabla 5. Indicadores para el reconocimiento de talentos en el ámbito de la carrera de atletismo (según Reiss y cols., 1993, 14)

- Adquisición de destrezas técnicas básicas y disposición a ampliar la base de movimientos.
- Aumento del volumen y de la intensidad teniendo en cuenta la capacidad psicofísica de asumir cargas.

El *entrenamiento de profundización* tiene los siguientes objetivos:

- Progreso y ampliación de los fundamentos adquiridos en el entrenamiento de principiantes.
- Orientación más marcada hacia las exigencias específicas de la modalidad elegida.
- Especificidad creciente de los métodos y contenidos de entrenamiento utilizados.
- Crear las condiciones para la transición al entrenamiento de alto rendimiento.

En general el entrenamiento infantil y juvenil da prioridad a las fases de entrenamiento frente a las “fases de competición” (cf. Reiss y cols., 1993, 14)

Se debe aprovechar las competiciones que surgen “del propio entrenamiento”, sin buscar una preparación prolongada y específica de la competición.

Tipo de modalidad	Componente técnico marcado (gimnasia)	Componente de fuerza rápida, velocidad, marcado (carrera de corta distancia, salto)	Componente de resistencia marcado (remo)	Natación
Edad de inicio del entrenamiento de principiantes	Entre 5 y 7 años	Entre 8 y 10 años	Entre 10 y 12 años	A los 6 años aprox.
Edad de inicio del entrenamiento avanzado	Hacia los 10 años	A los 13/14 años aprox.	Hacia los 14 años	Hacia los 9 años
Edad de inicio del entrenamiento de alto rendimiento	Entre 13-15 años (chicas) y 18-20 (chicos)	Hacia los 18 años	Hacia los 18 años	Hacia los 14 años

Tabla 6. El inicio del entrenamiento de principiantes, avanzado y de alto rendimiento en los diferentes tipos de modalidad

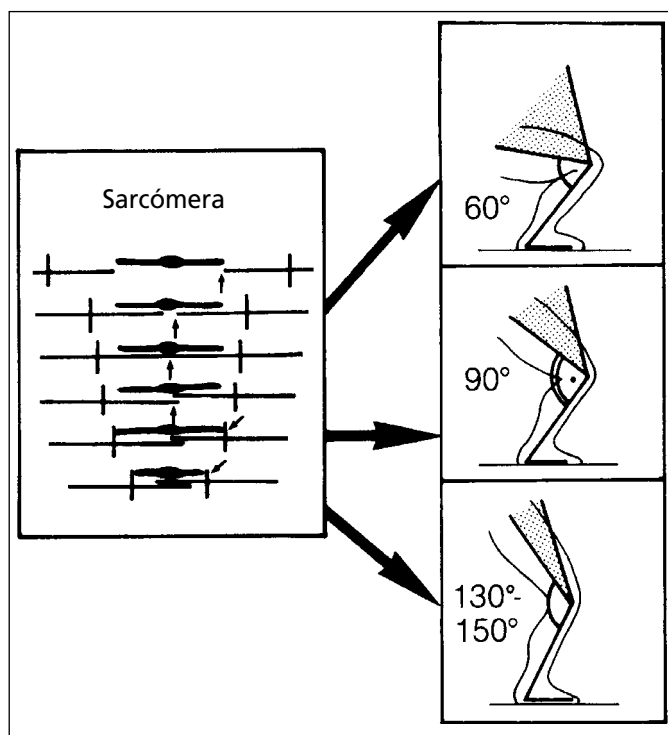


Figura 179. Cambios en la superposición de los filamentos contractiles dependiendo del ángulo de flexión de la rodilla (modificado de Cometti, 1988c, 52).

El entrenamiento pliométrico se puede intensificar también llevando un chaleco lastrado durante la realización del ejercicio. Como muestran los estudios de Bosco (1985, 21), el hecho de llevar chaleco lastrado –el peso debe ser un 13 % del peso corporal del deportista– durante las cargas de velocidad y de fuerza rápida acentúa el trabajo de las fibras musculares de contracción rápida, lo cual favorece en gran medida el desarrollo de la velocidad. En este contexto, Bosco habla de “entrenamiento en hipergravedad”. Un trabajo de este tipo provoca un aumento de la velocidad de los movimientos (fig. 141). Se cree que la frecuencia de movilización y/o el número de unidades moto-

ras rápidas (FT) activadas en condiciones de “hipergravedad” aumenta con las mejoras de la velocidad y la fuerza rápida reflejadas en la figura.

Importante. El aumento de la resistencia externa (peso del chaleco lastrado) tiene un margen de tolerancia relativamente estrecho, dada la importancia que reviste la coordinación intermuscular. El límite superior debería ser la cifra antes mencionada del 13 %. Si se sobrepasa este ámbito se modifica considerablemente la estructura motora propia de la modalidad y, por tanto, en determinadas circunstancias las secuencias motoras pueden perder calidad (cf. Harre/Hauptmann/Minow 1989, 201).

Modalidades generales de ejecución del entrenamiento pliométrico sobre el ejemplo del entrenamiento del salto en profundidad (cf. Ehlenz/Grosser/Zimmermann, 1983, 101)

- Intensidad: 100 % y más.
- Repeticiones: 6–10.
- Series: 6–10.
- Velocidad de movimiento: explosiva.
- Duración de las pausas: 2 min.

Valoración global del entrenamiento pliométrico

Ventajas del entrenamiento de la fuerza pliométrico

- La intensidad de carga elevada permite, a través de la mejora de la coordinación intramuscular, una adquisición de fuerza significativa sin aumento de la masa muscular ni del peso corporal. Ésta es una circunstancia favorable en las modalidades en que la fuerza explosiva desempeña un papel importante (p. ej., en saltos de altura y longitud).
- El entrenamiento pliométrico es un método que provoca considerables mejoras de la fuerza, incluso en deportistas muy entrenados en modalidades de fuerza rápida (cf. fig. 176).
- Con este método de entrenamiento se puede optimizar el ciclo “estiramiento-acortamiento” mediante la corres-

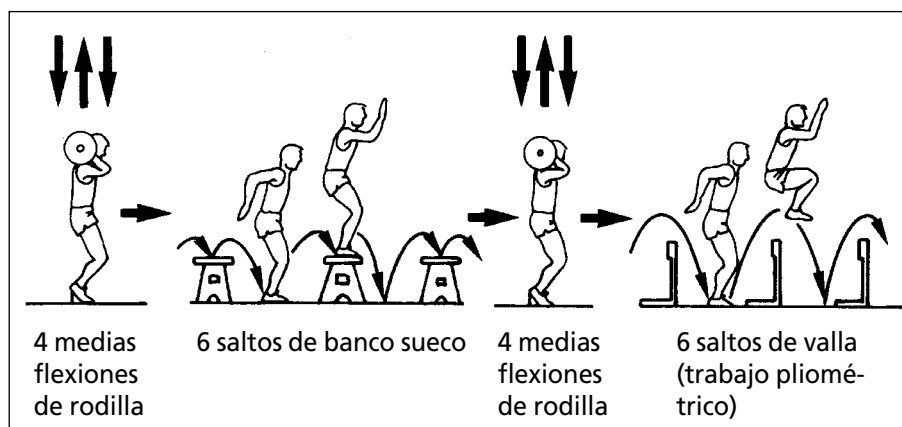


Figura 180. “Método de contraste” en pliometría: a) con/sin peso suplementario, b) concéntrico/excéntrico (modificado de Cometti, 1988b, 147/148).

- Ungar, G.: "Evidence for molecular coding of neural information". En: Zippel, H. P. (ed.). *Memory and transfer of information*. Plenum Press. Nueva York – Londres, 1973, pp. 317 ss.
- Ungar, G., D. M. Desiderio, W. Parr: "Isolation, identification, and synthesis of a specific behavior-induced brain peptide". *Nature* 238 (1972), 198-202.
- Ungerer, D.: *Leistungs- und Belastungsfähigkeit im Kindes- und Jugendalter*. 2ª ed., Hofmann Verlag. Schorndorf, 1970.
- Ungerer, D.: *Zur Theorie des sensomotorischen Lernens*. 3ª ed., Hofmann Verlag. Schorndorf, 1977.
- Ungerer, D., R. Daus: *Bewegungslehre*. En: Grupe, O. (ed.). *Einführung in die Theorie der Leibeserziehung und des Sports*. Hofmann Verlag. Schorndorf, 1980, 5ª ed., pp. 142-182.
- Urhausen, A.: "Abtraining oder das akute Entlastungssyndrom". *Leichtathletiktraining* 4 (1993), 4, 19 y *Handballtraining* 15 (1993), 12, 31.
- Urhausen, A., T. Kullmer, W. Kindermann "A 7-week follow-up study of the behaviour of testosterone and cortisol during the competition period in rowers". *Europ. J. Appl. Physiol.* 56 (1987), 528-533.
- Urhausen, A., M. Heckmann, W. Kindermann: "Ammoniakverhalten bei erschöpfender Ausdauerbelastung". *Dt. Z. Sportmed.* 39 (1988), 354-365.
- Urhausen, A., B. Coen, W. Kindermann: "Kritische Anmerkungen zum Conconi-Test in der Trainingssteuerung bei Leistungssportlern". *Die Lehre der Leichtathletik* (1988), 605-606.
- Urhausen, A., B. Coen, B. Weiler, W. Kindermann: "Bestimmung der anaeroben Schwelle mittels Conconi-Test und Laktatmessungen". *Dt. Z. Sportmed.* 40 (1989), 402-410.
- Urhausen, A., B. Coen, B. Weiler, W. Kindermann: "Individual anaerobic threshold and maximum lactate steady state". *Int. J. Sports Med.* 14 (1993), 134-139.
- Vester, F.: *Phänomen Streß*. Deutsche Verlagsanstalt. Stuttgart, 1976.
- Viani, J.-L., B. Calligaris, F. Commandre: "Entraînement isotonique par excitation électrique". *Med. du Sport* 49 (1975), 3, 38-41.
- Vihko, V. y cols.: "Selected skeletal muscle variables and aerobic power in trained and untrained men". *J. of Sports Med. Phys. Fitness* 15 (1975), 296-304.
- Viitasalo, J. T., J. Hirvonen, A. Mero: "Trainingswirkungen des 'Schlepptrainings' auf die Laufschnelligkeit, die Maximal- und Explosivkraft". *Leistungssport* 12 (1982), 185-189.
- Vilkner, H.-J.: "Untersuchungen zu den Beziehungen zwischen verschiedenen Arten der motorischen Reaktionsfähigkeit bei Schülern und Studenten". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 36 (1987), 35-43.
- Vilkner, J.: "Zur Entwicklung der motorischen Reaktionsfähigkeit". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 28 (1979). Suplemento 1, 56-58.
- Villiger, B. y cols.: *Ausdauer*. Thieme Verlag. Stuttgart – Nueva York, 1991.
- Viru, A.: "Defense reaction theory of fatigue". *Schweiz. Z. f. Sportmed.* 23 (1975), 171-184.
- Viru, A., H. Äkke: "Effects of muscular work on cortisol and corticosteron content in the blood and adrenals of guinea pigs". *Acta endocrinol.* (Kbh.) 62 (1959), 385 s.
- Viru, A., P. Korge: "Metabolic processes and adrenocortical activity during marathon races". *Int. Z. f. angew. Physiol.* 29 (1971), 173-183.
- Völkel, E.: "Untersuchungen über Händigkeit beim Säugling". *Z. f. Kinderheilkunde* 8 (1913), 351.
- Vogt, M., H. Labitzke: "Zu Untersuchungen der Ausdauer bei 10-12jährigen Kindern". *Sport Wyczynowy* 8 (1970), 17.
- Vogt, U.: *Die Motorik 2- bis 6jähriger Kinder*. Hofmann Verlag. Schorndorf, 1978.
- Voigt, M.: "Systematisierung des Krafttrainings für den Sprint". *Training u. Wettkampf* 28 (1990), 1, 84-85.
- Volger, B.: "Bewegungslernen als Prozeß der Informationsverarbeitung". Manuscrito sin publicar, Oldenburg, 1981.
- Volkamer, M.: "Bewegungsvorstellung und Mentales Training". En: Koch, K. (ed.). *Motorisches Lernen – Üben – Trainieren*. Hofmann Verlag. Schorndorf 1972, pp. 137-150.
- Volkamer, M., V. Thomas: "Untersuchungen zum mentalen Training", *Die Leibeserziehung* 18 (1969), 401-407.
- Volkamer, M., K. Jessen, M. Medler: "Formen und Möglichkeiten des Mentalen Trainings". *Leistungssport* 1 (1971), 50-56.
- Volkov, N. I., V. I. Lapin: "Analysis of the velocity curve in sprint running". *Med. and Sci. in Sports* II (1979), 773-317.
- Volpert, W.: *Sensumotorisches Lernen*. Limpert Verlag. Francfort, 1971.
- Volpert, W.: *Optimierung von Trainingsprogrammen, Untersuchungen über den Einsatz des mentalen Trainings beim Erwerb einer sensumotorischen Fertigkeit*. 2ª ed., Achenbach Verlag. Lollar/Lahn, 1976.
- Volpert, W.: "Psychologische Handlungstheorie - Anmerkungen zu Stand und Perspektive". En: Volpert, W. (ed.). *Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie*. Huber Verlag. Berna, 1980.
- Volpert, W. y cols.: "Bewegungsantizipation unmittelbar vor Ausführung einer sportmotorischen Tätigkeit". En: Hagedorn, G. (ed.). *Training im Mannschaftsspiel - Modell und Forschungsergebnisse*. Bartels & Wernitz. Berlín 1981, pp. 164-180.
- Vonstein, W.: "Sprinten im Grundlagentraining". *Leichtathletiktraining* 1 (1990), 3, 3-7.

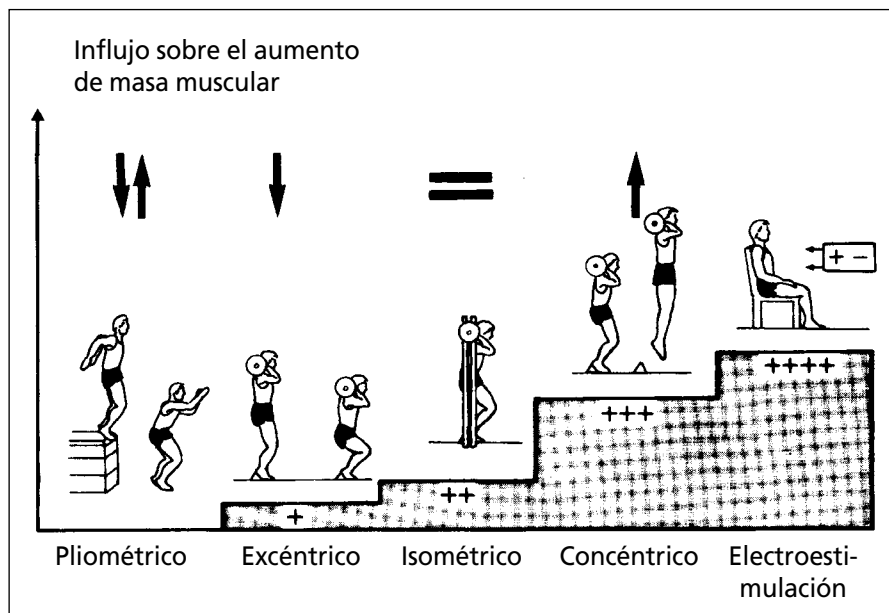


Figura 149. Eficacia de los diferentes métodos de entrenamiento referida únicamente al aumento de la masa muscular (hipertrofia muscular) (modificado de Cometti, 1988b, 21).

aquellos que, con una duración suficiente del estímulo, exigen la degradación más intensa del ATP, como, por ejemplo, la electroestimulación, los métodos de culturismo (v. págs. 243 y 258) y el entrenamiento desmodrómico (v. pág. 256).

La figura 149 muestra diferentes métodos de entrenamiento en relación con su efecto sobre la hipertrofia muscular.

Para el aumento de la masa muscular, las cargas que han demostrado una mayor eficacia son las que permiten un máximo de diez repeticiones (v. fig. 150). El hecho de que el aumento de la fuerza se produzca por mejora de la coordinación intramuscular y/o intermuscular o por un aumento de la sección transversal del músculo depende, por tanto, del tipo de entrenamiento. De la misma forma, la especificidad del entrenamiento (v. pág. 276) determina los tipos de fibra muscular que trabajan y la manera en que lo hacen.

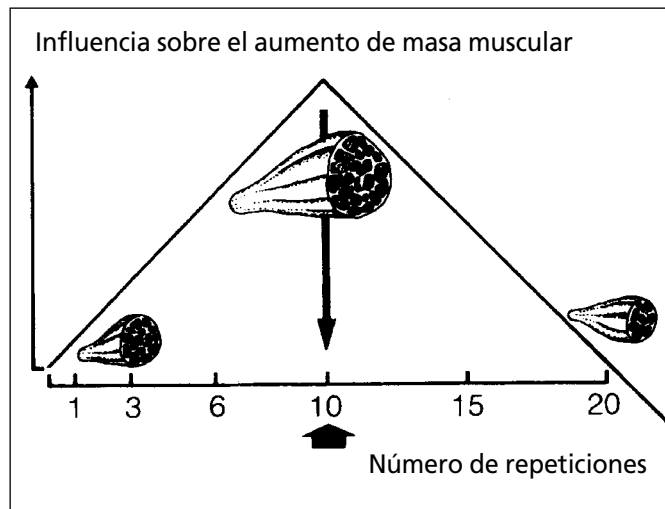


Figura 150. Influencia del número de repeticiones sobre el desarrollo de la masa muscular (modificado de Cometti, 1988a, 3).

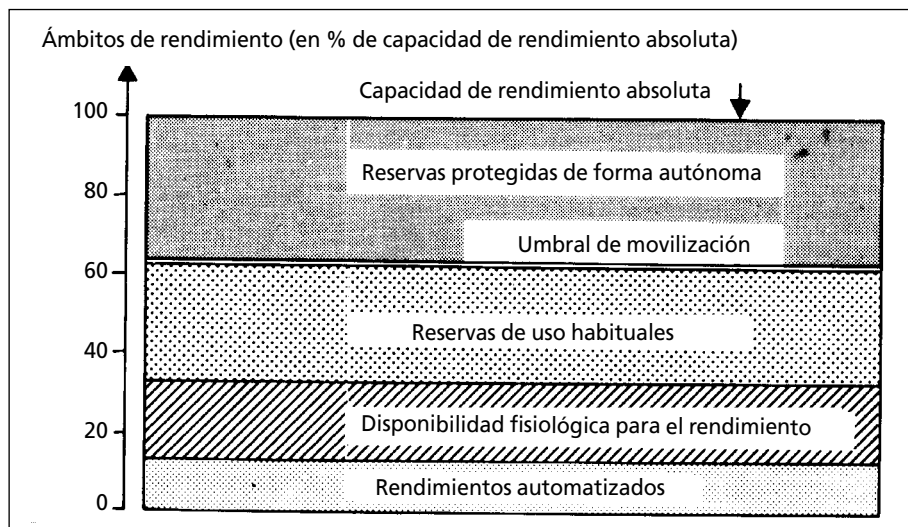


Figura 151. Esquema de los ámbitos de rendimiento (de Graf, citado en Hettinger, 1966, 31).

- Krüger, A.: "Anfänge einer Pädagogik des Wettkampfs". *Leistungssport* 24 (1994), 1, 38-42.
- Krüger, U.: "Zur Gültigkeit von Trainingsprinzipien im Massensport". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 37 (1988), 109-113.
- Krueger, W. C. F.: "Further studies in overlearning". *J. of Exp. Psychol.* 13 (1930), 152-163.
- Kruglikov, R. I.: "On the role of biogenic monoamines in the process of consolidation". En: Matthies, H., M. Krug, N. Popov (eds.). *Biological aspects of learning, memory formation and ontogeny of the CNS*. Akademie Verlag, Berlin 1979, pp. 275-277.
- Kuchler, W.: "Skilauf alpin: Vom Gängelband zur Selbsterfahrung". En: Brettschneider, W.-D, (ed.). *Sportunterricht* 5-10, Urban & Schwarzenberg, München – Berlin – Viena, 1981, pp. 159-181.
- Küchler, G.: *Motorik, Steuerung der Muskeltätigkeit und begleitende Anpassungsprozesse*. Fischer Verlag, Stuttgart, 1983.
- Kugler, J.: "Gedächtnis und Gedächtnisleistung neurophysiologisch beurteilt". *Sandorama* (1981), 4, 5-9.
- Kuhlow, A.: "Bewegungsdiagnostische Bestimmung konditioneller und technomotorischer Leistungskomponenten bei Vertretern von Schnellkraftdisziplinen". *Leistungssport* 7 (1977), 405-419.
- Kuhn, S., I. Droste, D. Steinhöfer: "Schnellkraftniveau und Sprintleistung bei Läuferinnen unterschiedlicher Leistungsstärke". *Leistungssport* 15 (1985), 4, 45-50.
- Kuhn, W.: "Eine vergleichende Untersuchung zum psychischen mentalen Aufwärmen". *Leistungssport* 3 (1973), 140-146.
- Kuhn, W.: "Kontralateraler Transfer – Befunde und theoretische Erklärungsansätze". *Sportwissenschaft* 16 (1986), 422-442.
- Kuhn, W.: *Zum Phänomen des kontralateralen Transfers: eine theoretische und experimentelle Studie*. bps-Verlag, Colonia, 1987.
- Kuklinski, B., H. Marek: "Primäre Prävention bei Risikopatienten für chronisch ischämische Herzkrankheiten unter besonderer Berücksichtigung der Hyperlipoproteinämie und deren therapeutischer Beeinflussung". *Medizin und Sport* 18 (1978), 321-326.
- Kuntzoff, R., Z. Darwish: "Wie erwärmen wir uns vor dem Wettkampf?" *Der Leichtathlet* 46 (1975), 5, 8.
- Kunz, H.-R., E. Unold: "Muskeleinsatz beim Krafttraining". *Eidgenöss. Turn- u. Sportschule*, Magglingen, 1988.
- Kunze, A.: *Fußball*. Sportverlag, Berlin, 1977.
- Kunze, G.: "Mentales Training - System und Anwendung". En: Ausschuß Deutscher Leibeserzieher (ed.). *Motivation im Sport*. Hofmann Verlag, Schorndorf, 1971.
- Kuppardt, H. y cols.: "Untersuchungen der Kreislauf- und Stoffwechselregulation bei Dauerläufen verschiedener Intensität und Dauer". *Medizin und Sport* 13 (1973), 215-221.
- Kurschilgen, T.: "Zur Schnelligkeit des Nachwuchsspringers". *Leichtathletiktraining* 4 (1993), 5/6, 41-47.
- Kusnecova, S. I.: "Zur Dynamik von körperlicher und sportlicher Leistungsentwicklung im Schulalter". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 23 (1974), Suplemento 1, 18-21.
- Kusnecova, S. I.: "Die Differenzierung der Körpererziehung und Wege zur Erhöhung des Bewegungsvermögens der Kinder im jüngeren Schulalter". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 28 (1979), Suplemento 1, 23-26.
- Kusnecova, S. I., V. A. Mjakisev: "Langsame Läufe zur Entwicklung der Ausdauer im Sportunterricht". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 25 (1976), 830-831.
- Laage, R. von der: "Die Rekordflut von Peking". *Leichtathletik* (1993), 38, 22-23.
- Laage, R. von der: "Ein Schwein für ein Paar Schuhe. So leben die chinesischen Läuferinnen". *Leichtathletik* (1993), 44, 24-25.
- Laage, R. von der: "Zu Gast bei Chinas Wunderläuferinnen". *Leichtathletik* (1993), 42, 3-5.
- Laage, R. von der: "42 Kilometer sind nichts Besonderes. Ein Besuch in Cheng Gong: So trainieren die chinesischen Läuferinnen". *Leichtathletik* (1993), 43, 4-5.
- Labitzke, H., I. Döscher: "Spiroergometrische Untersuchungen in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Trainingszustand". *Medizin und Sport* 8 (1968), 24-28.
- Labitzke, H., M. Vogt: "Die Anpassungsfähigkeit des kindlichen Organismus an sportliche Belastungen". *Medizin und Sport* 16 (1976), 151-154.
- Lagerström, D., R. Rost, W. Hollmann: "Ein neues Lauftraining für die Prävention und Rehabilitation". *Sportarzt u. Sportmed.* 26 (1975), 169-172.
- Lakitsch, M.: Höhenttraining: Eine Notwendigkeit. *ASKÖ-Sport* 25 (1970), 5.
- Lampl, M., I. D. Veldhuis, M. L. Johnson: "Saltation and stasis: a model of human growth". *Science* 258 (1992), 801-803.
- Lampmann, M. y cols.: "Auch körperliches Training senkt pathologische Blutfettwerte". *Medical Tribune* 35 (1977), 35, Literaturservice, aus: *Circulation* 55 (1977), 652-659.
- Landauer, A. A.: "Bewegungskoordination". En: Stamm, R. A., H. Zeier (eds.). *Lorenz und die Folgen*. Kindler Verlag, Zürich, 1978, pp. 1051-1076.
- Landauer, T. K.: "Two hypotheses concerning the biochemical basis of memory". *Psychol. Rev.* 71 (1964), 167-179.
- Lander, J. E., J. R. Hundley, R. L. Simonton: "The effectiveness of weight-belts during multiple repetitions of the squat exercise". *Med. and Sci. in Sports and Exerc.* 24 (1992), 603-609.
- Landgraf, F. K., M. Steinbach: "Beitrag zum Rechts-Links-Problem unter besonderer Berücksichtigung des prävalierten Beines". *Der Sportarzt* 14 (1963), 267-272.

- Ammons, R. B.: Le Mouvement. En: Seward, J. P., G. S. Seward (eds.), *Current psychological issues: Essays in honor of Robert S. Woodworth*, Londres, 1958, pp. 146-183.
- Ananjew, B. G.: *Psychologie der sinnlichen Erkenntnis*. Volk und Wissen Verlag, Berlín, 1963.
- Andersen, P., S. Sundberg, O. Sveen, H. Wigström: "Longlasting potentiation of synaptic transmission in the hippocampus: A neurophysiological model for neuronal plasticity". En: Matthies, H., M. Krug, N. Popov (eds.), *Biological aspects of learning, memory formation and ontogeny of the CNS*. Akademie Verlag, Berlín, 1979, pp. 19-26.
- Anderson, B.: *Stretching*. Hühner Verlag, Waldeck-Dehringhausen, 1982. Existe traducción castellana: *Estirándose*, RBA, 1993.
- Andresen, R., Ch. Kröger: "Zum Problem des *drop out* im Jugendsport (am Beispiel Volleyball) – Zwischenbericht einer Längsschnittuntersuchung". *Leistungssport* 11 (1981), 3, 178-191.
- Andresen R., C. Kröger: "Talentbewahrung als vorrangiges Ziel eines langfristigen Leistungsaufbaus". *Sportwissenschaft* 17 (1987), 53-70.
- Andrianowa, G. y cols.: "Die Anwendung der Elektrostimulation für das Training der Muskelkraft". *Leistungssport* 4 (1974), 2, 138-142.
- Annett, M.: "A model of the inheritance of handedness and cerebral dominance". *Nature* 204 (1964), 59-60.
- Annett, M.: "A classification of hand preference by association analysis". *The British Journal of Psychology* 61 (1970), 303-321.
- Anochin, P.: "Physiologie und Kybernetik", en: Kittler, G. (ed.), *Psychologische Studentexte*. Volk und Wissen, Berlín, 1969, 2ª ed., p. 2.
- Antonio, J., W. Gonyea: "Skeletal muscle fiberhyperplasia". *Med. and Sci. in Sports and Exerc.* 25 (1993), 1333-1345.
- Antonov, N.: "Speed barrier and ways of overcoming it". *Track & Field quart. Rev.* Kalamazoo (Mich.) (1987), 1, 53-55.
- Antretter, H.-D.: "Vielseitige Kräftigung" (serie 1). *Leichtathletiktraining* 5 (1994), 3, 4-9.
- Anzil, F., P. Modotto, S. Zanon: "Erfahrungsbericht über die Vermehrung der isometrischen maximalen Muskelkraft durch zusätzliche Elektrostimulation und die Kriterien ihrer Anwendung im Sport". *Leistungssport* 4 (1974), 2, 143-146.
- Apor, P., S. Siabo-Wahlstab, M. Miklos: "Zusammenhänge zwischen einigen aeroben und anaeroben Parametern". En: Hansen, G., H. Mellerowicz (eds.), 3. *Internationales Seminar für Ergometrie*, pp. 17-23, Berlín, 1972.
- Appell, H.-J.: "Morphologische Untersuchungen zur Wirkung des Höhentrainings". *Leistungssport* 10 (1980), 1, 54-60.
- Ardisson, J. y cols.: "Cardio-respiratory effects of interval training". *J. of Sports Med. and phys. Fitness* 13 (1973), 2, 74-89.
- Armstrong, R. B., M. H. Laughlin, J. A. Schwane, C. R. Taylor: "Differential inter- and intra-muscular responses to exercise: considerations in use of the biopsy technique". En: Knuttgen, H. G. y cols. (eds.), *Biochemistry of exercise*, Human Kinetics Publishers, Champaign, Illinois, 1983, pp. 775-780.
- Artus, H.: "Über Sinn und Gestaltung des Schulsports". *Materia Medica Nordmark* 24 (1972), 177-187.
- Ascoli, K. M., R. A. Schmidt: "Proactiv interference in short-term motor retention". *J. Mot. Behav.* 1 (1969), 12-16.
- Ashmore, C. R., P. J. Summers: "Stretch-induced growth of chicken muscles, myofibrillar proliferation". *Am. J. Physiol.* 241 (1981), C 93-C 97.
- Asmussen, E.: "Muscle fatigue". *Med. and Sci. in Sports II* (1979), 313-321.
- Asmussen, E., O. Boje: "The effect of alcohol and some drugs on the capacity of work". *Acta Physiol. Scand.* 15 (1948), 109 s.
- Asmussen, E., F. Bonde-Petersen: "Storage of elastic energy in skeletal muscles in man". *Acta Physiol. Scand.* 91 (1974), 385-392.
- Åstrand, I. y cols.: "Myohemoglobin as an oxygen-store in man". *Acta Physiol. Scand.* (1960), 454-460.
- Åstrand, P.-O., K. Rodahl: *Testbook of work physiology*, McGraw-Hill, Nueva York, 1977. Existe traducción castellana: *Fisiología del trabajo físico*. Ed. Médica Panamericana, 1992.
- Babanin, V., V. Kuznecov, V. Kozlov: "Zum rationellen Einsatz der Muskelkraft in den Wurfdisziplinen". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 22 (1973), 439 f.
- Baca, J.: "To the effect of isometric, intermediary and isotonic exercises on strength development". *Acta Fac. Educ. Phys. Univers. Com.*, publication IX, Bratislava 1969.
- Badtke, G.: "Zu einigen trainingsmethodischen Aspekten im Alterssport". *Medizin und Sport* 22 (1982), 116-118.
- Badtke, G.: *Sportmedizinische Grundlagen der Körpererziehung und des sportlichen Trainings*. Barth, Leipzig, 1987.
- Badtke, G.: "Diagnostik und manualtherapeutische Einflußnahme auf Funktionsstörungen des Bewegungsapparates nach Sportverletzungen". *Medizin und Sport* 28 (1988), 33-36.
- Badtke, G.: *Sportmedizinische Grundlagen*. Deutsch, Thun – Francfort del Meno, 1989.
- Badtke, G., E. Roderfeld: "Muskelfunktionsstörungen bei gesunden Schulkindern". *Manuelle Medizin* 24 (1986), 87-90.
- Baier, H., C. Rompel-Pürckhauer: "Tagesrhythmische Variationen der Kreislauf- und Thermoregulation und der Trainierbarkeit". *Dt. Z. Sportmed.* 29 (1978), 323-328.
- Bakan, P., G. Dibb, P. Reed: "Handedness and birth stress". *Neuropsychologia II* (1973), 363-366.

Fuerza máxima			
Modalidad (categoría)	Momento de giro absoluto [Nm]	Momento de giro relativo / peso corporal [Nm/kg]	Perímetro del muslo [cm]
Fútbol amateur (1ª Bundesliga)	517	5,96	57,5
Atletismo (elite regional y alemana en salto/esprint)	495	6,48	57,9
Balonmano (2ª Bundesliga)	492	5,84	56,4
Hockey sobre hielo (liga superior)	482	5,74	58
Balonmano (liga regional)	480	5,96	55,1
Baloncesto (liga regional)	452	5,39	55,6
Fútbol (liga de Baviera)	452	5,93	55,3
Fútbol (1ª Bundesliga)	427	5,69	54,6
Voleibol (liga regional)	431	5,34	55,9
Tenis (Bundesliga y liga superior)	404	5,57	54,0
Hockey (liga superior)	372	5,41	52,6

Tabla 37. Fuerza máxima isométrica de los extensores de la pierna (absoluta y relativa) en jugadores de un equipo de fútbol aficionado y otro profesional, en comparación con otras modalidades individuales y de equipo (Grützner/Weineck 1988, 115)

El trabajo muscular asociado a un rendimiento coordinativo intenso produce además, debido a la llamada “fatiga central” (esto es, la fatiga del sistema nervioso central que regula el movimiento), una aceleración de la fatiga y por tanto una interrupción de la carga o una reducción de la intensidad del movimiento.

Las formas de resistencia descritas muestran que no existe una resistencia en sí, sino que desde el punto de vista metabólico encontramos un gran número de formas mixtas de naturaleza aeróbica-anaeróbica, escalonadas gradualmente en función de la modalidad, que ocupan el espacio entre las formas “puras” de suministro energético aeróbico o anaeróbico entendidas como polos opuestos.

Para simplificar y racionalizar la descripción de los diferentes factores de la capacidad de rendimiento deportivo, el concepto de resistencia se aplica sobre todo a las manifestaciones predominantemente aeróbicas; por otra parte, las subcategorías de la resistencia claramente determinadas por otras formas principales de trabajo motor, como la fuerza o la velocidad, deberían clasificarse dentro de dichas formas principales. Así, por ejemplo, la resistencia de velocidad no se clasificará dentro de la resistencia, sino de la velocidad.

La figura 66 ofrece una descripción resumida de las diferentes formas de la capacidad de rendimiento en resistencia.

La *resistencia de base* –que desde el punto de vista de la sistematización se denomina también *resistencia muscular general aeróbica*– tiene una gran importancia en todos los ámbitos de la práctica deportiva, por lo cual será en lo sucesivo el punto central de nuestra exposición. No por ello dejamos de señalar la inmensa importancia que reviste la *resistencia muscular dinámica, aeróbica y local*, cuya mejora en su sustrato celular se basa en las mismas regularidades que la resistencia de base general.

La *resistencia muscular dinámica, aeróbica y local* es la forma de trabajo motor más entrenable en términos porcentuales; su valor de partida se puede mejorar en personas no entrenadas hasta alcanzar un 100% (Hollmann/Hettinger, 1980, 346).

Importancia de la resistencia de base

La capacidad de rendimiento en resistencia, en sus diferentes formas de manifestación, desempeña un papel importante en casi todas las modalidades.

Como han mostrado los estudios de Häkkinen/Kouhonen/Komi (1987, 240), incluso los levantadores de pesas necesitan una resistencia de base suficientemente desarrollada para realizar su entrenamiento con un cierto nivel de volumen e intensidad.

Una resistencia de base bien o suficientemente desarrollada es, en todas las modalidades, un requisito previo básico para incrementar la capacidad de rendimiento deportivo, y produce los siguientes efectos:

- *Aumento de la capacidad de rendimiento físico*
Una resistencia de base bien desarrollada influye favorablemente sobre el propio rendimiento de competición (resistencia general y específica) y también sobre la capacidad de carga en el entrenamiento (resistencia general): la fatiga temprana abrevia el tiempo de ejercicio disponible, impide la realización de un programa de entrenamiento intenso y limita asimismo la elección de los métodos y contenidos de entrenamiento aplicados.
- *Optimización de la capacidad de recuperación*
El organismo del deportista entrenado en resistencia elimina con mayor velocidad las sustancias producidas por la fatiga y compensa de forma más eficaz los bloqueos energéticos, lo que permite planificar un entrenamiento más intenso y participar más activamente en los grandes juegos deportivos. Además, el deportista se recupera con mayor rapidez después del entrenamiento y la competición. Su sistema vegetativo puede pasar con mayor rapidez de una situación de simpaticotonía (enfocada hacia el rendimiento) a una de vagotonía, un estado global del metabolismo que apoya de forma positiva los procesos de recuperación, optimizando así el volumen y la velocidad de los procesos de regeneración.
- *Minimización de lesiones*
Los deportistas mejor entrenados se lesionan con menos frecuencia en comparación con los que se fatigan pronto. En los primeros, el comportamiento elástico de tendones y músculos, organizado por el sistema reflejo, no sufre restricciones, lo que implica una protección de máxima eficacia contra las lesiones.
- *Aumento de la capacidad de carga psíquica*
El jugador entrenado en resistencia posee una mayor resistencia ante el estrés y una mayor estabilidad psíquica. Puede procesar mejor los fracasos, sin que éstos generen los problemas de motivación y las altera-

Entrenamiento y capacidad inmunitaria

Después de describir los efectos específicos de un entrenamiento de resistencia sobre el músculo y sobre el sistema cardiovascular, concluiremos tratando de un importante factor “inespecífico”, la situación o capacidad inmunitaria del organismo bajo la influencia de un entrenamiento de resistencia.

La situación del sistema inmunitario del individuo es la base de la salud corporal. La importancia de la salud se suele apreciar en su justa medida en caso de enfermedad; sólo entonces nos damos cuenta del enorme valor que posee. La máxima de Schopenhauer se puede aplicar a cualquier deportista: “La salud no lo es todo, pero sin ella todo es nada”. Sin el requisito básico de la salud, el entrenamiento y la mejora del rendimiento son meras ilusiones.

La especial importancia de un entrenamiento de la resistencia aeróbico –correctamente dosificado– para la situación del sistema inmunitario, radica en la mejora de las defensas propias del cuerpo.

Una resistencia de base mejorada con procedimientos moderados proporciona una elevada capacidad de defensa ante las infecciones y una elevada tolerancia ante estímulos de calor y de frío. Por ello un deportista “endurecido” pasa menos tiempo enfermo (resfriado o similares) y practica su entrenamiento con menos interrupciones, mejorando o manteniendo su capacidad de rendimiento.

En general damos por válido el siguiente principio: después de las cargas deportivas se observa, de forma transitoria, la llamada inmunosupresión (debilitamiento de la capacidad inmunitaria por el descenso de las inmunoglobulinas, p. ej., de la gammaglobulina, entre 2 y 4 días) (cf. Badtke, 1989, 199; Kindermann/Urhausen/Ricken, 1989, 32). No obstante, a pesar del retroceso de diferentes grupos de células no se produce enfermedad, pues aumenta su eficacia en la defensa frente a infecciones; la causa tiene que ver con la consolidación, más acentuada que en el sujeto no entrenado, de otros mecanismos inmunitarios inespecíficos como la fagocitosis (eliminación de bacterias y cuerpos extraños a cargo de las células basureras), termorregulación y barrera de mucosas (cf. Brahmí y cols., 1985, 31; Pedersen y cols., 1988, 673 y 1989, 129; Badtke y cols., 1989, 199; Liesen y cols., 1989, 12; Werle y cols., 1989, 19).

Como muestran diferentes estudios, las cargas de entrenamiento excesivas, por ejemplo, en torneos agotadores (campeonatos mundiales y similares) provocan un deterioro del sistema inmunitario de los jugadores, asociado

a una mayor propensión a las infecciones (cf. Berg/Jakob/Keul, 1989, 1852; Berg/Keul, 1985, 3074; Liesen y cols., 1989, 42; Peter, 1986, 348; Ricken/Kindermann, 1986, 38; Wulf y cols., 1985, 5). La propensión a las infecciones se da con mayor frecuencia en la fase de preparación inmediatamente anterior a la competición (cf. Fitzgerald, 1988, 337; Jokl, 1973, 202; Liesen/Dufaux/Hollmann, 1977, 243; MacKinnon/Tomasi, 1986, 1; Thompson/McMahon/Nugent, 1980, 506).

En situación de saturación de carga, los niveles de adrenalina (hormona del estrés psíquico) y noradrenalina (hormona del estrés físico) se multiplican por diez y por más, y los valores normales no se recuperan incluso horas después de la carga (cf. Werle y cols., 1989, 18). Es conocida la participación activa del cortisol y las catecolaminas (adrenalina, noradrenalina) en el metabolismo, y la redistribución de los glóbulos blancos (leucocitos) que estas sustancias provocan, ejerciendo así un efecto inmunosupresor (de descenso de las defensas); por este motivo se debería prestar más atención a la exposición prolongada al estrés, para evitar trastornos de salud y con ellos pérdidas innecesarias en el proceso de entrenamiento (cf. Bieger y cols., 1980, 30; Fitzgerald, 1988, 213; Keast/Cameron/Morton, 1988, 248).

Atención. No entrenar duramente al comienzo de procesos infecciosos. El nuevo debilitamiento del sistema inmunitario que provocaría el entrenamiento podría agravar significativamente el transcurso de la enfermedad: una supresión temporal de la inmunidad de origen celular podría impedir el reconocimiento y la eliminación tempranos de los microorganismos, en particular los virus, por parte del sistema inmunitario, provocando de esta forma el progreso del estado infeccioso en los atletas (cf. Order y cols., 1989, 28).

Dado que los valores se vuelven a normalizar durante las fases de regeneración, hemos de destacar la importancia de unas medidas de recuperación suficientes y efectuadas en el momento oportuno. Unas medidas de regeneración regulares y oportunas pueden impedir la supresión del sistema inmunitario debida al entrenamiento (cf. Kindermann/Urhausen/Ricken, 1989, 41; Müns y cols., 1989, 65). Las medidas regeneradoras (baños terapéuticos, medidas de relajación de todo tipo, entrenamiento de carrera suave, etc.) producen una recuperación más rápida de la capacidad de rendimiento deportivo y un restablecimiento más rápido de las defensas inmunitarias, reducidas en los 2 o 3 días posteriores a las cargas intensas (cf. Müns y cols.,

Las diferentes medidas garantizan una mejora variable de la capacidad de regeneración, y su eficacia se incrementa de forma notable cuando se aplican de forma combinada.

Medidas pedagógicas

Grajevskaja/Ioffe (1973, 441) clasifican las medidas pedagógicas en dos grupos. El primer grupo de factores se centra en una organización racional del entrenamiento en su conjunto e incluye los siguientes puntos:

- Individualización del entrenamiento.
- Organización óptima de macrociclos y microciclos.
- Forma ondulatoria y variabilidad de las cargas.
- Diversidad de las condiciones y de los lugares de entrenamiento.
- Delimitación de ciclos especiales de regeneración.
- Creación de un ritmo estable de vida y de entrenamiento.
- Organización racional de la forma de vida en su conjunto.

El segundo grupo de factores incluye una organización racional de cada sesión de entrenamiento:

- Individualización del calentamiento y de la fase final de la sesión.
- Sucesión racional de ejercicios, teniendo en cuenta la heterocronicidad característica de la fase de regeneración.
- Ejecución de los ejercicios de acuerdo con el principio del descenso de la intensidad y del aumento del volumen; de esta forma se permite una regeneración más acentuada durante el propio entrenamiento.
- Creación de una actitud emocional básica necesaria.
- Tener en cuenta la periodicidad de 24 horas.
- Combinación óptima de carga y recuperación en todas las secciones del proceso de entrenamiento.
- Comportamiento correcto después del final de la carga, como una carrera de relajación suficiente (v. pág. 587).

Medidas médico-biológicas

Las medidas médico-biológicas, ejemplificadas en una nutrición correcta (para más detalles, v. pág. 593), la ingesta de vitaminas y otros preparados farmacológicos, o la aplicación de procedimientos fisioterapéuticos y balneoterapéuticos (masajes, irradiación con rayos ultravioleta, duchas, sauna, baños de aire seco, etc.), plantean los siguientes objetivos en el ámbito de los factores parciales que condicionan la regeneración:

- Mejora de la resistencia del organismo frente a las cargas de entrenamiento y de competición.
- Mejora de la estabilidad frente a influjos específicos e inespecíficos.

- Mejora de la resistencia sanitaria del organismo con las correspondientes medidas de endurecimiento.
- Eliminación óptima de una fatiga general o local con las correspondientes medidas.
- Acortamiento del tiempo de regeneración como posibilidad adicional de incremento del rendimiento.
- Repleción de las reservas energéticas con la mayor velocidad posible, equilibrando las reservas de agua y de electrolitos, sobre todo en las modalidades de resistencia, y la síntesis de proteínas, sobre todo en las modalidades de fuerza.

Este catálogo de objetivos, ciertamente incompleto, muestra la importancia de las medidas de regeneración médico-biológicas para optimizar los procesos de recuperación y para maximizar la eficacia de la organización del entrenamiento (cf. Grajevskaja/Ioffe, 1973, 441).

Medidas psicológicas

Las medidas psicológicas sirven sobre todo para la relajación y la eliminación de factores psíquicos desagradables (tensión prolongada, miedo, etc.).

En este contexto se puede utilizar, por un lado, todos los procedimientos del entrenamiento autógeno y sus formas emparentadas, como relajación muscular profunda, entrenamiento psicotónico, método de relajación activación y terapia activa (v. pág. 553), y, por otro lado, la desensibilización y modificación sistemática del comportamiento (v. pág. 567). Posteriormente se han difundido también los métodos de *biofeedback* para el condicionamiento instrumental de reacciones autónomas y psicológicas (cf. Christen, 1979, 188 s.).

A esto se añaden películas de relajación específicas, terapia del sueño, etc.

En una breve digresión trataremos aquí, en términos muy generales, sobre la importancia que reviste el sueño, pues en el ritmo del día le corresponde un papel decisivo para la recuperación y la regeneración del individuo.

Digresión sobre la importancia del sueño para la regeneración

Durante el sueño se extiende por la corteza cerebral una inhibición protectora cuyo efecto es una regeneración de las células del cerebro. Se expulsan los residuos del metabolismo y se protege la corteza cerebral frente a las sobrecargas (Harre, 1976, 265).

El sueño sano se caracteriza por un grado determinado de profundidad y por su aparición rápida. El sueño y la relajación son esenciales para la regeneración del organismo y determinantes para la capacidad de rendimiento fisiológico.

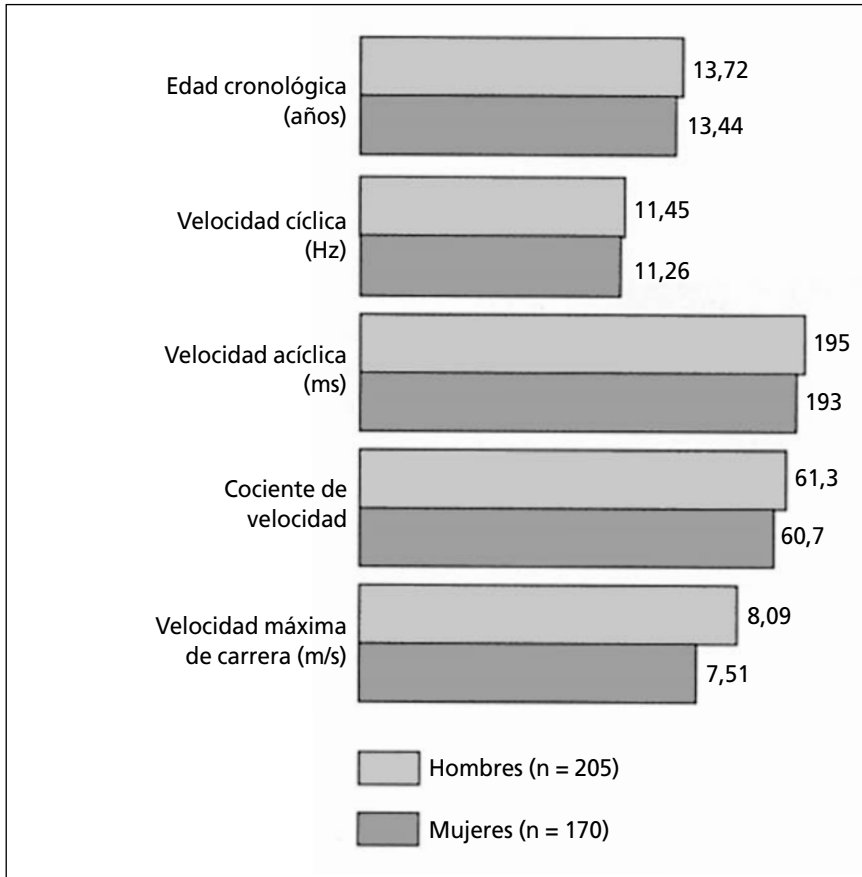


Figura 290. Valores medios de velocidad máxima de carrera y de condiciones de velocidad en sujetos de ambos sexos (de Lehmann, 1992, 16).

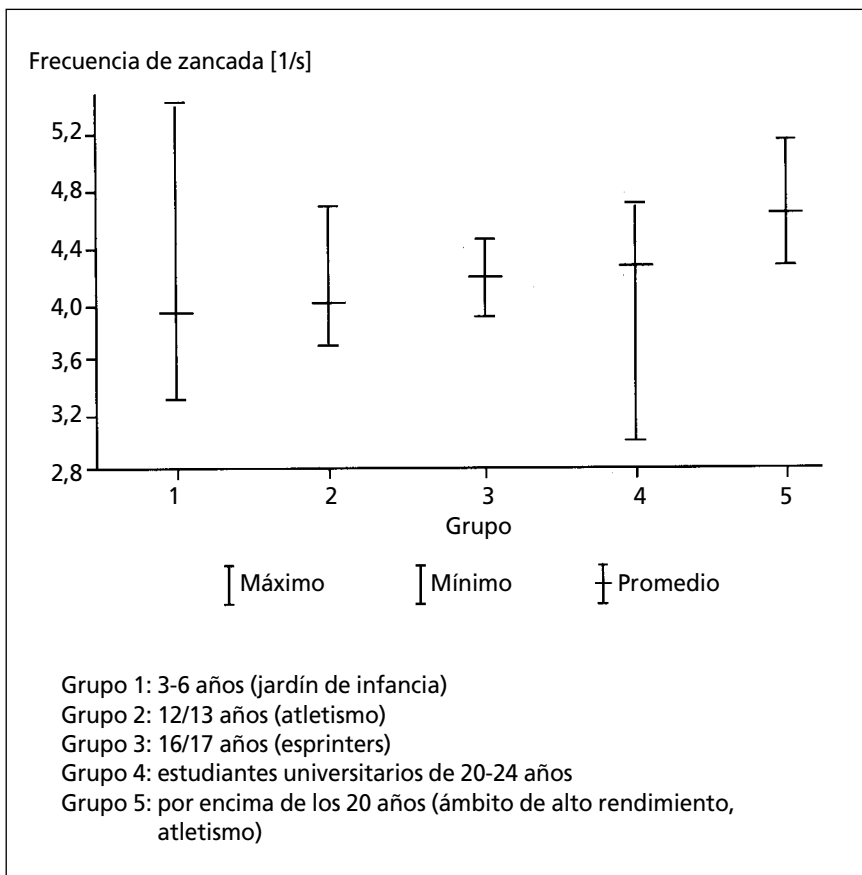
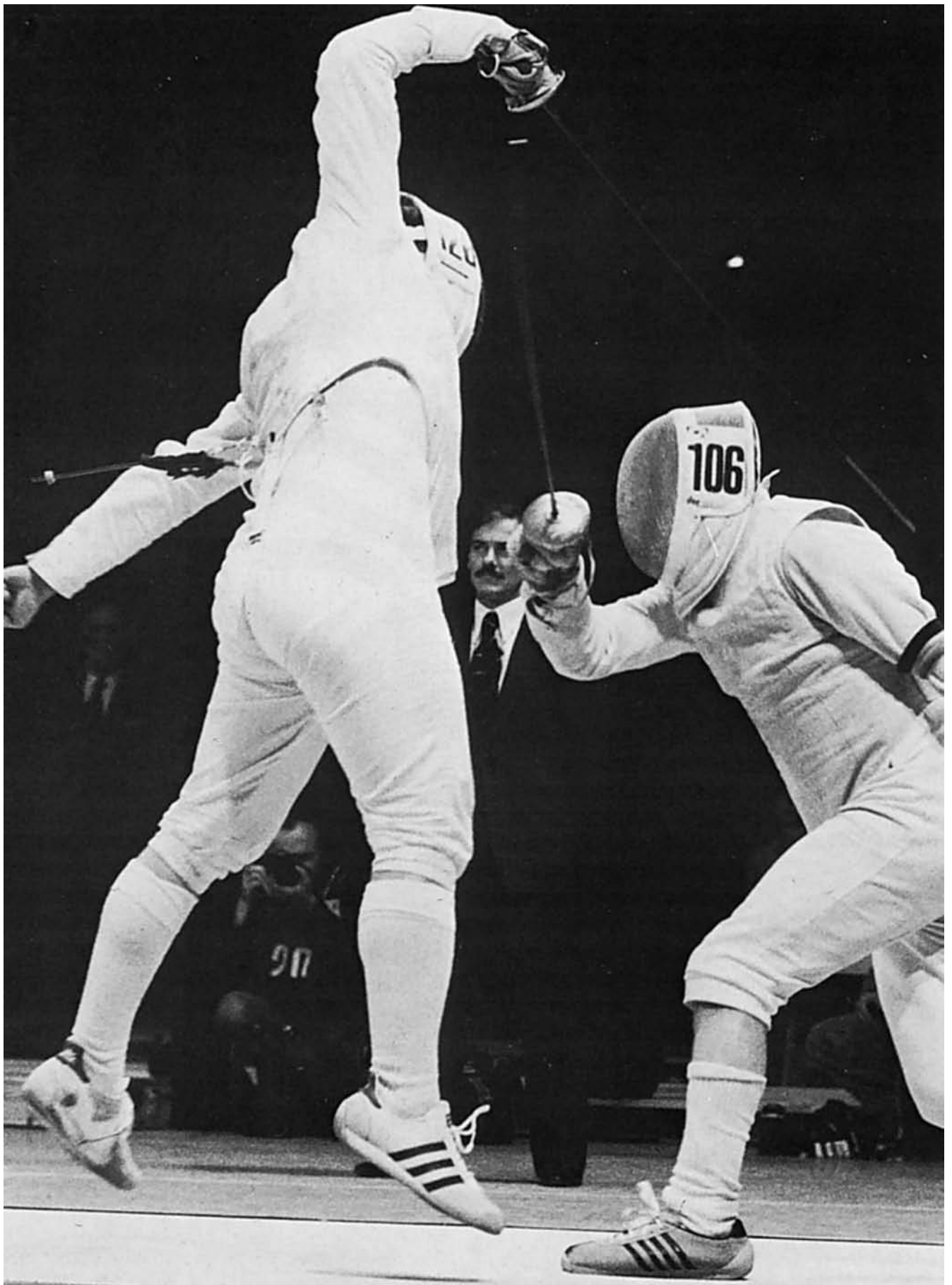


Figura 291. Frecuencia de zancada (contactos por segundo) y edad (en años) (de Bauersfeld/Voss, 1992, 25).



mos utilizar todas las carreras, saltos, *skipping*, carreras de saltos pequeños, saltos con elevación alternativa de una rodilla y ejercicios de talones sobre nalgas, hacia delante, hacia atrás y hacia los lados.

- Movimientos rápidos cíclicos y acíclicos en condiciones facilitadas, como carrera escaleras abajo, saltos sobre una cuerda en rotación, carreras en recorrido circular con una, dos o más cuerdas en movimiento, individuales, en grupo o como carrera de persecución (v. fig. 308).

Principios metodológicos básicos para entrenar las condiciones elementales de la velocidad

- En el entrenamiento de programas motores neuromusculares, los volúmenes de carga se encuentran claramen-

te por debajo de los aplicados al entrenar las condiciones de la fuerza y la resistencia (cf. Schäbitz/Jödicke, 1987, 47; Voss, 1991, 49). El motivo radica en que el entrenamiento no se prolonga hasta llegar a la fatiga, y se enfatizan en cambio las exigencias cualitativas, concretamente la consecución de un programa temporal corto.

- Dada la dificultad de fatigar los programas neuromusculares elementales –Bauersfeld/Voss (1992) y Meyer/Narveleit (1986, 46) no han podido constatar cambios en los tiempos de apoyo incluso después de 300 o 100 saltos realizados consecutivamente–, la configuración de las pausas no tiene que orientarse en función de los programas motores, sino de las otras condiciones del rendimiento implicadas (cf. Voss, 1991, 49).
- Entre las distintas series es suficiente con tiempos de pausa de entre 5 y 10 minutos. Durante el entrenamien-

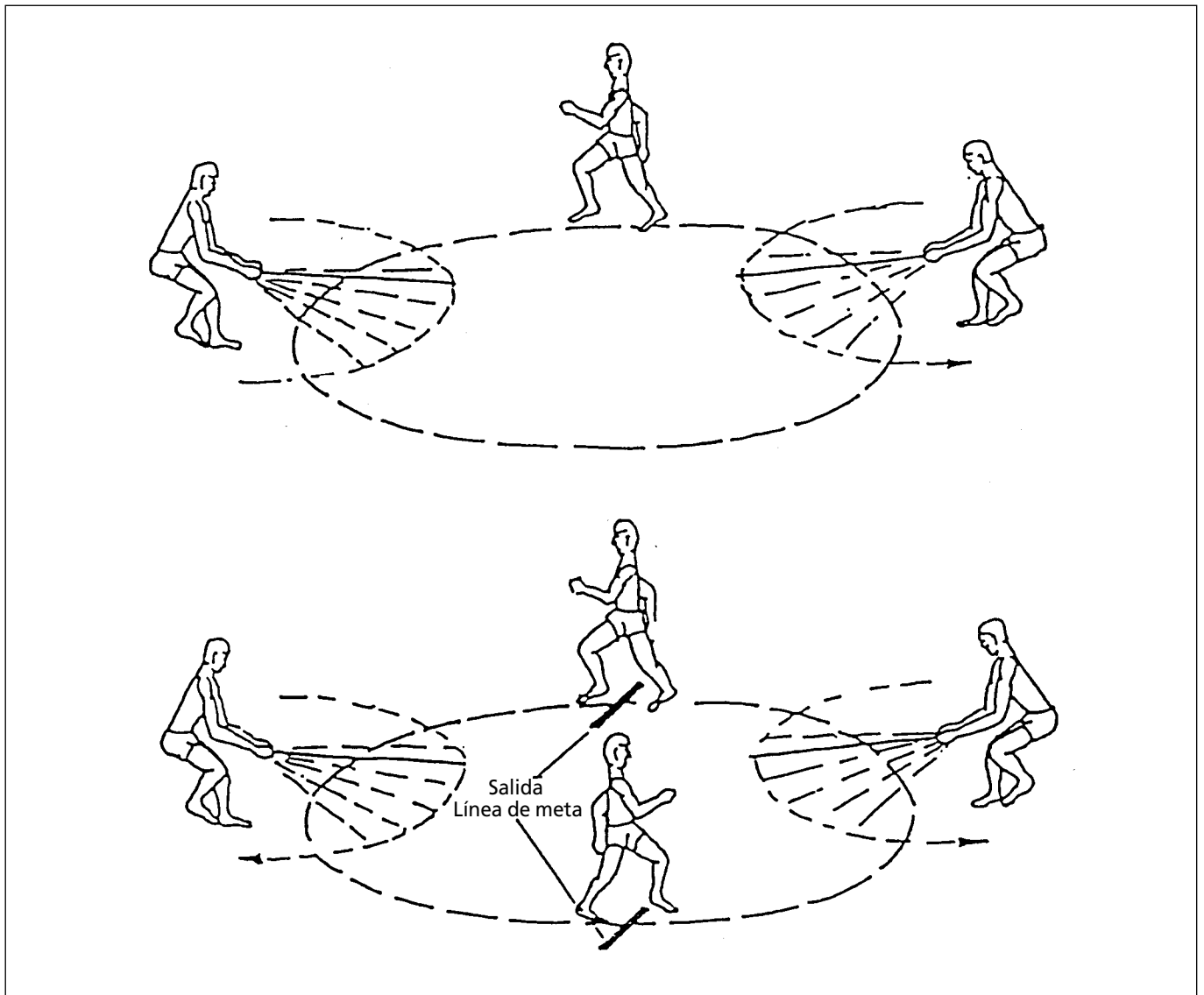


Figura 308. Carreras en el recorrido circular con una, dos o tres cuerdas girando, individuales o como carrera de persecución (modificado de Lehmann, 1993, 8).

26 Entrenamiento para conservar la salud

“La salud no lo es todo, pero sin la salud todo es nada.”

Schopenhauer

Fundamentos generales y modalidades de realización

La prevención de enfermedades cardiovasculares degenerativas constituye en nuestros días un problema fundamental de la medicina preventiva, pues dichas enfermedades figuran en primer lugar en la estadística de causas de mortalidad en los países industrializados.

Como etiología se pueden mencionar una serie de factores exógenos (p. ej., cambios en los hábitos de vida, nutricionales y adictivos) y endógenos (p. ej., los llamados factores de riesgo como hipertensión arterial, niveles altos de colesterol, etc.), que participan en la génesis de las enfermedades cardiovasculares. La carencia de movimiento desempeña un papel importante, pues la capacidad de rendimiento de cada órgano se corresponde con el grado de su sollicitación (cf. Wolff/Busch/Mellerowicz, 1979, 3).

Normalmente, el riesgo de sufrir un infarto de miocardio es doble en sujetos no entrenados en relación con los entrenados. Después de los 40 años de vida este riesgo aumenta de forma pronunciada para los no deportistas; en cambio, para las personas entrenadas dicho riesgo permanece desde los 40 años y durante los siguientes 20 o 25 años en un nivel bajo y constante (Halhuber, 1981).

Para la prevención de enfermedades cardiovasculares y derivadas de la falta de movimiento resulta idóneo un entrenamiento aeróbico de la resistencia (*jogging*), pues mejora de forma amplia y selectiva la capacidad de rendimiento cardiopulmonar, influyendo a la vez positivamente sobre una serie de factores de riesgo primarios. No obstante, una serie de muertes en carreras populares y circuitos

de atletismo públicos han demostrado que este tipo de entrenamiento de la resistencia no lo puede practicar cualquiera, sin sentido crítico y de cualquier forma. Estos casos, difundidos por los medios de comunicación sin ningún tipo de análisis de las circunstancias, han creado un considerable grado de inseguridad en una parte de la ciudadanía preocupada por su salud. Por ello el problema merece ser tratado aquí, si bien de forma breve; el análisis detallado de los casos de muerte después de actividad corporal (cf. Munschek, 1974 y 1977; Vuori, 1978; Jung/Schäfer-Nolte, 1982) dio como resultado que en casi todos los sujetos muertos después de un esfuerzo corporal intenso la causa de la muerte tenía que ver con una enfermedad coronaria.

Por el contrario, los casos de muerte súbita en personas practicantes habituales de deporte eran muy poco habituales y se producían casi exclusivamente en condiciones inhabituales o de estrés (p. ej., acontecimientos de masas con “carácter de competición”, etc.). Muchos casos de muerte de origen cardíaco atribuidos al deporte aparecieron casi con toda seguridad de forma puramente casual durante la actividad deportiva y no durante una carga corporal de la vida cotidiana (cf. Jung/Schäfer-Nolte, 1982, 11).

Para evitar sucesos lamentables de este tipo se debería tener en cuenta algunos puntos importantes al plantearse y al realizar un entrenamiento aeróbico dinámico de la resistencia (cf. Weineck, 1981, 702):

¿Quién no puede?

Como contraindicaciones se consideran sobre todo las siguientes (cf. Hüllemann, 1976, 188; Hollmann/Hettinger, 1980, 671; Mellerowicz/Franz, 1981, 45):

- Inflamaciones o infecciones agudas.
- Insuficiencia o lesiones cardíacas, congénitas o adquiridas.
- Trastornos del ritmo cardíaco provocados o intensificados por la carga.

14 Entrenamiento de la velocidad

Definición

En el caso de la velocidad, se trata de un complejo extraordinariamente variado y complejo de capacidades, que se manifiesta de forma muy diferente en las distintas modalidades. La lucha, el boxeo, el karate, los juegos deportivos y el atletismo son modalidades caracterizadas por un papel importante de la velocidad, pero se diferencian en múltiples aspectos de su velocidad específica.

La velocidad no es sólo la capacidad para correr rápidamente, sino que también desempeña un papel importante en movimientos acíclicos (salto, lanzamiento) y en otros cíclicos (carreras de patinaje, esprint en ciclismo; cf. Voss, 1993, 5).

La velocidad es una de las principales formas de trabajo motor que, al igual que la flexibilidad, se puede clasificar entre las capacidades condicionales –resistencia y fuerza– y también entre las capacidades coordinativas (cf. Grosser, 1991, 13; Martin/Carl/Lehnertz, 1991, 147; Weineck, 1992, 377; Schnabel/Thiess, 1993, 696).

Schnabel/Thiess (1993, 696) ven en la velocidad una capacidad condicional, un requisito para el rendimiento, reflejado en la realización de acciones motoras en las circunstancias dadas, con intensidad elevada y máxima, y en el tiempo más breve posible.

En cambio, Martin/Carl/Lehnertz (1991, 147) tienen reservas a la hora de incluir la velocidad entre las capacidades condicionales, pues se basa sólo parcialmente en mecanismos energéticos, y depende también en gran medida de procesos reguladores del sistema nervioso central.

La complejidad de la velocidad, en sus vertientes condicionales y de coordinación, se deduce de la definición de Frey:

Velocidad es la capacidad para efectuar acciones motoras en un tiempo mínimo, determinado por las condiciones dadas, sobre una base doble: la movilidad de los procesos en el sistema neuromuscular y la capacidad de la musculatura para desarrollar fuerza (cf. Frey, 1977, 349).

La definición más amplia de la velocidad la proporciona Grosser (1991, 13), pues, además de los aspectos físico y coordinativo, incorpora además el componente psíquico. Su definición de la velocidad es la siguiente:

“... la velocidad en el deporte [es] la capacidad para obtener, basándose en los procesos cognitivos, en una fuerza de voluntad máxima y en la funcionalidad del sistema neuromuscular, las máximas velocidades de reacción y de movimiento posibles en determinadas condiciones.”

La complejidad del espectro de manifestaciones y del entramado de factores de la velocidad se puede ver con claridad, en referencia a las modalidades de juego, en la descripción de la velocidad que Benedek/Palfai (1980, 10) formulan para el fútbol:

“La velocidad del jugador de fútbol es una capacidad con múltiples facetas. En ella participan no sólo la reacción y la acción rápidas, el arranque y la carrera rápidos, la velocidad en la conducción del balón, el esprint y la parada, sino también el reconocimiento rápido y el aprovechamiento de la situación dada en cada momento.”

Dado que en la edad escolar tardía muchas modalidades inician ya el entrenamiento juvenil, incluso el de alto rendimiento, en esta etapa se puede incrementar la cuota de ejercicios de movilidad específicos.

Importante. Los ejercicios en la postura sedente del salto de valla, en todas sus variaciones (p. ej., cambio rápido de la postura, de un lado a otro) son completamente superfluos en la mayoría de las modalidades (la posición antifisiológica de flexión de la rodilla carga el conjunto del aparato ligamentario de dicha articulación de una forma biomecánicamente desfavorable). Por este motivo, deberíamos renunciar en general a este ejercicio.

Trabajo de la movilidad en la pubescencia

Hacia el final de la edad escolar tardía se inicia el empujón del crecimiento de la primera fase puberal. El incremento anual de estatura se sitúa entre los 8 y 10 centímetros (Harre, 1976, 43). En este momento, debido a los cambios hormonales (sobre todo por el influjo de las hormonas sexual y del crecimiento), se produce una reducción de la capacidad de resistencia mecánica en el aparato locomotor pasivo (cf. Morscher, 1975, 10). El enorme impulso del crecimiento en sentido longitudinal y la menor capacidad de carga mecánica del aparato locomotor pasivo tienen consecuencias diversas. Por una parte, se puede constatar en esta fase un empeoramiento de la movilidad, debido probablemente al hecho de que la capacidad de estiramiento de músculos y ligamentos va por detrás del acelerón en el crecimiento longitudinal (Frey, 1978, 186); por ello resulta absolutamente necesario un trabajo consecuente de la movilidad. Por otra parte, la menor capacidad de carga mecánica requiere una selección cuidadosa de los contenidos, la intensidad y el volumen del ejercicio en el entrenamiento de la movilidad.

Se debería buscar una relación equilibrada entre carga y tolerancia ante la carga. Además se debería renunciar a los ejercicios de estiramiento pasivos, sobre todo con el apoyo del compañero, y a los ejercicios de estiramiento unilaterales, intensivos y voluminosos.

En concreto, los riesgos en esta edad se centran en la columna vertebral y en la articulación de la cadera.

Dado que en el momento del empujón del crecimiento disminuye la tolerancia a la carga del cartílago vertebral en crecimiento (Morscher, 1975, 14), deberían evitarse las cargas exageradas de torsión y de flexión, así como la hiperflexión hacia delante y la hiperextensión hacia atrás. Si se supera el nivel de tolerancia a la carga mecánica de

las placas terminales cartilaginosas vertebrales, pueden producirse invasiones del tejido del disco intervertebral en el tejido esponjoso del cuerpo vertebral, y en consecuencia los llamados nódulos de Schmorl: éstos desempeñan un papel decisivo en la génesis de la enfermedad de Scheuermann (fijación de espalda redonda con insuficiencia postural). También la articulación de la cadera está particularmente amenazada en esta edad. Por este motivo deberemos evitar los ejercicios forzados de inclinación, separación y estiramiento, pues generan esfuerzos extremos de corte y de tracción en el aparato locomotor pasivo (Müller/Hähnel, 1976). En determinadas circunstancias, una sobrecarga constante puede producir epifisiólisis de la cabeza del fémur (cf. Morscher, 1975, 13).

Como resumen se puede decir que en la pubescencia se necesita a toda costa un entrenamiento general y multilateral de la movilidad; sin embargo, se deben evitar en cualquier circunstancia las sobrecargas del aparato locomotor pasivo.

Entrenamiento de la movilidad en la adolescencia

Después del empujón del crecimiento en sentido longitudinal, en la adolescencia se intensifica el crecimiento en anchura, con la consiguiente recuperación de las proporciones corporales. En las chicas se cierran ya las líneas de crecimiento, lo que implica una mayor capacidad de carga del aparato locomotor pasivo; en los chicos disminuye la velocidad de todos los parámetros del crecimiento, en una transición progresiva entre el joven y el adulto que conduce también a una mayor tolerancia de la carga física.

Dado que se va asentando un equilibrio psíquico creciente y una visión del mundo más intelectual, y que se alcanza más o menos la capacidad de carga psicofísica del adulto, se va utilizando cada vez más los métodos y contenidos de entrenamiento de los adultos.

En el trabajo de la movilidad predominan ahora los métodos de estiramientos y el repertorio de ejercicios selectivos y específicos de la modalidad utilizados en el ámbito de los adultos. Cada joven debería plantearse como rutina un programa mínimo y básico de estiramientos, de intensificación progresiva. Debe tenerse una idea clara del sentido y el contexto de esta práctica. Asimismo, hay que adecuar el repertorio de ejercicios a las necesidades individuales. También se puede utilizar a partir de este momento los ejercicios de realización pasiva.

Las posibilidades indicadas de entrenamiento de la movilidad adecuado a la edad no deben tomarse como un esquema rígido para cada una de las etapas. Los métodos y

Importante. Un descenso del tono muscular no sólo mejora la movilidad, sino también la capacidad de regeneración del músculo después de la carga.

No obstante, en la *fase posterior a la carga* no todos los métodos de *stretching* son igualmente apropiados para una regeneración rápida. Schobert y cols. (1990, 90) indican que un “estiramiento intermitente” (alternancia de estiramiento y relajación cada 10 segundos) constituye la mejor aportación para una recuperación rápida después de la carga.

Dicho estiramiento favorece la normalización de las condiciones de riego sanguíneo y de degradación de productos del metabolismo, así como la recuperación energética mediante la alternancia rítmica entre estiramiento y relajación. En cambio, el método del “estiramiento lento” durante un período prolongado (hasta 2 minutos) –similar en este caso a un trabajo isométrico– incide negativamente sobre el riego sanguíneo, limitando el suministro energético oxidativo. Para iniciar la recuperación tan rápidamente como sea posible, la carga de entrenamiento o de competición debería ir seguida inmediatamente del tratamiento de estiramiento en forma de estiramientos intermitentes.

Las ventajas del *stretching* se pueden resumir en los siguientes puntos (cf. también Gerisch, 1986, 26; Blum, 1986, 71; Weineck, 1990, 242):

- El *stretching* se puede practicar en todas partes y sin gasto alguno en aparatos.
- El *stretching* se puede efectuar de acuerdo con un guión elaborado por uno mismo, en casa o de viaje.
- El *stretching* transmite al jugador una sensación cada vez mejor del estado en que se encuentra su musculatura.
- El *stretching* mejora a largo plazo y protege la movilidad articular, permitiendo así ejecuciones más económicas, más ligeras y más explosivas del movimiento, lo cual incide favorablemente sobre la capacidad de rendimiento coordinativo.
- El *stretching* eleva la capacidad individual para asumir carga muscular y optimiza el procesamiento de la carga en el sentido de una regeneración más rápida.
- El *stretching* disuelve tensiones musculares existentes, estira músculos acortados y optimiza el tono muscular.
- El *stretching*, combinado con ejercicios de relajación específicos, mejora la capacidad de relajación no sólo muscular, sino también psíquica, factores que inciden

positivamente sobre la regeneración posterior a la carga.

- El *stretching* optimiza la prevención de las lesiones mejorando la elasticidad y la capacidad de estiramiento.
- El *stretching* incrementa el riego sanguíneo y activa el metabolismo. Ejerce un efecto positivo sobre la velocidad de evacuación de los residuos metabólicos producidos por la carga, eliminando así rápidamente los síntomas de fatiga local.
- Entre todos los métodos para el trabajo de la movilidad, el *stretching* presenta el menor riesgo de lesiones y los mayores porcentajes de mejora, garantizando a la vez el mayor aumento momentáneo de la capacidad de estiramiento. La capacidad máxima de estiramiento se mantiene en el músculo estirado durante 4 horas aproximadamente, ofreciendo así un alto grado de seguridad en cuanto a la profilaxis de las lesiones durante las cargas de entrenamiento prolongadas (cf. Beaulieu, 1981, 61). En los métodos de movilidad activos, el efecto de estiramiento dura sólo unos 10 minutos y tiene que refrescarse mediante un nuevo “calentamiento”.

Resumiendo, el *stretching* constituye un importante instrumental de medidas acompañantes y optimizadoras del entrenamiento en relación con la dualidad carga-recuperación, antes de las cargas de entrenamiento (preparación de la carga, profilaxis fiable de las lesiones), entre ellas y después de ellas (regeneración acelerada).

No obstante, como limitación de sus posibilidades hemos de señalar que el *stretching* no se debería practicar a todas las edades (v. pág. 455) y de forma exclusiva. Además debe tenerse en cuenta determinadas modalidades de ejecución generales y específicas.

Indicaciones metodológicas acerca del *stretching*

Indicaciones generales sobre la práctica

Las ventajas de la práctica del *stretching* (componente integrador de cualquier entrenamiento) sólo están garantizadas si efectuamos cada ejercicio de *stretching* de forma correcta desde un punto de vista no sólo formal (adoptar progresivamente la posición de estiramiento, mantener durante un tiempo, etc.), sino también funcional, esto es, en correspondencia con las circunstancias anatómicas de las trayectorias musculares, con su estado funcional momentáneo y con el modo de trabajo de dichas trayectorias. Para ello se necesitan ciertos conocimientos anatómicos y

Aquí obtenemos los siguientes valores por gramo:

Glucosa	5,1 kcal, esto es, 21,35 kJ \approx 6,34 ATP
Grasas	4,5 kcal, esto es, 18,84 kJ \approx 5,7 ATP
(Proteína)	4,7 kcal, esto es, 19,68 kJ \approx 5,94 ATP

Así pues, con igual oferta de oxígeno, la energía obtenida con la glucosa es un 13 % mayor –incluso un 16 % en el caso del glucógeno como forma de almacenamiento intracelular de la glucosa– que la obtenida en la combustión de los lípidos (Keul/Doll/Kepler, 1969, 153). Se comprende, pues, la necesidad de que el deportista de resistencia acumule glucosa en la mayor cantidad posible.

No obstante, dado que con cargas continuas muy prolongadas las reservas de glucógeno no bastan por sí solas para cubrir las necesidades energéticas, la combustión de los ácidos grasos va adquiriendo un papel cada vez más importante al prolongarse la carga.

Según Keul/Doll/Kepler (1969, 153), con un trabajo muscular prolongado durante horas los ácidos grasos pueden cubrir entre un 70 % y un 90 % de las necesidades energéticas.

De la figura 37 se deduce que en la combustión oxidativa todos los nutrientes entran finalmente en el ciclo del citrato. Los equivalentes del hidrógeno producidos durante este ciclo (iones H^+) son oxidados por las enzimas de la cadena respiratoria en presencia de oxígeno, un proceso del que se obtiene energía (ATP), dióxido de carbono y agua. Las enzimas del ciclo del citrato y de la cadena respiratoria se encuentran en las “centrales térmicas” de la célula, las mitocondrias. Finalmente hemos de indicar que tanto la producción de energía aeróbica como la anaeróbica recorren el mismo camino catabólico hasta llegar al piruvato.

Fundamentos generales de las estructuras y funciones del sistema neuromuscular y de la motricidad deportiva

El desencadenamiento de una contracción muscular, como requisito básico del movimiento humano, necesita un impulso nervioso, esto es, una regulación nerviosa central. La instancia jerárquicamente superior, el sistema nervioso central, permite efectuar movimientos intencionales y coordinados entre sí a partir de un potencial ilimitado de movimientos aislados.

Estructura de una célula nerviosa. Unidad motora

La célula nerviosa, con las fibras que parten de ella, constituye la unidad básica del sistema nervioso central (fig. 38).

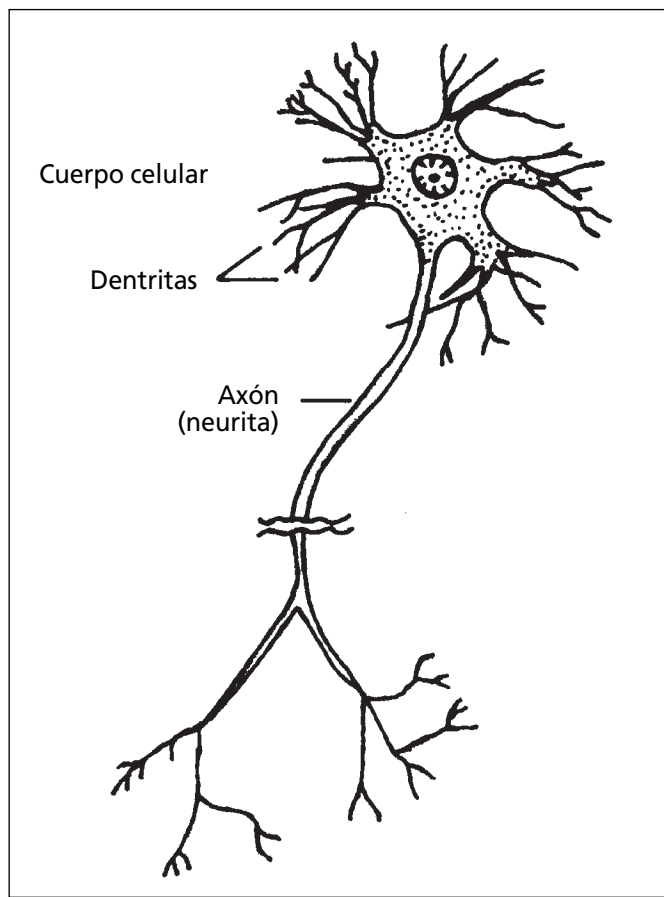


Figura 38. Estructura de una célula nerviosa (neurona).

Distinguimos entre unas protuberancias cortas, las llamadas *dendritas*, que conducen en dirección a la célula y sirven para captar la información procedente del entorno, y una protuberancia larga, la *neurita* (axón), que transmite las informaciones a otras células o al órgano final, por ejemplo, al músculo.

Las *dendritas*, junto con la membrana del cuerpo celular, modulan la actividad de la célula nerviosa mediante la integración de los diversos estímulos e inhibiciones. Esta membrana está cubierta de una corteza de al menos un millón de sinapsis (cf. Kugler, 1981, 7).

El *axón* se puede dividir en fibras *mielinizadas*, de conducción rápida, por ejemplo, las fibras motoras (velocidad de conducción de hasta 120 m/s o 432 km/h), y fibras *no mielinizadas*, de conducción lenta, por ejemplo, las fibras de transmisión del dolor.

Un grupo de varios axones se reúne en un racimo de conexiones, comparable a un cable de conducción eléctrica, que, recubierto de una vaina de tejido conjuntivo, forma el conjunto que conocemos como *nervio*.

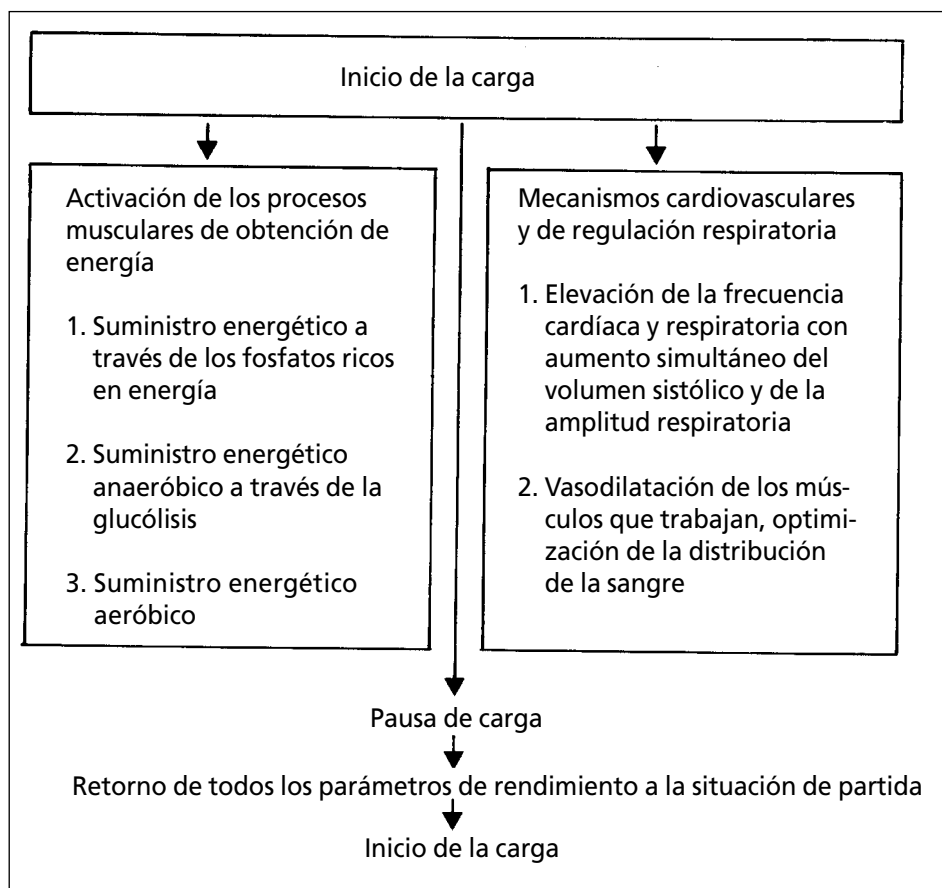


Figura 89. El principio del método de repeticiones.

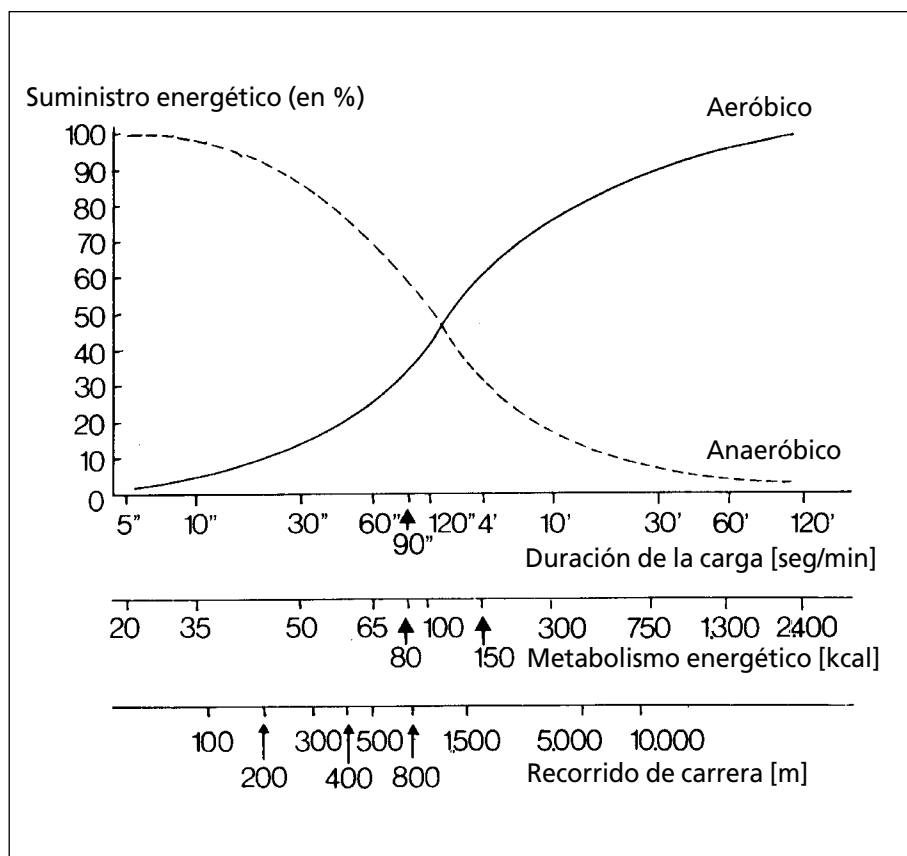
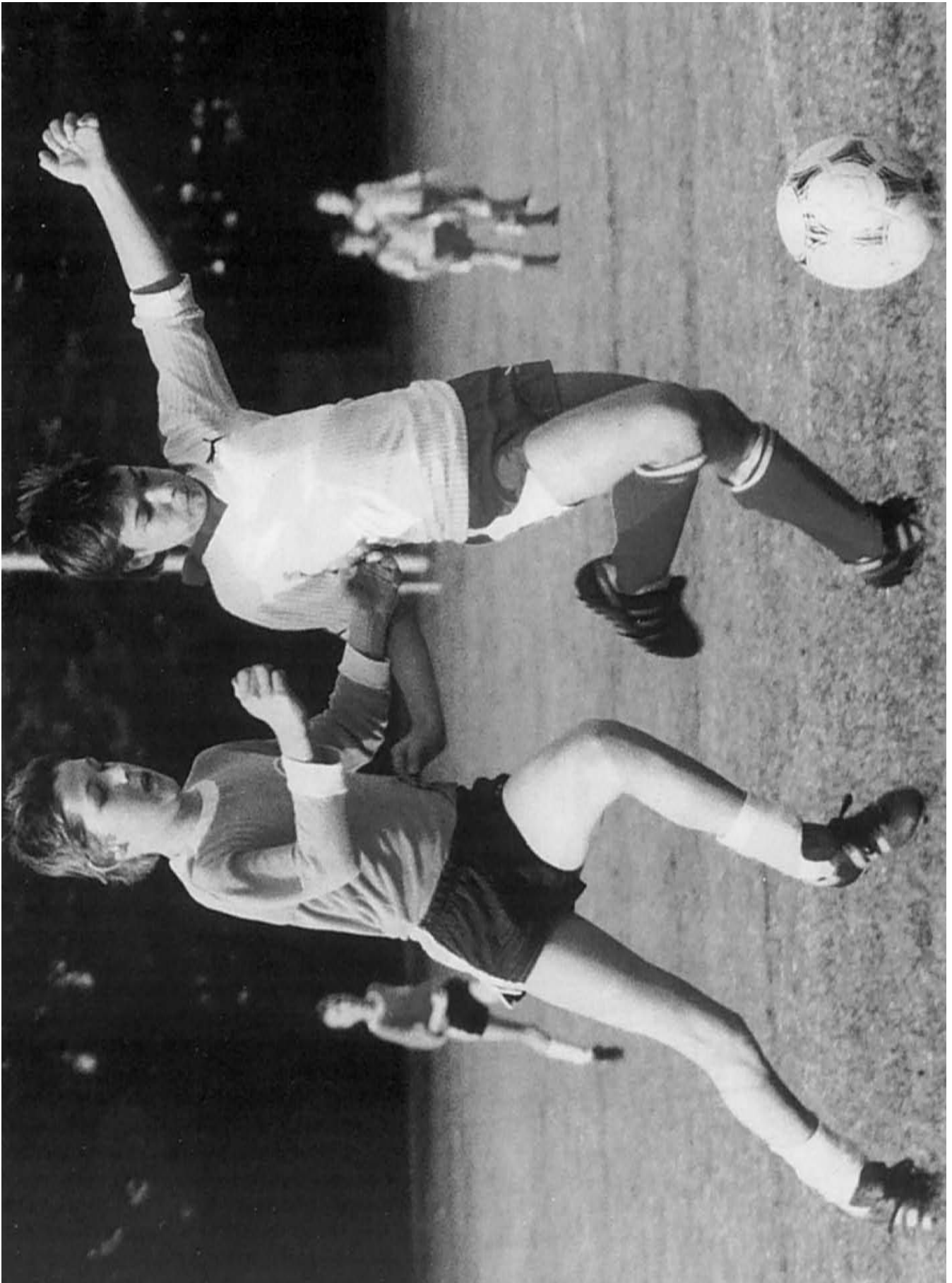


Figura 90. El tipo de suministro energético con carga máxima dependiendo del tiempo de trabajo y de la distancia del recorrido (de Keul, 1975, 596).



Nombre	Descripción	Longitud recorrida	Velocidad de movimiento	Densidad del estímulo (pausa)
9 Carreras				
a)	“Dejarse caer” desde la postura sobre las puntas de los pies, con piernas extendidas	20 m	Máxima (acelerada)	3-5’
b)	Partiendo de un “impulso centrífugo” y posición de pies desplazada	20 m	Máxima (acelerada)	3-5’
c)	Arrancar con movimiento de preparación (1-3 saltos cortos), aterrizando en la posición de flexión completa	30 m/60 m	Arranque máximo, posible repetición después de una suave	3-6’
d)	Posición de flexión completa (una mano como mínimo en contacto con el suelo)	Carrera de relajación 20 m	De submáxima a máxima	3-5’
e)	Posición de flexión	20 m	Destacar la frecuencia completa entre 10 y 20 m	3-5’
f)	Como e	Ampliar la longitud del recorrido hasta 40 m	Destacar la frecuencia entre 20 y 30, y 30 y 40 m	6’
10 Salida baja	Con y sin estímulo de salida Con y sin compañero	10-60 m	De submáxima a máxima	Hasta 15’
11 Carreras progresivas	Incrementar progresivamente la velocidad	60-100 m	Frecuencias de paso relativamente elevadas, con velocidad submáxima (85-90 %, en casos excepcionales por encima)	6-8’
12 Carreras lanzadas	Acelerar con fluidez hasta la velocidad máxima	20-30 m (etapa de velocidad pura)	Máxima, como carrera de control, o bien al 85-95 % (control mediante célula fotoeléctrica)	6-10’

Tabla 55. Resumen de las formas de un entrenamiento específico del esprint (de Fischer, 1990, 21)

Entrenamiento de la resistencia de la velocidad

Definición

Por resistencia de la velocidad se entiende, en metodología del entrenamiento, la capacidad para mantener la fase de velocidad máxima durante un tiempo prolongado.

Unos músculos fuertes y rápidos pueden tener, según Gundlach (1969, 225) una capacidad de resistencia buena o mala. Esta capacidad se puede entrenar en una medida mucho mayor que, p. ej., la velocidad de inervación o la

capacidad de contracción del músculo. El aumento de la resistencia de la velocidad capacita al deportista para mantener la fase de coordinación rápida y la velocidad máxima durante un tiempo prolongado.

La resistencia de la velocidad depende, desde el punto de vista coordinativo, de la velocidad de acción (en el sentido de la coordinación rápida) y, desde el punto de vista energético, del suministro energético anaeróbico láctico y de los fosfatos ricos en energía. En este sentido la resistencia de la velocidad –conocida también como capacidad de aguante– reviste una gran importancia para el corredor de corta distancia (100-400 m). Para los juegos deportivos, en cambio, una resistencia de la velocidad definida en estos términos desempeña un papel secundario, pues la lon-

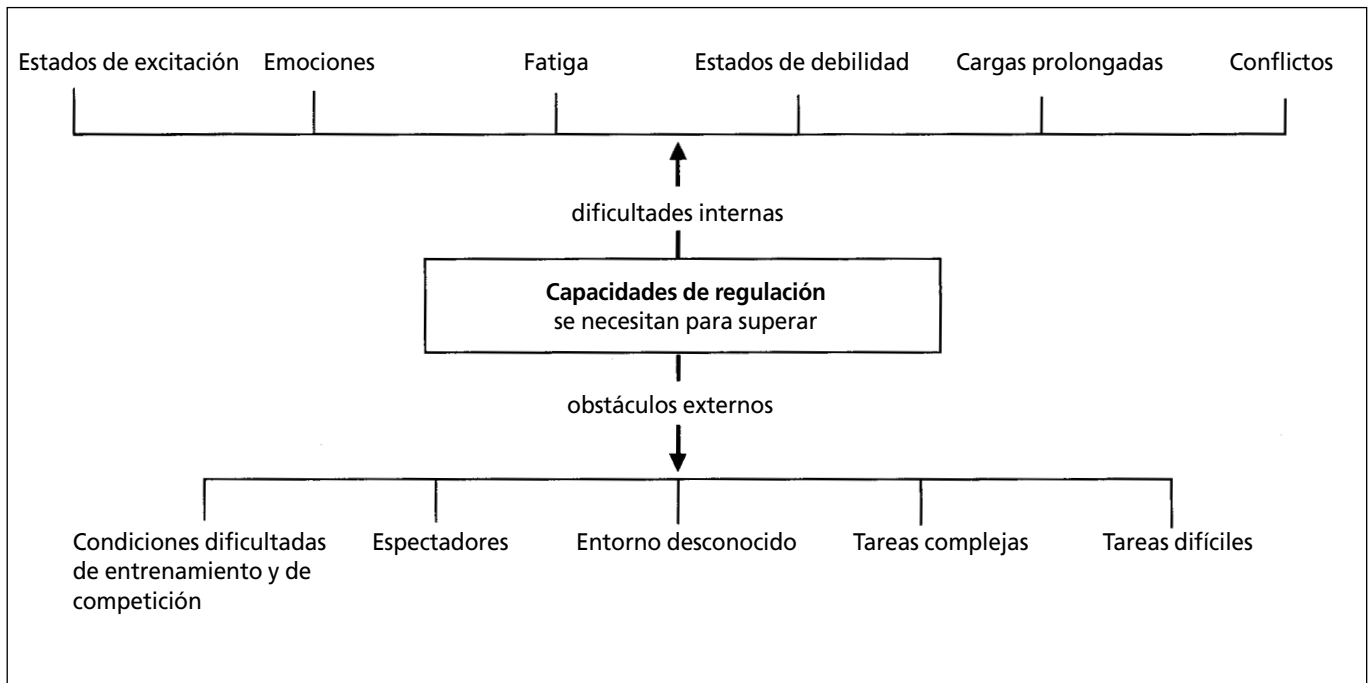


Figura 408. Tareas de las capacidades reguladoras (de Baumann, 1986, 137).

Para conservar los mecanismos internos de impulsos y de regulación necesitamos las llamadas capacidades de regulación (v. fig. 407).

Las capacidad de regulación reflejadas en la figura 407 sirven para dominar obstáculos internos y externos (v. fig. 408) y determinan, por tanto, en una medida considerable la capacidad de rendimiento deportivo.

Importancia de la táctica deportiva

La táctica desempeña en las diferentes modalidades un papel variable en cuanto a su tipología y a su importancia específica. En la figura 409 se clasifican las particularidades de las acciones tácticas en los diferentes grupos de modalidades.

En el primer grupo, el pensamiento táctico se orienta exclusivamente hacia la ejecución óptima de las secuencias motoras en el momento dado. En el segundo grupo, el enfoque se dirige al empleo correcto de las fuerzas, a su correcta economización. Finalmente, en el tercer grupo, el pensamiento táctico abarca la regulación de la competición en condiciones conflictivas y en situaciones de cambio constante.

Esta clasificación muestra que la formación táctica interesa sobre todo en el tercer grupo. En cambio, en los otros dos grupos basta con unos conocimientos elementales y generales sobre táctica.

Organización y conducción de la competición deportiva

Harre (1976, 198) clasifica el comportamiento táctico en las categorías de *organización* y *conducción* de la competición deportiva.

Por *organización* de la competición deportiva entiende este autor todas las medidas adoptadas *antes de la competición* que permiten disputar la lucha deportiva en condiciones óptimas.

La figura 410 resume la complejidad de la génesis de una decisión de acción.

Si quiere optimizar una acción, el entrenamiento táctico tiene que tener en cuenta los componentes que influyen sobre la decisión a favor de dicha acción.

Tareas de la formación táctica

La formación táctica es un componente integrador del proceso del entrenamiento y se encuentra en estrecha relación con las capacidades técnicas y psicológicas. El problema táctico, dejando al margen los principios generales de un conocimiento básico, sólo se puede enseñar desde el punto de vista específico de la modalidad. La formación táctica se puede dividir en un trabajo teórico y otro práctico.

16 Entrenamiento de las capacidades coordinativas	479
Definición	479
Tipos de capacidades coordinativas	479
Importancia de las capacidades coordinativas	479
Entrenabilidad de las capacidades coordinativas	480
Componentes de las capacidades coordinativas	480
Importancia de los factores de rendimiento físicos para las capacidades coordinativas	486
Fundamentos anatómo-fisiológicos de los procesos de regulación y conducción en el transcurso de las acciones deportivas	486
Métodos y contenidos del entrenamiento de las capacidades coordinativas	488
Ejercicios de test y de control	491
Entrenamiento de las capacidades coordinativas en el proceso de entrenamiento a largo plazo	492
Principios metodológicos básicos para el entrenamiento de las capacidades coordinativas	493
Entrenamiento de las capacidades coordinativas en las edades infantil y juvenil	493

Parte III

Entrenamiento de la técnica y la táctica deportivas..... 499

17 Entrenamiento de la técnica deportiva	501
Definición	501
Importancia de la técnica deportiva	501
Entrenabilidad de la técnica deportiva	501
Etapas del entrenamiento de la técnica	502
Criterios y características de la técnica deportiva	502
Factores que influyen sobre el proceso de aprendizaje de la técnica	504
Fases del aprendizaje en el entrenamiento de la técnica deportiva	504
Fundamentos psicomotores y de neurofisiología relacionados con el aprendizaje del movimiento (de la técnica)	506
Contenidos del entrenamiento general y específico de la técnica	512
Métodos del entrenamiento de la técnica	513
Medidas metodológicas	514
El problema de la multilateralidad y la especialización	514
El fenómeno de la lateralidad	521
El fenómeno de la tipología de la lateralidad	525
La transferencia contralateral	527
El problema del estancamiento en el desarrollo de la técnica	531
Control y tests	532
Entrenamiento de la técnica en el proceso a largo plazo. Periodización	532
Principios metodológicos básicos sobre el entrenamiento de la técnica	533
Entrenamiento de la técnica en las edades infantil y juvenil	533
18 Entrenamiento de la táctica deportiva	537
Definición	537
Tipos de táctica deportiva	537

Crecimiento en grosor (hipertrofia)

De forma muy general se puede decir que la fuerza del músculo depende sobre todo de su sección transversa: un músculo levanta alrededor 6 kg por centímetro cuadrado (Hettinger, 1966, 29); así pues, si aumenta la sección transversa del músculo, se incrementa también su fuerza.

El crecimiento en grosor se produce por engrosamiento de cada fibra muscular y por incremento del número y el diámetro de las miofibrillas. No obstante, hemos de tener en cuenta que las diferentes fibras musculares –tipo I (fibras ST) y tipo II con sus categorías secundarias II c, II a y II b (fibras FT) (v. pág. 78)– se activan de forma diferente dependiendo de la intensidad del entrenamiento (cuantía de la carga de peso). Como podemos ver en la figura 145, con cargas ligeras se activan exclusivamente las fibras del tipo I. Con cargas medias se van incorporando progresivamente las fibras del tipo II (primero las IIc, a continuación las IIa y finalmente las fibras más fuertes y rápidas del hombre, las IIb).

Con cargas superiores al 80 % de la fuerza máxima individual todos los tipos de fibra muscular (tipos I y II) quedan sometidos por igual a un entrenamiento de mejora de la sección transversa (cf. Sale, 1988, 135; Duchateau, 1993, 49).

Como causas de la hipertrofia se considera –aparte del estímulo de entrenamiento adecuado– un umbral crítico de tensión y un metabolismo elevado del ATP por unidad de tiempo.

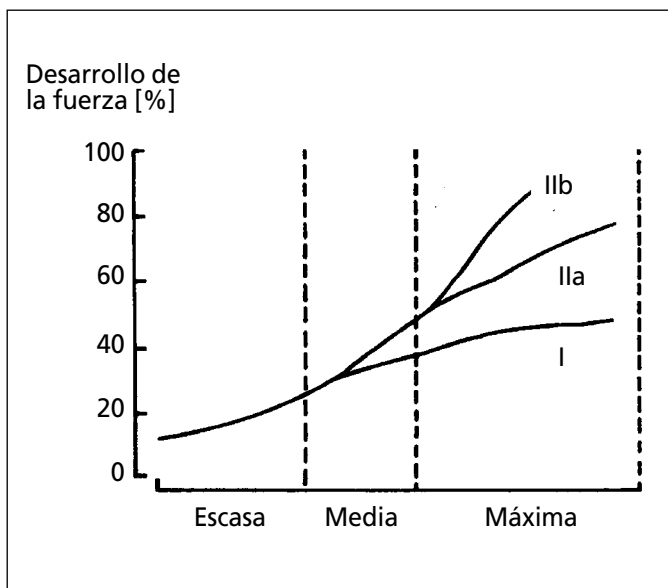


Figura 145. Trabajo de las fibras musculares dependiendo de la intensidad del entrenamiento. I = fibras ST, de contracción lenta; II = fibras FT, de contracción rápida (de Costill, citado en Cometti, 1988c, 18).

La figura 146 ofrece una visión general de la secuencia de los mecanismos de hipertrofia provocados por el entrenamiento de la fuerza.

Aumento del número de fibras musculares (hiperplasia)

La cuestión de la multiplicación celular (hiperplasia), hasta la fecha un punto de fuerte polémica, se puede responder afirmativamente en la actualidad con un alto grado de probabilidad. En un gran número de experimentos con animales, y en una serie de estudios efectuados con culturistas y levantadores de pesas, se ha constatado, directa o indirectamente, que la mera hipertrofia no puede explicar el aumento demostrable de la sección transversa de los músculos después de un entrenamiento específico de la fuerza (cf. MacDougall y cols., 1982, 117; Tesch/Larsson, 1982, 301; MacDougall y cols., 1984, 1399; Giddings, 1985, 133; Larsson/Tesch, 1986, 130; Sale y cols., 1987, 1786; Alway y cols., 1989, 24; White/Essex, 1989, 161; Bischoff, 1990, 201; Mikesky y cols., 1991, 1047).

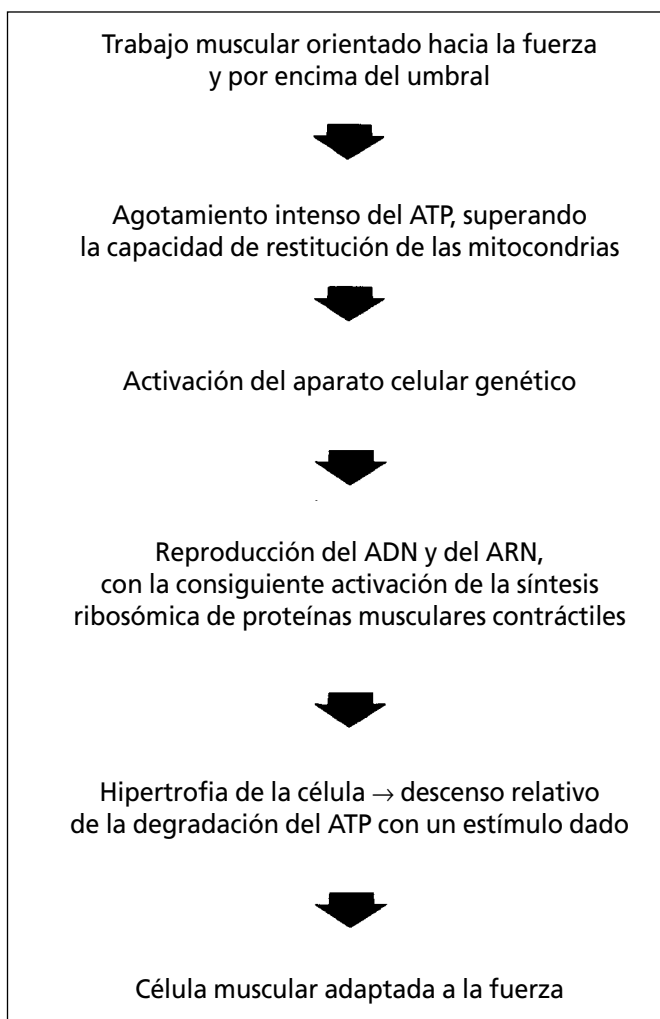


Figura 146. Modelo hipotético de la regulación de la hipertrofia mediante el entrenamiento de la fuerza (modificado de Meerson, 1973).

tado es inevitable, pues en el deportista de elite el trabajo muy centrado en el volumen no produciría ya las necesarias reacciones de adaptación.

Otros rasgos típicos de la estructura de entrenamiento del deportista de elite son el predominio de la intensidad de carga en sesiones de entrenamiento relativamente breves y el carácter de la carga, muy específico de la competición (v. Tschiene, 1976, 18).

Periodización en las edades infantil y juvenil

El objetivo de una mejora razonable del rendimiento debería ser que los niños se aproximaran, de una forma prudente y respetando las particularidades de las fases de desarrollo físico y psíquico, a los resultados óptimos en la edad de máximo rendimiento (v. Schmidt, 1974, 148 s.); por tanto, la periodización doble, como ya hemos mencionado, está fuera de lugar en estas edades, pues inevitablemente se plantearían exigencias excesivas para la capaci-

dad de rendimiento corporal, así como conflictos con las exigencias en el ámbito escolar.

Un esquema de este tipo (fig. 24, cf. también Bley, 1977, 398 s.) ofrece una posibilidad de solución adaptada a los niños y a la escuela:

- Se tiene en cuenta las circunstancias escolares debidas a las vacaciones.
- La distribución de competiciones a lo largo de todo el ciclo anual impide que entrenamiento se considere como un fin en sí mismo; éste gana en amenidad y por tanto en eficacia.
- Las competiciones permiten controlar de forma continua la eficacia de los métodos y contenidos aplicados, y por tanto organizar el proceso de entrenamiento en condiciones óptimas.
- Los períodos de entrenamiento relativamente breves garantizan fases suficientes de recuperación y regeneración, circunstancia importante para el organismo en crecimiento del niño o del joven.

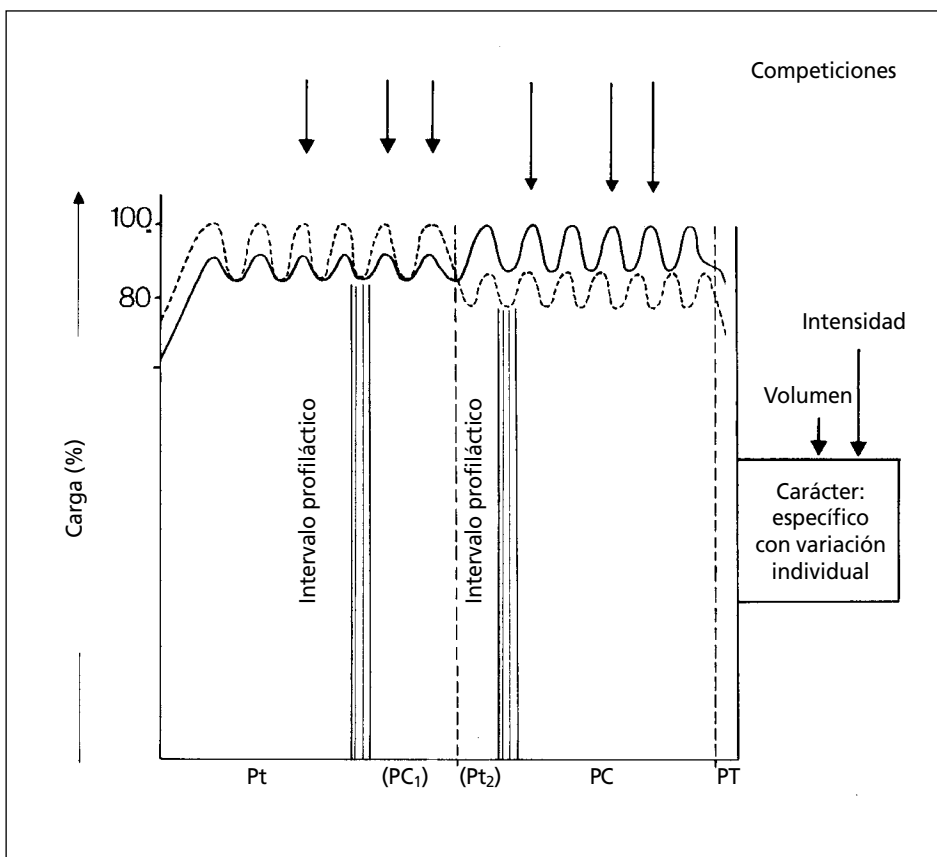


Figura 23. Esquema de periodización para el deportista de alto rendimiento (de Tschiene, 1977, 278).

años aumenta de forma notable en los varones, alcanzando su punto álgido entre los 20 y los 30 años de vida, para caer a continuación de forma rápida. En el sexo femenino los cambios de la entrenabilidad son relativamente escasos con el transcurso de los años (cf. fig. 135). El aumento más marcado de la entrenabilidad de la fuerza se puede comprobar en el ámbito de la pubescencia y la adolescencia (v. pág. 349).

El período es entre los 12 y 14 años en especial, pues en este momento, según una serie de estudios efectuados en América, el porcentaje de las llamadas fibras intermedias –que no pertenecen claramente a las ST, de contracción lenta (I) ni a las FT, de contracción rápida (II)– alcanza un 14 % en los chicos y un 10 % en las chicas. Con el correspondiente entrenamiento, estas fibras pueden transformarse en fibras ST o FT. Esta circunstancia debería aprovecharse en el sentido de un entrenamiento acentuado de la fuerza rápida, pues posteriormente la transformación de fibras ST en FT resulta ya imposible (al contrario que las de FT en ST). Otra razón para efectuar un entrenamiento de este tipo tiene que ver con las buenas condiciones que se dan en este período para entrenar la velocidad (tanto cíclica como acíclica; cf. Bauersfeld/Voss, 1992, 45 y 84).

Nada más concluir un entrenamiento de fuerza se produce un aumento a corto plazo de la testosterona, sobre todo si las intensidades han sido elevadas (cf. Kraemer, 1988, 153). Hablaremos de este aumento al tratar de la situación del metabolismo anabólico que requiere la hipertrofia muscular.

Fuerza y secreción de hormona sexual en el transcurso de la vida en relación con la edad y el sexo

En la figura 136 se observa que la fuerza de chicos y chicas es prácticamente igual en la edad infantil –más o menos hasta el duodécimo año de vida (cf. Fukunaga, 1976, 261; Frey, 1978, 174)–. Con el paso de los años, la fuerza de los chicos aumenta rápidamente –en las chicas este ascenso es moderado–, para alcanzar el nivel máximo entre los 20 y los 30 años. En etapas posteriores, la fuerza disminuye de forma progresiva.

La causa de las diferencias de fuerza entre hombre y mujer radica en la mayor presencia en el hombre de testosterona (hormona sexual masculina), cuyo efecto incrementa el anabolismo (síntesis) de proteínas: la sección transversa del músculo en la mujer alcanza sólo un 75 % respecto de la del varón; pero incluso con la misma sección transversa la fuerza de la mujer es menor, pues las diferencias de origen hormonal implican diferencias en la composición porcentual del tejido: el porcentaje de tejido graso en la mujer dobla aproximadamente el del hombre (Fukunaga, 1976, 259).

La fuerza de la mujer adulta llega, según Hettinger (citado en Frey, 1978, 174) hasta los dos tercios de la fuerza del hombre. No obstante, esto afecta sólo a la musculatura de las extremidades (sobre todo fibras FT) y no a la musculatura del tronco (sobre todo fibras ST), que no muestra diferencias específicas de los sexos.

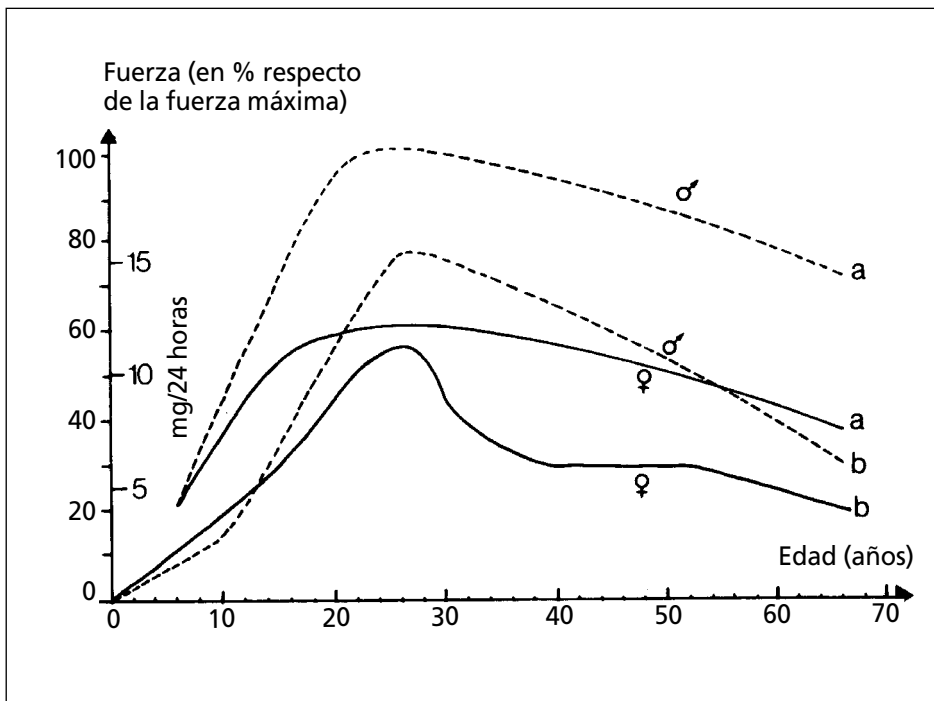
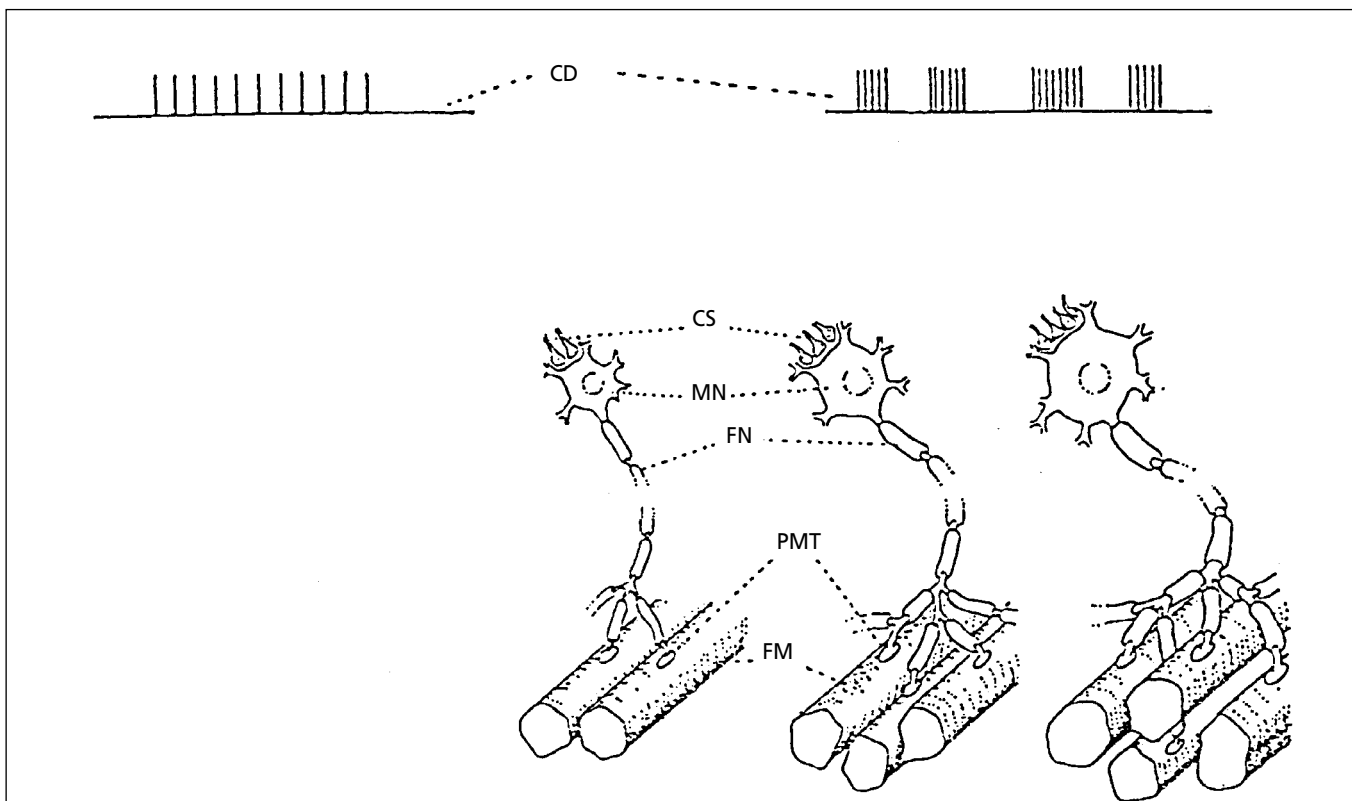


Figura 136. Fuerza (a) y secreción de hormona sexual (b) en el transcurso de la vida en relación con la edad y el sexo (en Hettinger, 1966, 28 y 103).

- Dreisbach, W., R. Rost, D. Böning, W. Hollmann, H. Liesen, H. Philippi, H. Feldermann: "Untersuchungen zur Frage einer trainingsbedingten Verbesserung der Sauerstoffutilisation im Skelettmuskel des Menschen". *Dt. Z. Sportmed.* 29 (1979), 377-384.
- Drenkow, E.: "Untersuchung über den Einfluß des beid- und einseitigen Übens auf die Leistung im Werfen". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 9 (1960), 826-829.
- Drenkow, E.: "Zum Problem der beidseitigen Ausbildung im Sport". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 9 (1960), 1084-1092 (1ª parte); 10 (1961), 41-48 (2ª parte); 10 (1961), 137-145 (3ª parte).
- Drews, A.: "Die aktive Bewegung in der Prävention der Koronarsklerose". *mda* II (1971), 321-323.
- DSB, BA-L, Technische Kommission: "Talentsuche - Talentförderung, Eine Bestandsaufnahme unter besonderer Berücksichtigung der Fördergruppen (Leistungsgruppen) und Internate". Deutscher Sportbund, Frankfurt, 1973.
- Dubbick, V.: "Anwendungsmöglichkeiten der Relaxation in der Sportmedizin". *Medizin und Sport* II (1971), 126-128.
- Duchateau, J.: *L'entraînement de la force spécifique en sport: fondements physiologiques et applications pratiques*. INSEP, Paris 1993.
- Dudley, G. A.: "Metabolic consequences of resistive-type exercise". *Med. and Sci. in Sports and Exerc.* 20 (1988), 5 (suppl.), pp. 158-161.
- Dufaux, B. y cols.: "Über den Einfluß eines Ausdauertrainings auf die Serum-Lipoproteine unter besonderer Berücksichtigung der Alpha-Lipoproteine (HDL) bei jungen und älteren Personen". *Dt. Z. Sportmed.* 30 (1979), 123-128.
- Dworkin, L.: "Das Training 13- 16jähriger Gewichtheber". *Leistungssport* 6 (1976), 190-194.
- Eberspächer, H.: *Sportpsychologie*. Rowohlt, Reinbek 1982.
- Eberspächer, H.: "Mentales Fertigkeitstraining". *Sportpsychologie* 4 (1990), 3, 5-13.
- Eccles, J. C., P. Scheid: "Physiologie der Nervenzelle und ihrer Synapsen". En: ten Bruggencate, G. y cols. (eds.). *Allgemeine Neurophysiologie*. 3ª ed., Urban & Schwarzenberg, München - Viena - Baltimore, 1980.
- Eckardt, H.: "Belastbarkeit des kindlichen Organismus nach Infektionskrankheiten". *Theorie und Praxis der Körperkultur* 26 (1977), 609-611.
- Eckert, W.: "Der Sport in der zweiten Lebenshälfte unter besonderer Berücksichtigung des Ausdauertrainings und dessen Bedeutung in der Prävention und Rehabilitation der Herz-Kreislaufkrankheiten". *Dt. Z. Sportmed.* 29 (1978), II, IX-X; 12, 378-382, V-VI.
- Edström, L., B. Ekblom: "Differences in sizes of red and white muscle fibers in vastus lateralis of musculus quadriceps femoris of normal individuals and athletes". Relation to physical performance. *Scand. J. of Clin. Lab. Invest.* (1972), 175-181.
- Egger, J.-P.: *De l'entraînement de la force à la preparation spécifique en Sport*. INSEP, Paris, 1992.
- Egger, K.: *Lernübertragungen in der Sportpädagogik*. Birkhäuser Verlag, Basilea, 1975.
- Egger, K. y cols.: *Turnen und Sport in der Schule*. Tomo 1, Eidgenössische Turn- und Sportkommission, Berna 1978.
- Egstrom, G.: "The effects of an emphasis on conceptualizing techniques upon the early learning of a gross motor skill". Tesis doctoral, University of Los Angeles, Cal., 1961.
- Ehlenz, H., M. Grosser, E. Zimmermann: *Krafttraining*. BLV Verlagsgesellschaft, München - Viena - Zürich, 1983.
- Ehrenstein, W.: "Die Bedeutung des Schlafes für den Leistungssportler". *Sportarzt u. Sportmed* 23 (1972), 153-155.
- Ehrlich, D., P. Haber: "Influence of acupuncture on physical performance and haemodynamic parameters". *Int. J. Sports Med.* 13 (1990), 486-491.
- Eiben, O. G.: "Die körperliche Entwicklung des Kindes". En: Willimczik K., M. Grosser (eds.). *Die motorische Entwicklung im Kindes- und Jugendalter*. Hofmann Verlag, Schorndorf, 1979, pp. 187-219.
- Eigenmann, F.: "Kraftförderung im Jugendalter". *Union Schweizer Fußballtrainer* (1986), 11 (p. 405: 1986, 32) und *Sporterziehung in der Schule* (1987), 9/10, 20; 25-26.
- Ekblom, B., A. Goldberg, R. Gullbring: "Response to exercise after blood loss and reinfusion". *J. of Appl. Physiol.* 33 (1972), 175 f.
- Endert, T.: "Sportspiele für die planmäßige Alldauerschulung nutzen". *Körpererziehung* 29 (1979), 160-162.
- Eriksson, B.: "Physical training, oxygen supply and muscle metabolism in 11-13 year old boys". *Acta Phys. Scand.* (1972), Suppl. 384.
- Eriksson, B., P. Gollnick, B. Saltin: "Muscle metabolism and enzyme activities after training in boys 11-13 years old". *Acta Phys. Scand.* (1973), 485 ss.
- Eriksson, B., J. Karlsson, B. Saltin: "Muscle metabolites during exercise in pubertal boys". *Acta Päd. Scand.* (1971), Suppl. 217, 154-157.
- Eriksson, E.: "Rehabilitation of muscle function after sport injury - Major problem in sports medicine". *Int. J. Sports Medicine* 2 (1981), 1-6.
- Eriksson, E., T. Häggmark, K.-H. Kiessling, J. Karlsson: "Effect of electrical stimulation on human skeletal muscle". *Int. J. Sports Medicine* 2 (1981), 18-22.
- Erkenbrecher, U.: "Für Jugendspieler ist immer Vorbereitungszeit!" *Fußballtraining* 8 (1990), 7, 51-61.

- Kesner, R. P., H. S. Conner: "Independence of short- and long-term memory: a neural system analysis". *Science* 176 (1972), 432-434.
- Keul, J.: "Die Bedeutung des aeroben und anaeroben Leistungsvermögens für Mittel- und Langstreckenläufer(innen)". *Die Lehre der Leichtathletik* (1975), 593; 596; 632.
- Keul, J.: "Problematik der Regeneration im Training und Wettkampf aus biochemischer und physiologischer Sicht". *Leistungssport* 3 (1973) 24-33.
- Keul, J.: "Training und Regeneration im Hochleistungssport". *Leistungssport* 8 (1978), 236-246.
- Keul, J.: "Zur Belastbarkeit des kindlichen Organismus aus biochemischer Sicht". En: Howald, H., E. Hahn (eds.). *Kinder im Leistungssport*. Birkhäuser, Basilea – Boston – Stuttgart, 1982, pp. 31-49.
- Keul, J.: "Belastbarkeit von Kindern im Bereich Tennis". Conferencia con ocasión del 4^a congreso federal de la DTB/VDT, con fecha de 6/1/1991.
- Keul, J. y cols.: "Die Veränderungen von Kreislauf- und Stoffwechselgrößen bei Kindern während eines Skilanglaufs unter einem Multivitamin-Elektrolyt-Granulat". *Dt. Z. Sportmed.* 30 (1979), 65-72.
- Keul, J., E. Doll, D. Keppler: *Muskelstoffwechsel*. Barth, München, 1969.
- Keul, J., N. Löhmann, P. Adolph: "Die Veränderung der Herzfrequenz und der arteriellen Glucose- und Lactat-Spiegel bei 2-4minütigen Intervallläufen". *Int. Z. f. angew. Physiol. Incl. Arbeitsphysiol.* 29 (1970), 1, 55-64.
- Keul, J., F. Cerny: "Influence of altitude training on muscle metabolism and performance in man". *Brit. J. Sports Med.* 8 (1974), 18-29.
- Keul, J., G. Huber, W. Kindermann: "Unterschiedliche Wirkung des Skilanglaufes und des Skiabfahrtslaufes auf Kreislauf und Stoffwechsel", *Sportarzt u. Sportmed.* 26 (1975), 49-58.
- Keul, J., A. Klümper, S. Baumann: "Beziehungen zwischen Verletzungshäufigkeit und blutchemischen Veränderungen". *Leistungssport* 8 (1978), 343-347.
- Keul, J., W. Kindermann, G. Simon: "Die aerobe und anaerobe Kapazität als Grundlage für die Leistungsdiagnostik". *Leistungssport* 8 (1978), 22-32.
- Keul, J., G. Simon, A. Berg, H.-H. Dickhuth, I. Goertler, R. Kübel: "Bestimmung der individuellen anaeroben Schwelle zur Leistungsbewertung und Trainingsgestaltung". *Dt. Z. Sportmed.* 7 (1979), 212 s.
- Keul, J., H.-H. Dickhuth, A. Berg, M. Lehmann, G. Huber: "Allgemeine und sportartspezifische Leistungsdiagnostik im Hochleistungsbereich. Labortests und Feldversuche". *Leistungssport* 11 (1981), 382-398.
- Kibele, A., K.-J. Müller: "Neuromuskuläre Aktivierung der Beinstreckmuskulatur". *Dt. Z. Sportmed.* 40 (1989), 80-84.
- Kiessling, B., M. Viol: "Zur Veränderung von Körperteilmassen im sportlichen Leistungstraining". *Medizin und Sport* 30 (1990), 121-124.
- Kimura, D., Y. Archibald: "Motor functions of the left hemisphere". *Brain* 97 (1974), 337-350.
- Kindermann, W.: "Hinweise auf alters- und geschlechtsspezifische Besonderheiten im Mittelstreckenlauf". *Die Lehre der Leichtathletik* (1974), 1767-1769; 1824-1825.
- Kindermann, W.: "Regeneration und Trainingsprozeß in den Ausdauersportarten aus medizinischer Sicht". *Leistungssport* 8 (1978), 348-357.
- Kindermann, W.: "Grundlagen der aeroben und anaeroben Leistungsdiagnostik". *Schw. Z. Sportmed.* 1 (1984), 69-74.
- Kindermann, W., G. Huber, J. Keul: "Anoxydative Energiebereitstellung beim Laufen und Schwimmen während ein- bis dreiminütiger Belastungsdauer". *Sportarzt u. Sportmed.* 24 (1973), 273-277.
- Kindermann, W., G. Huber, J. Keul: "Laktat-Azidose und Herzfrequenz während und nach verschiedenen Trainingsformen des 400 m Läufers". *Sportwissenschaft* 3 (1973), 342-355.
- Kindermann, W., G. Huber, J. Keul: "Anaerobe Energiebereitstellung und Herzfrequenz während und nach verschiedenen Trainingsmethoden des Mittelstrecklers". *Leistungssport* 5 (1975), 66-70.
- Kindermann, W., D. Försterling, J. Keul: "Anoxydative Energiebereitstellung beim Laufen und Schwimmen in Abhängigkeit vom Geschlecht". *Medizin und Sport* 15 (1975), 353-356.
- Kindermann, W., J. Keul, G. Huber: *Anaerobe Energiebereitstellung im Hochleistungssport*. Hofmann Verlag, Schorndorf, 1977.
- Kindermann, W. y cols.: "Anpassungserscheinungen durch Schul- und Leistungssport im Kindesalter". *Sportwissenschaft* 8 (1978), 222-234.
- Kindermann, W., G. Simon, J. Keul: "Dauertraining – Ermittlung der optimalen Trainingsherzfrequenz und Leistungsfähigkeit". *Leistungssport* 8 (1978), 34-39.
- Kiphard, E.: *Bewegungs- und Koordinationsschwächen im Grundschulalter*. Hofmann Verlag, Schorndorf, 1970.
- Kiphard, E.: "Die Bewegungskoordination und ihre Schulung". En: Koch, K. (ed.). *Motorisches Lernen – Üben – Trainieren*, Hofmann Verlag, Schorndorf, 1972, pp. 151-168.
- Kirchert, C.: "Die Ermittlung der Schreibhand und Probleme der Linkshänderbetreuung". *Motorik* 2 (1979), 50-56; 70-72.
- Kleindienst-Cachay, C.: "Bewegungserziehung als Wahrnehmungserziehung". *Sportunterricht* 31 (1982), 45-56.
- Kleinsorge, H.: "Probleme bei der Anleitung zum Autogenen Training". *Heilkunst* 83 (1970), 12.



	Tipo I (S)	Tipo IIc/IIa (FR)	Tipo IIb (FF)
Motoneurona, diámetro	30 µm aprox.	entre 40 y 60 µm	hasta 70 µm
Umbral de excitación	bajo	medio	alto
Fibras musculares, diámetro	9 µm aprox.	entre 10 y 15 µm	20 µm aprox.
Velocidad de conducción axonal	30-40 m/s	40-90 m/s	70-120 m/s
Frecuencia de descarga	hasta 30 imp./s, de forma más bien continua	hasta 90 imp./s	hasta 150 imp./s, de forma más bien explosiva
Sección transversal de la fibra muscular	2.000 - 4.000 µm ²	2.000 - 6.000 µm ²	2.000 - 10.000 µm ²
Velocidad de conducción de la fibra muscular (FM)	2,5 m/s aprox.	entre 3 y 5 m/s	5,5 m/s aprox.
Fuerza de la FM, contracción aislada	70 mg	80-90 mg	100 mg
Fuerza de la FM, contracción tetánica	140 mg aprox.	400 mg aprox.	700 mg aprox.
Fatigabilidad	baja	baja	alta
Tiempo de contracción, contracción aislada	100 ms aprox.	50-90 ms	40 ms aprox.
Tiempo de contracción, contracción balística	150 ms aprox.	80-140 ms	60 ms aprox.
Relación de inervación (axón/fibra muscular)	entre 1/10 y 1/500	entre 1/100 y 1/700	hasta 1/1.000
Fuerza/unidad motora	2-13 g	5-50 g	30-130 g

Figura 32. Representación esquemática de diferentes unidades motoras y resumen de parámetros funcionales y morfológicos relevantes (valores promedio aproximados). CD. Características de descarga. PMT. Placa motora terminal. FM. Fibra muscular. MN. Motoneurona. FN. Fibra nerviosa (axón). CS. Contacto sináptico (de Tidow/Wiemann, 1993, 14).

A pesar de su aparente variedad en cuanto a las exigencias, la mayoría de las modalidades deportivas tienen una estructura de cargas muy limitada o unilateral. En los juegos deportivos, por ejemplo, las formas de trabajo típicas son las siguientes (cf. Medler 1990, 27):

- Cargas de la musculatura de frenado en el ámbito del pie, la pierna y la cadera, practicadas en todas las modalidades de juego (“deporte de peatones”).
- Movimientos de tijera y de giro con cambios de dirección y reacciones rápidas.
- Cargas de la musculatura extensora con movimientos de carrera, esprint y salto.
- Cargas de fuerza rápida de los músculos flexores de la cadera en todos los arranques y saltos.

Semejante trabajo muscular unilateral origina un desarrollo muscular unilateral y por tanto una relación de desequilibrio cada vez más fuerte entre la musculatura de impulso y de rendimiento y los músculos antagonistas y de sustentación, cada vez más descuidados; esta situación puede originar a largo plazo pérdidas de rendimiento de todo tipo, lesiones y cuadros dolorosos (cf. Spring y cols., 1986, 114; Knebel/Herbeck/Hamsen, 1988, 29; Medler, 1990, 28).

2. Como profilaxis de lesiones

Una musculatura bien o suficientemente desarrollada es la protección más eficaz del aparato locomotor. Sin el apoyo de la musculatura, las cápsulas articulares y ligamentos no son capaces de amortiguar las enormes fuerzas que actúan sobre el aparato locomotor durante la competición (cf. Jenoure/Segesser, 1987; Denner, 1987, 12; Bisanz/Gerisch, 1988, 88). El estudio de Benedict/Walker (1968) encontró en los músculos más fuertes una resistencia superior ante las roturas; en el ejemplo de los extensores de la pierna, más fuertes que los flexores, dicha resistencia era un 20 % mayor. Los desequilibrios en la fuerza de grupos musculares antagónicos –el ejemplo más habitual es el de los músculos abdominales frente a los de la espalda– son causa frecuente de lesiones que pueden poner en peligro la consolidación a largo plazo del rendimiento y de la capacidad de carga (cf. Lehmann, 1991, 16).

3. Entrenamiento de la fuerza en el sentido de una profilaxis postural

En la época actual, poco amiga del movimiento, que impone horarios tan prolongados de vida sedentaria (en la escuela y en el trabajo), una gran parte de los escolares padecen debilidades posturales por falta de un desarrollo suficiente de la musculatura del tronco (cf. Wasmund-Bodenstedt/Braun, 1983, 17/18). Por este motivo, en el

entrenamiento de niños y jóvenes tiene que plantearse la optimización no sólo de la musculatura de rendimiento o funcional, sino también, en buena medida, de la musculatura postural. De esta forma se previenen a su debido tiempo y de forma eficaz los dolores en la zona lumbar, típicos de muchos deportistas (jugadores, entre otros), que presentan en su cuadro etiológico un desarrollo insuficiente de la musculatura del abdomen y la espalda.

Como resumen podemos señalar que existen muchos motivos para efectuar un entrenamiento de la fuerza. Sin un grado mínimo de fuerza (en función de la edad del deportista, de su capacidad de rendimiento y de su nivel de exigencia), no se puede traducir en hechos una capacidad óptima de rendimiento individual. Los niveles de fuerza inicial y adquirida inciden de forma inmediata sobre la eficacia del entrenamiento en el proceso a largo plazo y favorecen o inhiben el desarrollo de la capacidad de rendimiento deportivo.

Interacciones de la fuerza con otras capacidades motoras

Fuerza y velocidad

Como hemos expuesto ya en el apartado de la fuerza rápida (v. pág. 216), la velocidad (cíclica y acíclica) se encuentra en estrecha correlación con un programa temporal corto y con el correspondiente espectro de fibras musculares (porcentaje y fuerza de las fibras musculares de contracción rápida, sobre todo de las fibras II b). La fuerza rápida y la velocidad dependen, pues, en gran medida de las relaciones de fuerza existentes (cf. Röcker y cols., 1971, 281; Stoboy, 1973, 157; Zanon, 1973, 269; Adam/Verjovanski, 1974, 147; Bührle/Schmidtbleicher, 1981, 11 s.).

El aumento de la velocidad de contracción que tiene lugar al aumentar la fuerza se basa en los siguientes hechos fisiológicos del músculo: en el proceso de contracción, los elementos contráctiles (v. pág. 76) forman entre sí de manera transitoria puentes cruzados, que les permiten, a modo de un telescopio, deslizarse unos entre otros y acortar el músculo. Cuanto mayor es, por una parte, el número de puentes cruzados por unidad de tiempo, mayor es la fuerza muscular desarrollada: una de las condiciones básicas para una contracción rápida. Por otra parte, la velocidad de contracción depende también, según Karl (1972, 275), de la alternancia constante entre adherencias y desprendimientos de los puentes cruzados, esto es, de la asincronía de estos puentes cruzados. Sin embargo, el aumento específico, producido por el entrenamiento, de la sección transversa del músculo (por acumulación de proteínas contráctiles)



	Parte preparatoria	Parte principal	Parte final/vuelta a la calma
Determinación de: Objetivos Tareas Contenido	<ul style="list-style-type: none"> • Crear situaciones pedagógicas • Preparar el organismo (calentamiento) • Estimular la disposición al ejercicio 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora del estado de entrenamiento • Entrenar y determinar la secuencia de los movimientos • Preparación de la competición 	<ul style="list-style-type: none"> • Relajar el organismo o calentarlo de nuevo • Evaluar el éxito obtenido (vivencia del éxito) • Crear una conclusión pedagógicamente eficaz
Métodos Instrucciones Elección de los ejercicios	<ul style="list-style-type: none"> • Control de la indumentaria deportiva y de los aparatos • Inicio puntual de la sesión de entrenamiento • Indicación del objetivo y planteamiento de la tarea • Ejercicios sencillos, multilaterales (ejercicios básicos, ejercicios gimnásticos, juegos) • Observar la transición hacia la parte siguiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Transmisión, adquisición y fijación de conocimientos, capacidades y destrezas • Solución consecuente de tareas y objetivos parciales • Tener en cuenta la capacidad de soportar cargas • Fomentar la autocorrección 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejercicios o juegos divertidos y relajados • Tranquilizar el organismo si la carga realizada ha sido elevada • Retirar el material, poner orden • Valoración de la sesión de ejercicio o de entrenamiento (evaluación y reconocimiento) • Conclusión de la sesión de entrenamiento
Carga	Carga creciente	Carga elevada	Carga decreciente
Propuesta de tiempo	15-20 min	45- 60 min	10-15 min
Atención: la relación temporal entre las diferentes partes de la sesión de entrenamiento depende sobre todo del objetivo planteado. Conviene garantizar el carácter cerrado de la sesión de entrenamiento.			

Tabla 2. Transcurso posible de una sesión de entrenamiento (de Colectivo de autores, 1982, 74)

- Concentrarse en la carga previa psíquica que se va a realizar y en la tarea principal que se quiere solucionar.
- Conseguir una elasticidad muscular óptima mediante ejercicios de relajación y de estiramiento.
- Calentamiento y estimulación inicial.
- Familiarizarse con las secuencias motoras específicas y conseguir una capacidad de reacción óptima.

Distinguimos entre una preparación física general y una específica; la primera antecede siempre a la segunda.

Cualquier programa de preparación debería incluir, en su parte general, ejercicios de carrera ligeros, ejercicios gimnásticos de relajación y estiramiento, y juegos con balones.

Importante: se deben elegir ejercicios sencillos y conocidos, con el fin de evitar interrupciones indeseadas y perjudiciales para el calentamiento, moviendo al mismo tiempo a todos los deportistas. El aumento de la carga de-

be ser progresivo para prevenir las lesiones. En la parte específica, los deportistas se preparan para la primera tarea de la parte principal con ayuda de ejercicios cada vez más específicos. La duración de la preparación depende de la modalidad deportiva, la temperatura externa, la tarea principal, etc; debería ocupar un tiempo de 15 a 30 minutos.

Parte principal

La parte principal de la sesión de entrenamiento incluye tareas pensadas para el desarrollo o la consolidación de la capacidad de rendimiento deportivo. Las tareas consisten principalmente en trabajo técnico, táctico y de condición física, sin descuidar el fomento de rasgos de la personalidad que sirvan para optimizar el rendimiento.

Si en una sesión de entrenamiento se trabajan varias tareas, se deberá tener en cuenta el principio de la sucesión correcta de las cargas (v. pág. 28). La duración de la parte principal debería situarse entre 45 y 60 minutos.

esto se añade una hipertrofia por actividad de la musculatura respiratoria y una economización de la función respiratoria, caracterizadas por una mayor profundidad del aliento y una menor frecuencia respiratoria en reposo y bajo cargas submáximas.

Técnica respiratoria

En las modalidades de resistencia, la capacidad de rendimiento del deportista puede verse obstaculizada en cierta medida por una técnica respiratoria defectuosa. Como ritmo respiratorio se debería buscar, dependiendo de la carga, un ritmo diferente entre la respiración y el paso: con una carga escasa elegiremos una relación 4:4 (inspirar sobre cuatro pasos y espirar sobre otros cuatro); con carga media, 2:2, y con carga máxima, 1:1 (Ilg/Köhler, 1977, 915). La respiración debería efectuarse acentuando de forma activa la espiración (para una mejor eliminación del dióxido de carbono).

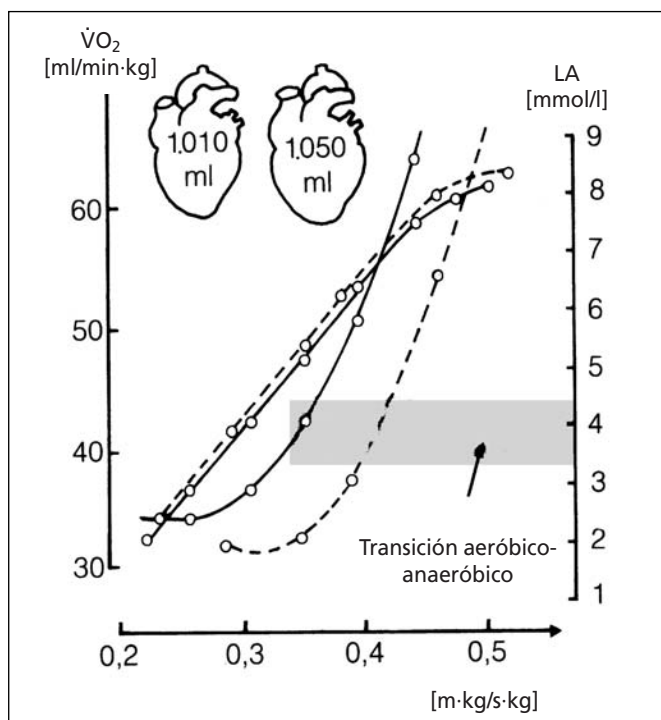


Figura 79. Efecto de un entrenamiento de resistencia de 6 semanas en el ámbito de intensidad del umbral anaeróbico sobre el tamaño del corazón (ml), el consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}O_2$ máx.) y el umbral anaeróbico (de Mader y cols., 1976, 109).

Célula muscular como efector	Corazón como bomba de alimentación	Sangre como medio de transporte	Vasos sanguíneos como vías de transporte y lugar de intercambio
<p>Aumento de las reservas energéticas (ascenso del glucógeno muscular de 200 a 400 g, del glucógeno del hígado de 60 a 120 g y de los triglicéridos musculares de 800 a 1.200 g)</p> <p>Aumento de la capacidad metabólica (crecimiento de las mitocondrias un 50 %, ascenso de la actividad enzimática, ascenso y economización de las hormonas reguladoras)</p> <p>Mejora de la calidad del metabolismo (aumento de la participación de los lípidos en la transformación de energía, mayor aprovechamiento de las vías metabólicas de resíntesis de la glucosa)</p>	<p>Aumento del espacio interno del corazón (ensanchamiento del corazón) de 650 a 900-1.000 ml</p> <p>Mayor grosor del músculo cardíaco, con aumento de peso del corazón de 250 a 350-500 g</p> <p>Economización del trabajo del corazón (reducción de la frecuencia cardíaca, aumento del volumen sistólico)</p> <p>Aumento de la capacidad de alimentación (el volumen minuto cardíaco pasa de 20 a 30-40 l/min)</p>	<p>Aumento de la cantidad de sangre, de 5 a 6 l</p> <p>Aumento del número absoluto de glóbulos rojos (responsables del transporte de oxígeno)</p> <p>Optimización de la capacidad de transporte de oxígeno y de otras funciones (p. ej., mejora de la regulación térmica o de la capacidad tampón, requisito para reducir la fatigabilidad a nivel general y local)</p>	<p>Aumento del número de capilares</p> <p>Crecimiento de su superficie de intercambio</p> <p>Optimización del intercambio de sustancias</p> <p>Optimización de la distribución de la sangre (estrechamiento vascular en la musculatura que no trabaja)</p> <p>Mejor riego sanguíneo en los músculos que trabajan, mejor abastecimiento de oxígeno y nutrientes y mejor eliminación de sustancias residuales</p>

Tabla 17. Resumen esquemático de los síntomas de adaptación funcionales y estructurales provocados por un entrenamiento de la resistencia sobre los sistemas muscular y cardiovascular, y sus ventajas para la capacidad de rendimiento en resistencia



mento del consumo de agua en las células musculares y tumefacción de éstas, procesos que van unidos a rigidez general del músculo con la correspondiente pérdida de movilidad articular (cf. Martin/Borra, 1983, 1211). La reducción del nivel de ATP en el músculo después de cargas agotadoras provoca igualmente una caída de la movilidad. La ausencia del “efecto plastificante” del ATP impide que las uniones puente establecidas entre los filamentos de actina y de miosina se suelten con la misma velocidad que en estado de recuperación (v. pág. 443).

Movilidad y amplitud del trabajo

Si el músculo se acorta debido a un entrenamiento unilateral, o si el entrenamiento lo trabaja a menudo con una amplitud del movimiento restringida, como ocurre normalmente al trabajar el arranque o la fuerza de salto, se produce una alteración morfológica del músculo. Los estudios de Williams/Goldspink (1971, 757) y Goldspink (1985, 375 s.) muestran que un músculo acortado de forma crónica –lo mismo se puede decir, inversamente, de uno crónicamente estirado– reduce el número de sus sarcómeras (elementos constitutivos mínimos de una fibra muscular).

Estos fenómenos de adaptación, que se producen en un ámbito del 20-30 %, se consuman con gran velocidad y son totalmente reversibles (fig. 334). El músculo se alarga en la fase de crecimiento mediante un aumento de las sarcómeras conectadas en serie (cf. fig. 334), y también en el contexto del correspondiente programa de estiramiento (cf. Tabary y cols., 1972, 231). Por el contrario, un entrenamiento unilateral de la fuerza origina, debido a la hipertonia prolongada (v. pág. 336), un acortamiento y por tanto un descenso del número de sarcómeras.

Debemos procurar en todo momento que el entrenamiento de la fuerza o de la velocidad se practique sobre la amplitud completa, esto es, que los grupos musculares determinantes para el rendimiento –p. ej., los extensores de la rodilla en el sprint y el salto– no se fortalezcan de forma unilateral, acortándose así progresivamente por la acción del desequilibrio muscular resultante (v. fig. 336). Por ello, el entrenamiento de la fuerza (lo mismo se puede decir del entrenamiento de la fuerza de salto, fuerza de lanzamiento y fuerza de arranque) no debe recaer sólo en los “agentes del rendimiento” (agonistas), sino también en su contrapartida (antagonistas). Además, después de cada entrenamiento de fuerza o de velocidad deben estirarse los músculos que han trabajado, para contrarrestar la tendencia al acortamiento (v. también pág. 450).

Métodos del entrenamiento de la movilidad

En correspondencia con los factores que limitan la movilidad distinguimos varios métodos y contenidos para incrementar la flexibilidad.

El método idóneo para el entrenamiento de la movilidad es el método de repeticiones.

Como el efecto de uno o varios estiramientos máximos es insuficiente para el entrenamiento, se recomienda fijar el número de las repeticiones en unas 15, y el de las series, entre tres y cinco (cf. Harre, 1976, 174; Sermeiev, 1964, 434).

Los contenidos específicos para mejorar la movilidad son ejercicios de estiramiento y de relajación.

En el caso de los ejercicios de estiramiento se trata de movimientos sencillos, tomados de la gimnasia elemental e intencional, que dependiendo de su aplicación actúan sobre grupos musculares determinados (Matveiev/Kokolova, 1962, 99).

Los ejercicios de relajación sacuden y sueltan los músculos en las pausas entre los ejercicios, llevándolos a un estado de relajación óptimo.

En la práctica deportiva distinguimos varios métodos, técnicas y ejercicios de estiramiento. Básicamente se los puede clasificar en tres grupos principales (cf. también Beaulieu, 1981, 60): los métodos de estiramientos activo, pasivo y estático.

El método de estiramiento activo

El método de estiramiento activo incluye ejercicios gimnásticos que amplían los límites normales mediante rebotes elásticos y movimientos oscilantes. Se los puede subdividir en ejercicios activo-dinámicos y activo-estáticos.

En los ejercicios de estiramiento *activos-dinámicos* (los llamados “balísticos”) el trabajo de estiramiento se efectúa mediante movimientos repetidos con rebote elástico. En los ejercicios *activos-estáticos* se contraen de forma isométrica los antagonistas de los músculos que se van a estirar en la posición final de estiramiento (mantenimiento de la posición final). Esta fijación en la posición final puede ir precedida de tres o cuatro movimientos oscilantes (rebote elástico y fijación = *ballistic and hold*). El método *activo-estático* produce menor efecto, según Dordel (1975, 44), porque los antagonistas de los músculos flexores estirados y en tensión no producen normalmente la fuerza isométrica necesaria para una modificación longitudinal eficaz, en términos de estímulo, en el músculo que se estira. Por el contrario, el enfoque activo-dinámico aplica estímulos de

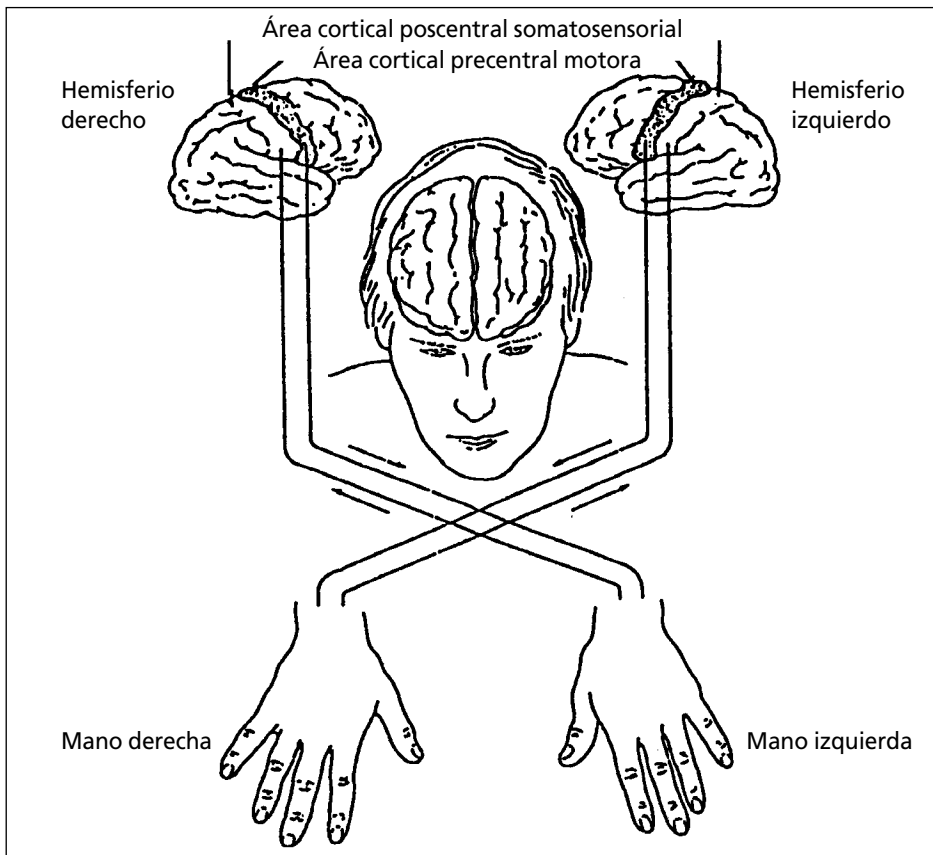


Figura 404. Vinculación de las manos con el hemisferio cerebral opuesto (de Springer, 1987, 2).

De estos trabajos se deducen diversas ventajas del entrenamiento bilateral, dignas de ser tomadas en consideración durante el proceso del entrenamiento motor en una medida mucho mayor de lo que viene siendo habitual.

Las ventajas de la transferencia contralateral (TCL) pueden resumirse de la siguiente forma:

- **TCL y velocidad/eficacia del aprendizaje**

El ejercicio bilateral produce éxitos rápidos en el aprendizaje y es por tanto más eficaz (Kuhn, 1987, 112).

Las transferencias derecha-izquierda/izquierda-derecha son relativamente elevadas, sobre todo en un nivel de rendimiento bajo (Pöhlmann, 1986, 196).

- **TCL y calidad del movimiento**

El ejercicio bilateral no sólo acelera el proceso de aprendizaje, sino que mejora al mismo tiempo la calidad del movimiento (Drenkow, 1961, 141).

En este sentido hemos de tener en cuenta que un orden secuencial relativamente masificado (p. ej., derecha, derecha, derecha, derecha... izquierda, izquierda, izquierda, izquierda) resulta más favorable que una alternancia constante (cf. Kuhn, 1987, 112).

- **TCL y representación del movimiento**

La transferencia contralateral mediante ejercicio bilateral contribuye a diferenciar el pensamiento psicomotor y a crear una representación consciente y estructurada del movimiento, facilitando así el aprendizaje motor (Hotz, 1986, 27).

En deportistas que han trabajado durante años con una técnica errónea ocurre con cierta frecuencia que la única posibilidad de reaprendizaje pasa a través de la mano contraria, “no cargada” (cf. Muster, 1986, 234; v. también *infra*, pág. 530).

- **TCL y sensación cinestésica**

Cuando la nitidez de la sensación se duplica en la mitad izquierda del cuerpo por la aplicación de ejercicio local, la nitidez de la sensación en el lado derecho experimenta en los puntos principales correspondientes, ubicados simétricamente, una duplicación simultánea sin intervención local de ningún tipo (Volkman, 1958, 63).

- **TCL y formas principales de trabajo motor**

Los efectos de transferencia no sólo se producen en el ámbito coordinativo sino también, de una forma más o menos acentuada, en las cualidades de condición física: fuerza, resistencia y velocidad (v. *infra*).

Intensidad de la carga

Cuanto mayor es la intensidad de la carga, más acentuado es el protagonismo del suministro energético anaeróbico con ascenso del lactato y deuda de oxígeno. En este caso, los procesos de regeneración aparecen con mayor fuerza inmediatamente después de la carga. La resíntesis de ATP tiene lugar aquí con gran velocidad (segundos) y la de la fosfocreatina, de forma algo más lenta (minutos). La repleción de las reservas de glucógeno puede durar, como ya hemos mencionado, horas o días: el valor de partida lo alcanza primero el cerebro, después el corazón, a continuación la musculatura y finalmente, con el retraso mayor, el hígado (cf. Danko, 1974, 351). La duración mayor corresponde a la resíntesis de las proteínas (días).

Serie de cargas

Dado que la fatiga muscular reduce la eficacia del entrenamiento y además puede limitar el rendimiento deportivo –pensemos en los entrenamientos de la velocidad, la movilidad, la agilidad, la fuerza o la técnica–, conviene que el entrenamiento tenga en cuenta no sólo los intervalos de recuperación correctos entre los diferentes ejercicios, sino también su sucesión correcta (v. pág. 28). Debido al fenómeno de la heterocronicidad, ya mencionado, los ejercicios deberían seleccionarse de tal manera que, en el proceso de entrenamiento, las cargas corporales de idéntica dirección –p. ej., los trabajos de la fuerza y de la velocidad cargan ambos el metabolismo proteico– delimitasen períodos de tiempo intermedios, en los cuales se podría planear ejercicios cuya carga incida sobre otros procesos de recuperación.

Frecuencia de la carga

La frecuencia de carga óptima se deduce a partir del tiempo de regeneración, con una duración, intensidad y sucesión dadas de los diferentes estímulos de entrenamiento. La próxima fase de carga debe tener lugar en el momento de la supercompensación; de esta manera el entrenamiento consigue un grado máximo de eficacia. Si los próximos estímulos de entrenamiento se aplican demasiado pronto, puede producirse un descenso progresivo de las reservas energéticas y por tanto una pérdida de la capacidad de rendimiento deportivo. Este ejemplo ilustra las estrechas interacciones entre la recuperación, por una parte, y los parámetros de carga, por otra.

Estado de entrenamiento

La optimización del estado de entrenamiento facilita una mejor adaptación a las cargas específicas e inespecí-

ficas. Las alteraciones de la homeostasis debidas al entrenamiento son cada vez menores. La incidencia prolongada de un estímulo sobre el organismo provoca, según Grajevskaja/Ioffe (1973, 439), un debilitamiento progresivo de su fuerza inicial, pues aumenta la capacidad de resistencia de los mecanismos de regulación y de las estructuras celulares y proteicas, y cambian las características físico-químicas de las células. Un estado de entrenamiento bien desarrollado incrementa, por tanto, la estabilidad de las estructuras celulares y subcelulares; dicha estabilidad constituye el fundamento morfológico de una mejor capacidad de adaptación del músculo a los estímulos de carga, y del consiguiente perfeccionamiento de los procesos de regeneración.

Constitución física

El deportista tiene una capacidad de regeneración diferente dependiendo del tipo genético de constitución física. Dicha capacidad puede variar en función de que las cargas sean de resistencia o de velocidad. En relación con las predisposiciones del deportista hemos de recordar la distribución genéticamente dada de la musculatura de contracción lenta y de contracción rápida, con su nivel de asentamiento específico de las capacidades anaeróbica y aeróbica.

Factores ambientales

Los diferentes factores ambientales influyen sobre la regeneración de muchas y variadas maneras. Las exigencias laborales excesivas, preocupaciones personales, carencia de tiempo para la recuperación, etc., obstaculizan los procesos de regeneración en muchos niveles.

De entre las numerosas magnitudes de influjo que entran en este análisis trataremos en el próximo capítulo los problemas de la nutrición y los del sueño. El modo de vida o los hábitos adictivos (sobre todo el tabaco y el alcohol) únicamente serán mencionados y no se los tratará de forma extensa, pese a que suponen un obstáculo muy importante para la capacidad de rendimiento físico y de regeneración del organismo.

Medidas para la regeneración después de la carga deportiva

Las medidas de regeneración se clasifican, según Talishiov (1973, 1637), en medidas:

- pedagógicas,
- médico-biológicas y
- psicológicas.

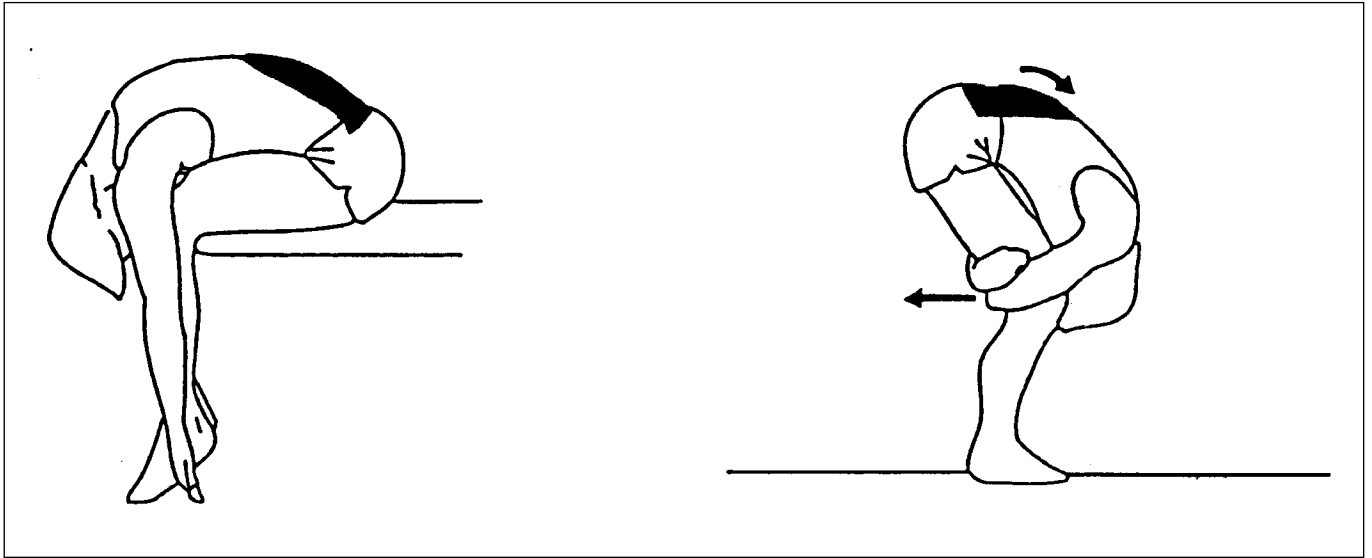


Figura 372. Test para comprobar el acortamiento del erector de la columna (porción lumbar) (izquierda). Ejercicio para su estiramiento (derecha).

6. Examen de la capacidad de estiramiento del erector de la columna

El músculo erector de la columna (porción de las vértebras lumbares) figura entre los grupos musculares acortados con mayor frecuencia (cf. tabla 45, pág. 303); este hecho ejerce un cierto influjo sobre el grado de la lordosis lumbar. La capacidad de estiramiento de este músculo es buena cuando la distancia entre la rótula y la frente se sitúa entre 0 y 10 cm. Entre 10 y 15 cm estamos ante un acortamiento ligero, e intenso, cuando hay más de 15 cm. Como medida compensatoria podemos practicar el ejercicio de estiramiento representado en la figura 372.

Entrenamiento de la movilidad en el proceso de entrenamiento a largo plazo. Periodización

Entre las principales formas de trabajo motor, la movilidad es la única que alcanza su nivel máximo en la edad infantil y que experimenta, en ausencia de entrenamiento, un empeoramiento en los años sucesivos.

Por este motivo, el trabajo de la movilidad debería iniciarse en un momento temprano, para conservar la buena movilidad de la infancia hasta la edad adulta en el sentido de un “entrenamiento de mantenimiento”, tanto más cuanto que en la mayoría de las modalidades deportivas se

producen acortamientos musculares ya desde los primeros momentos (v. pág. 472), que se podría corregir a su debido tiempo con un trabajo selectivo de movilidad y estiramientos.

En contraposición con las otras formas principales de trabajo motor, en el entrenamiento de la movilidad no existe periodización. Incluso en períodos cortos sin entrenar se produce un descenso muy rápido de la movilidad.

El estiramiento no está, por tanto, sometido a un ciclo estacional, sino anual, y de ser posible se debería practicar todos los días; cuanto más a menudo, tanto mejor el efecto.

No obstante, varios estudios muestran que, con un estiramiento practicado tres veces por semana, los deportistas sanos pueden restituir la longitud normal de los grupos musculares con tendencia al acortamiento.

Por lo general, después de un “descanso de la movilidad” los deportistas necesitan un período de unas 6 semanas hasta conseguir la flexibilidad óptima para la práctica del entrenamiento.

El programa mínimo diario (v. pág. 459) debería requerir un tiempo tan escaso que no sería percibido como una carga suplementaria del día, sino que se integraría en la vida cotidiana del mismo modo que el cepillado de los dientes.