

eneep



I

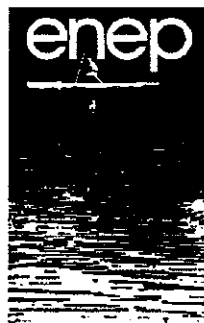
Comunicaciones técnicas

Volumen XV

ESCUELA NACIONAL DE ENTRENADORES

COMUNICACIONES TÉCNICAS

Nº 15 JULIO 2001



escuela nacional de entrenadores

FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE PIRAGÜISMO

EDITA:

Escuela Nacional de Entrenadores

COMPOSICIÓN:

Luis Augusto Fernández Osorio

FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE PIRAGÜISMO

C/ Antracita, 7-3º

28045 MADRID

INDICE

- 1. LA TEORÍA DEL ENTRENAMIENTO:
¿CON PRIORIDAD O SIN ELLA?..... 7
Ref: SDS Rivista Di Cultura Sportiva Anno XI N° 25
- 2. ALGUNOS ASPECTOS ACTUALES DE LA
TEORIA DEL ENTRENAMIENTO 19
Ref: SDS Rivista Di Cultura Sportiva Anno XI N° 27
- 3. UN NUEVO SISTEMA DE ENTRENAMIENTO
EN LOS DEPORTES CICLICOS 51
Ref: SDS Rivista Di Cultura Sportiva Anno XI N° 27
- 4. EL ENTRENAMIENTO EN LOS DEPORTES
DE RESISTENCIA..... 89
Ref: SDS Rivista Di Cultura Sportiva Anno XI N° 26
- 5. COMPONENTES EN EL DESARROLLO AEROBICO 127
Art: Original.
- 6. ENTRENAMIENTO EN HIPOXIA ARTIFICIAL 135
Ref: Trainer's digest. Training und wetakampf, 28 ,1990,5.
- 7. ENTRENAMIENTO DE LA FLEXIBILIDAD..... 147
Ref: National Strength and Conditioning Association Journal vol 13, n° 4, 1991.
- 8. ENTRENAMIENTO Y REGENERACION EN
EL DEPORTE DE ALTO RENDIMIENTO 159
Ref. Leistungsspoort, 8, Jahrgang n° 3/1978.

LA TEORÍA DEL ENTRENAMIENTO: ¿CON PRIORIDAD O SIN ELLA?

La prioridad del aspecto biológico: un debate abierto.

Autor: Peter Tschiene, Instituto Técnico Superior, Darmstadt.

En el número 23 de esta revista (Rivista di Cultura Sportiva) hemos publicado un artículo de P. Tschiene, (P. Tschiene, "La prioridad del aspecto biológico en la teoría del entrenamiento, SDS - Rivista di Cultura Sportiva, X, 1991, 23, 2-8) en el que se trataban algunos desarrollos recientes de la teoría del entrenamiento con una referencia particular a las concepciones del metodólogo ruso J. Verchoshanskij - resumidas de forma satisfactoria y por el momento definitiva - en un artículo aparecido en el nº 2 de 1991 de la revista Teorija i praktika fiziceskoi kul'tury. En el último número de 1991 de la misma revista, las concepciones de Verchoshanskij fueron objeto de una serie de observaciones y de críticas por parte de otros metodólogos rusos, entre los cuales se hallaba uno de los "padres" de la teoría del entrenamiento, L. Matveev.

Al contenido de estos artículos y a las principales objeciones que sus autores presentan a las concepciones y soluciones prácticas puestas en marcha por Verchoshanskij, se refiere el presente artículo, que ofrece un marco de un debate igual de vivo e interesante.

En su base, además de la evolución natural de la teoría del entrenamiento producida por las adquisiciones más recientes de la ciencia del deporte y de la experiencia de la práctica del deporte de alto nivel, existen otros factores diversos. Queremos recordar algunos. El primero se refiere a los cambios efectuados en los deportes interna-

cionales. Sobre todo por intensificarse los calendarios de competición de muchos deportes, lo cual ha cambiado completamente los ritmos y tiempos de la preparación y ha puesto sobre bases nuevas el problema de la consecución y el mantenimiento del estado en forma. Corolario de esta transformación es el significado, en determinados aspectos nuevo, que han asumido las competiciones en el marco de la preparación en breve y largo plazo de los atletas.

El segundo es que se ha reforzado la lucha contra el doping, siendo el fin de una cierta "impugnidad" de la que gozaron los atletas de algunas naciones. Aunque tal vez el problema está todavía lejos de haberse resuelto del todo, es indudable que esto ha tenido sus reflejos incluso en el campo de la teoría y de la metodología del entrenamiento. Y ha vuelto a poner en debate los volúmenes y las intensidades de trabajo, la distribución temporal, etc. que han sido posibles a menudo gracias a la ayuda farmacológica.

A esto hay que añadir los cambios producidos en algunos países, con la desaparición (o casi) del atleta de Estado. Es decir, de una figura, objeto más que sujeto, de planificaciones y estructuras de entrenamiento posibles en tanto que estaban completamente disponibles y dependientes de la organización deportiva estatal. Uno de los frutos del proceso de cambio político efectuado en algunos países, es también el cambio de "status" del atleta, según una evolución de la que todavía no se pueden predecir los resultados.

Nos parece advertir un eco de todo esto en el "nuevo debate" que se realiza hoy entre los especialistas, sobre todo rusos. Sin embargo, estas discusiones nos parecen limitadas a algunos tipos de deportes, que en resumidas cuentas son aquellos de los que, históricamente, surgió la teoría general del entrenamiento. Todavía quedan fuera los juegos deportivos, los deportes de lucha y los tecnicompositores. En esta dirección, la teoría general del entrenamiento (admitiendo que sea posible construir una), probablemente debe dar todavía muchos pasos adelante.

Partiendo de las concepciones de algunos metodólogos del entrenamiento de la ex-URSS (particularmente Verchoshanskij y Boiko) en las que se han sometido a una revisión crítica algunos conceptos tradicionales de la teoría del entrenamiento, se han expuesto los términos actuales de la discusión realizada en la ex-URSS. Los puntos principales de discusión son el de la asignación

de una prioridad a los aspectos biológicos, en relación a una concepción más global; la revisión de las ideas tradicionales sobre la distribución temporal del entrenamiento; las novedades terminológicas introducidas sobre todo por Verchoshanskij, y el núcleo central de la concepción de este último, es decir, la concentración cronológica de los contenidos de la carga sobre determinados estímulos con el fin de obtener adaptaciones máximas, lo que implica por una parte la construcción de una estructura en bloques y por otra un alejamiento cronológico inicial entre la preparación condicional (orgánico-muscular) y la preparación técnico-táctica.

1. LA ADAPTACIÓN DEL ATLETA EN PRIMER PLANO.

En un artículo nuestro aparecido en el nº 23 de esta revista (P. Tschienne, La prioridad del aspecto biológico en la teoría del entrenamiento, Sds -Rivista di cultura sportiva, X, 1991, 23, 2-8) nos referimos a la exposición casi definitiva de las ideas del metodólogo ruso Verchoshanskij sobre la concepción del entrenamiento y sobre todo aquello que está en la base de los contenidos de la estructura del entrenamiento propuesta por él, la estructura en bloques.

El especialista ruso ha resumido finalmente, de manera consecuente y completa a la vez, las ideas y los resultados de sus investigaciones sobre una "nueva concepción del entrenamiento", que hasta ahora se podían encontrar dispersas en diversos artículos y libros. En este resumen se asigna una prioridad al aspecto biológico y esto parece completamente plausible y comprensible, dado que la mayor parte de las nuevas publicaciones más serias sobre la teoría del entrenamiento han puesto en primer plano la adaptación específica del atleta (para verlo detenidamente remitimos a la bibliografía de nuestro artículo anterior).

Uno de los núcleos fundamentales de una teoría del entrenamiento, es decir, la que podría llamarse "subteoría" de la preparación física, en un artículo reciente, aparecido en el nº 12 de la revista Teorija i praktika fiziceskoi kul'tury se define precisamente como "la ciencia del control de los procesos de adaptación del organismo humano producidos a través de los medios de la educación física" (Selujanov y otros 1991). Por esto el objeto de una teoría de la preparación física así concebida se ve "en el organismo del atleta, insertado en la problemática de la sucesión de acciones pilotadas (tecnología, sistemas de métodos, planificación) dirigidas a controlar el cambio finalizado de la marcha de los procesos de adaptación" (Selujanov y otros 1991, 2).

Aunque seamos muy conscientes de que en la teoría del entrenamiento hay que tener en cuenta otros sectores importantes de la preparación, no podemos pasar sin preguntarnos (también a la luz del contenido de otros artículos publicados en el mismo número de Teorija i praktika fiziceskoi kul'tury de los que ya hablaremos):

- si en esta subteoría de la preparación física y en su posición, entre otras cosas no se le asigna cierta prioridad a lo biológico;
- si este aspecto se entiende en sentido lato, o restringido (por ejemplo, si comprende también los procesos de control nervioso de los movimientos);
- si es una prioridad asignada por razones formales, ya que esta prioridad parece afirmarse en el campo de referencia de la "teoría", que es la praxis.

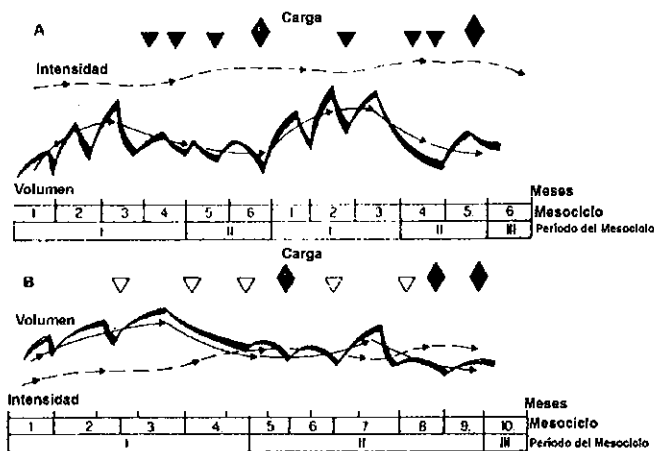


Figura 1.- Esquema de las ondas en la dinámica de las cargas del macrociclo. Arriba: (A) en las especialidades deportivas de fuerza rápida. Abajo: (B) en las especialidades deportivas en las que se requiere sobre todo resistencia. Las líneas continuas indican la dinámica de las cargas en los ejercicios fundamentales, las flechas indican su intensidad.

2. GLOBALIDAD CONTRA LA ASIGNACIÓN DE UNA PRIORIDAD.

La concepción del entrenamiento expuesta en el artículo de Verchoshanskij (Verchoshanskij 1991), en la que se asigna una prioridad al aspecto biológico, ha sido criticada por algunos especialistas de su país. Así, en el ya recordado número 12 de Teorija i praktika fiziceski kul'tury, se tienen en cuenta las opiniones de L.P. Matveev (Sobre la teoría de la construcción del entrenamiento deportivo), de F.P. Suslov, V.P. Filin (¿Cuál es la esencia de la nueva concepción del entrenamiento?) y de A.S. Medveev (Cuando se va demasiado lejos).

Todos estos autores reconocen el valor de las ideas de Verchoshanskij sobre la estructuración del entrenamiento. Pero, fundamentalmente, al unísono, se alejan de toda asignación de prioridad y en particular de la prioridad del aspecto biológico. ¡Esto no significaría una reducción del papel de la adaptación!

3. UN ENCUENTRO ENTRE SISTEMAS TEORICOS.

En el desarrollo de la teoría del entrenamiento Matveev (Matveev 1991) ve dos tendencias de progreso:

1. "Un cambio de representaciones principalmente fragmentarias sobre cada uno de los componentes del entrenamiento con una visión suya de tipo integrativo como proceso global, cuyos componentes interactúan estrechamente y son inseparables entre sí" (...).

2. "Se tratan con mayor profundidad las relaciones entre el entrenamiento anual y el plurianual y otros campos de la vida competitiva del atleta" sobre todo el sistema de competiciones y el conjunto de los factores de la preparación externos al entrenamiento y a las competiciones (artículo citado, pág. 11).

Sin embargo Matveev admite la contradicción entre el carácter discreto externo de las acciones que entrenan (invisibilidad del estímulo) y la necesidad de garantizar un proceso continuo de entrenamiento, que ha creado mucha dificultad a los investigadores, así como a los deportistas y entrenadores.

La solución del problema depende a menudo de la "elaboración de una concepción general de la construcción del entrenamiento (es decir, de una teoría, ndt); sobre todo de principios y reglas tecnológicas que lo concreten, que se proyecten en situaciones típicas de la praxis del entrenamiento" (artículo citado, pág. 12).

En un inciso, nos permitimos señalar que incluso el legendario Matveev admite la necesidad de la formación de una teoría, es decir, advierte sobre la necesidad de algo que sea nuevo.

En el estado actual de desarrollo de la teoría del entrenamiento Matveev destaca dos fenómenos:

a) se precisa, profundiza y completa la validez de los principios hasta ahora definidos, aceptados y aplicados;

b) aumentan las tentativas de ir más allá de estos principios.

Esto sería completamente legítimo. No obstante, hay que rechazar el que estos "nuevos principios o bases de la planificación del entrenamiento deportivo" se obtengan principalmente por medio de una simple extrapolación de algunos principios y enfoques no de las bases objetivas del deporte, sino de otros ámbitos, tal como el biológico (aquí se hace una referencia bibliográfica al artículo de Verchoshanskij) o como el cibernético (referencia bibliográfica a Boiko).

Para apoyar su crítica, Matveev repite todavía una vez más sus principios y sus tesis bien sabidas, que deberían demostrar a sus dos oponentes Verchoshanskij y Boiko lo erróneo de sus ideas, o al menos su inutilidad: en efecto todo sería ya conocido por él hace tiempo.

Naturalmente, para la construcción de su esquema de la distribución temporal (artículo citado, pág 16), Matveev remite al síndrome de adaptación al estrés de Selye, proporcionando así la prueba de su orientación de hace ahora treinta años sobre la adaptación.

En lo que se refiere a la organización en bloques o a la forma concentrada de la carga, típicas de la estructura del entrenamiento propuesta por Verchoshanskij, Matveev expresa su crítica de forma indirecta hablando de "la importancia de realizar, uniéndolos en su dinámica, el principio del máximo incremento posible de las cargas de entrenamiento con carácter de desarrollo y el principio del equilibrio adaptativo" (artículo citado, pág. 20). Entre otras cosas hace aquí referencia a un texto escrito en colaboración con Meerson (L.P. Matveev, P. Meerson: Principios de la teoría del entrenamiento y principios actuales de la teoría de la adaptación a las cargas físicas, 1984), en donde se habrían puesto las bases para prevenir las polémicas de los críticos, que dudaban de la dinámica tradicional "ondulatoria" de la carga (artículo citado, pág 20).

Las curvas del volumen, propiamente en los deportes de fuerza rápida, estarían más acentuadas y tendrían un relieve mayor que en los deportes de resistencia. Aun cuando en los primeros las curvas de la intensidad de la carga tenderían al máximo con una constancia relativa (figura 1 a).

En el entrenamiento de los deportes de resistencia las curvas del volumen son relativamente aplanadas y esto se debe a la relativamente limitada intensidad fisiológica del ejercicio principal (figura 1 b).

Sólo en el ámbito de los ciclos de entrenamiento más breves (o medios) se justificaría, en condiciones bien determinadas, una forma en "peldaños" u otras formas de dinámica de la carga.

En este punto debemos expresar nuestro asombro por el hecho de que en el artículo de Matveev no aparezca ninguna crítica a las bases de la estructura en bloques propuesta por Verchoshanskij, que sin embargo subraya su necesidad sólo para el entrenamiento de alto nivel, que es luego el elemento que hace que se comprenda la diferente interpretación de la dirección de la adaptación de este entrenamiento de alto nivel (ver también Tschiene 1991). Sorprende también que, como prueba de un desarrollo en el sentido tradicional de las bases conceptuales del entrenamiento, se citen entre otros, los trabajos de Bondarcuk: el problema de la carga general y especial se habría resuelto de modo "vital" (artículo citado, pág. 14) (Bondarcuk 1978, 1986); cuando notoriamente este autor no reconoce la necesidad de una carga general.

4. ¿NO EXISTE NADA SIN EL ASPECTO PEDAGOGICO?

Mientras Matveev se bate sobre todo por la infalibilidad de su concepción de la distribución temporal, la crítica de Suslov, Filin y Medveeva va en otro sentido.

A la visión fundamental de la teoría del entrenamiento de Verchoshanskij, no se le perdona el escepticismo en las confrontaciones de la omnipotencia de las antiguas concepciones pseudopedagógicas del entrenamiento y la confianza absoluta puesta en las ciencias biológicas.

En este punto hay que precisar que en la ex-URSS, como en todo el bloque de los países del Este, había una concepción más amplia de la pedagogía del deporte que la que era común en Occidente.

Fundamentalmente en la "pedagogía del deporte" se recogía la construcción y organización completa del proceso de entrenamiento. Y los temas que trataba no se limitaban a aquellos puntos que, por ejemplo, son el centro de las discusiones en Occidente (ver Cachay,

Gahai 1989; Krüger 1991; Schmitt-Millard 1992).

"...Una vez más (de Verchoshanskij, n.d.a.) se ha hecho la tentativa de quejarse de la prioridad de algunas ciencias (biológicas), y contraponer así, de forma no dialéctica, los aspectos biológicos a los pedagógicos de la teoría del deporte" (Suslov y otros 1991, pág. 33).

Esta hipotética equiparación entre el aspecto biológico y la esencia de la teoría del entrenamiento sería poco científica: "Mientras que las ciencias biológicas se encargan de descubrir las leyes que regulan la estructura, el funcionamiento y el desarrollo del organismo, el objeto de la teoría del deporte -se habla de ésta y no de la teoría del entrenamiento, es decir, ¿de dos teorías diferentes, n.d.a.!- entra en el campo de las leyes de la estructura, del funcionamiento y del desarrollo del deporte mismo, en cuanto fenómeno vital de la personalidad y de la sociedad" (artículo citado, pág. 34). Por lo tanto las ideas y conceptos y las nociones de una sola ciencia no pueden explicar totalmente un fenómeno complejo, como el representado en el deporte también por el entrenamiento. Y viceversa su explicación y sus bases no serían posibles sin conocimientos sólidos.

En este punto es legítima nuestra sospecha de que más allá de todo argumento teórico y científico de las críticas adelantadas, estemos frente a una guerra entre Facultades.

Hay otro punto sobre el que concentran los ataques los críticos de Verchoshanskij: su culpa sería el haber abandonado el enfoque sistémico (artículo citado, pág. 34).

No se pone en duda que el entrenamiento represente la componente principal del sistema de preparación, pero no sería la única. Una teoría moderna del deporte (i) se debería esforzar por representar la unidad y la interacción entre los diversos componentes. Mientras Verchoshanskij evitaría, no por casualidad, este enfoque sistémico, en tanto que su tentativa de fundar una teoría se sustentaría sólo en concepciones de tipo biologizante.

Sin embargo no se saca esta impresión ni del criticado artículo de Verchoshanskij ni de otras publicaciones suyas. Y con respecto al autor que se critica, se le debe conceder que hasta ahora, con respecto a todo lo que se conoce sobre el entrenamiento, todavía se sabe poco sobre la competición y en todo el mundo no existen todavía teorías generales o específicas sobre la competición.

Los sistemas representados por los métodos con los que el entrenamiento venía acompañado de una "asistencia farmacológica", a través de la cual se obtenía un aumento de la eficacia de la preparación (de cara a la competición, ndt), están ahora justamente desacreditados: por ello queda ante todo la concentración en el entrenamiento y el control de las adaptaciones producidas en el atleta.

5. ¿UN SIMPLE CAMBIO DE ETIQUETAS?

Un tercer reproche que se le ha hecho a Verchoshanskij tiene que ver con su esfuerzo para la creación de una "nueva terminología". Por ejemplo, el "gran ciclo (o gran etapa) de entrenamiento" propuesto por él con sus tres etapas no estaría lejos del macrociclo creado por Matveev. Se trataría por lo tanto sólo de una "versión" diferente, tanto más porque en ello se encuentra la tripartición tradicional. En efecto, también encontramos en Verchoshanskij el periodo (o etapa) de preparación, el periodo precompetición (en la terminología en uso en la ex-RDA, que se está difundiendo en Alemania, se habla de "preparación inmediata para la competición", ndt) y de hecho después de su "gran ciclo de entrenamiento" comprende también una breve etapa de transición, que, en último análisis sería la prueba definitiva de la identidad con el macrociclo de Matveev.

Desde un punto de vista puramente formal los críticos tienen razón. No obstante desde el punto de vista de los contenidos, no nos parece claro puesto que olvidan su idea estructural, más veces repetida, es decir, la intensificación continua de la carga por medio de la preparación especial condicional, dirigida al control de la adaptación del aparato motor del atleta a la carga específica de competición.

Luego, para evitar malentendidos, es necesario que no se utilicen conceptos derivados de otras concepciones, ya cargados de significados. Aquí se encuentra Verchoshanskij en un atolladero terminológico; y por lo demás, los méritos históricos de Matveev no han disminuido nada. Sin embargo, esta crítica va sobre todo directamente unida al problema de la corrección de la "estructura en bloques" del entrenamiento que propone Verchoshanskij.

6. LA FORMA CONCENTRADA DE LA CARGA CONDICIONAL ESPECIAL: ¿ES SOLO UNA VARIANTE ENTRE TANTAS OTRAS?

En lo que se refiere al núcleo central de la concepción y de la estructura del entrenamiento de Verchoshanskij -su régimen de concentración de la carga para la preparación especial condicional- los críticos argumentan que sería "una variante absolutizada por el gusto de sus ideas personales" (artículo citado, pág. 35). Verdaderamente, desde el punto de vista práctico, su aplicación estaría justificada y sería eficaz; como sería igualmente correcto y eficaz también lo contrario, la carga compleja (o global), según se demostró ya hace tiempo por Diakov

(1970, de quien se derivan tanto el concepto como los métodos) en los saltos y más tarde por Bondarcuk (1978, 1984) en lanzamientos.

"... en cierto sentido el entrenamiento tiene siempre un carácter general y a la vez estrechamente señalado" (artículo citado, pág. 35). Y aquí encontramos un punto esencial de discusión que Verchoshanskij afronta a su manera intencionadamente: con la concentración de los contenidos en determinados estímulos de entrenamiento, que se traduce a la vez en una concentración cronológica, es decir, en la formación de un "bloque". Pero esto quiere decir también que, inicialmente, hay una desviación cronológica entre preparación condicional (orgánico-muscular) y preparación técnico-táctica, como reconocen claramente sus críticos.

Por lo demás, actualmente, sobre este punto existen además otras experiencias positivas (entre otras las de Bondarcuk) en el campo de los deportes de fuerza rápida.

Al que esto escribe, personalmente no alejado de este campo, le parece que precisamente esta problemática es de enorme importancia en el plano práctico. y si bien es verdad que muchos caminos llevan a Roma, también es verdad que siempre se debe elegir el que sea mejor y se debe también tener el coraje de afrontar y superar estancamientos de naturaleza teórico-formal. Y en este campo hay muchos.

Una vez más debemos volver al principio esencial de la concepción de Verchoshanskij: favorecer un reforzamiento continuo (intensificación) de los estímulos de entrenamiento y de su dirección más oportuna (concentración) en el ciclo de entrenamiento -que cambian según sean las etapas- sin salir del marco específico. Los críticos afirman que también otros autores, por ejemplo Matveev (1977), Platonov (1984) y Harre (1971) habrían sostenido la misma exigencia. Admito que así sea, no obstante ninguno lo ha hecho de forma tan radical y sobre todo sacando las conclusiones necesarias en lo que se refiere a los contenidos del entrenamiento, como lo ha hecho Verchoshanskij.

7. NO EXISTE NADA SIN RIESGOS.

Cada autor, por el hecho de serlo, está sujeto a críticas. Y esto se debe considerar como positivo, ya que al menos presupone que quien critica se ha confrontado con lo publicado.

En este caso invitamos al lector a que tenga en cuenta dos hechos: por una parte tenemos la tentativa, valerosa, de llenar un vacío (teoría del

entrenamiento), que comprende el debate de una estructura muy definida del entrenamiento, que el autor delinea con seguridad de forma muy profesional. Por la otra se avanzan críticas que apuntan a "torpedear" en cierto modo la superación del estado actual con objeciones formales y hasta con acusaciones de plagio (Madveev, pág. 37). Por lo menos ésta es nuestra impresión.



La concentración de los contenidos de la carga sobre determinados estímulos de entrenamiento es típica de la preparación moderna también en el patinaje sobre hielo.

Los especialistas de la teoría y de la práctica del entrenamiento pueden, sin embargo, alegrarse por la presencia de algo nuevo en el panorama deportivo. Pero lo nuevo se desarrolla necesariamente sobre la base y gracias a la experiencia de quien le ha precedido. Esto es al menos lo que piensa el tan criticado Verchoshanskij (Verchoshanskij 1992). Desde el punto de vista dialéctico, señalar una prioridad provoca siempre muchos efectos, pero "prioridad" no quiere decir rotura de las relaciones y de la unidad del sistema.

Como quiera que sea, en el campo de la teoría del entrenamiento (que otros dos autores, Suslov y Filin, sorprendentemente confunden a menudo con la teoría del deporte) no ha habido nunca tanta agitación como ahora.

Como ya se ha visto, se refuerza la sospecha de que se trata sólo superficialmente de una crítica objetiva; y sorprende la violencia del ataque hacia el ex-colega de un gran Instituto.

Y hay que preguntarse si tal vez no nos encontramos con fenómenos accesorios, cada vez más frecuentes en nuestros tiempos, del proceso de "disolución" de la ex-Unión Soviética.

Notas.

(1) Al lector atento no se le escapará como gran parte de las ideas expresadas por Matveev en el artículo por él escrito para el nº 12 de Teorija i praktika fiziceskoij kulture, están ya contenidas en su artículo El entrenamiento y su organización, aparecido en el nº 18 de nuestra revista (L. Matveev, El entrenamiento y su organización, Sds -Rivista di cultura sportiva, IX, 1990, 18, 3-5).

ALGUNOS ASPECTOS ACTUALES DE LA TEORIA DEL ENTRENAMIENTO

Un enfoque de la teoría del entrenamiento. Estructura general, definición y problemática de la táctica y de la estrategia de realización del proceso de entrenamiento.

Autor: Atko Viru, Universidad de Tartu, Estonia.

El objetivo del entrenamiento deportivo es obtener -por medio de la adaptación a una actividad muscular con dirección específica, que permite el desarrollo de modificaciones estructurales, metabólicas y funcionales efectuadas en el organismo del atleta- altos niveles de prestación en el deporte practicado. Se supone que a nivel celular en la base de las modificaciones inducidas por el entrenamiento se halle la síntesis proteica de adaptación. Los diversos efectos del entrenamiento dependen de los ejercicios y métodos utilizados. Los cambios que estos provocan constituyen además un feedback operativo, utilizable para el control del entrenamiento. Para determinar los cambios necesarios para obtener los objetivos del entrenamiento se debe tener en cuenta los principales factores que limitan la prestación en el deporte considerado. La táctica de entrenamiento tiene como finalidad inducir estos cambios en un breve plazo y comprende la elección de los ejercicios y la organización de las sesiones y microciclos de entrenamiento. Se analizan las características que diversifican los ejercicios; los principios se ilustran sobre la base de su acción entrenadora y finalmente se describen los métodos de entrenamiento.

Se exponen a continuación los criterios para la elección de los ejercicios; los problemas de la sesión de entrenamiento; la clasificación de la carga global de las sesiones de entrenamiento y sus efectos; los microciclos. Finalmente se enuncian los principios cuya aplicación

permite resolver los problemas principales de la táctica de entrenamiento. Esta última se distingue de la estrategia de entrenamiento, que determina cómo deben distribuirse las tareas en el año y en el periodo de 10 a 12 años necesario para la construcción y consecución de resultados deportivos elevados. Por esto se tratan los problemas de la relación entre la estrategia del entrenamiento y el desarrollo ontogénico; el entrenamiento durante todo el año y la adaptabilidad del organismo del atleta durante el entrenamiento anual. Finalmente se resumen los postulados principales de la estrategia del entrenamiento: armonía entre las tareas de entrenamiento a largo plazo y las peculiaridades del desarrollo ontogénico; la estrecha sintonía entre los microciclos anuales y el plan a largo plazo; consideración de la dinámica en la intensidad de adaptación del organismo del atleta; adopción de una estructura cíclica, basada en los cambios de las cargas de entrenamiento y las recuperaciones en los microciclos y mesociclos que forman un macrociclo; división de los periodos prolongados de competiciones en fases separadas para apurar mejor la capacidad de adaptación y garantizar la recuperación; consideración de las dos tareas principales de cada macrociclo, incremento de las posibilidades motoras del atleta y su aprovechamiento máximo en la competición; construcción de nuevos niveles de potencialidad motora en atletas de alto nivel a través de periodos (bloques) en los que las acciones de entrenamiento están concentradas en una dirección única.

1. ESTRUCTURA GENERAL DEL PROCESO DE ENTRENAMIENTO.

El entrenamiento consiste en la repetición sistemática de la ejecución de ejercicios. En el caso del entrenamiento deportivo se hace esto con el fin de alcanzar un alto nivel de prestación en el deporte que se considera, lo que se puede obtener mediante la adaptación a una actividad muscular con una dirección específica. Adaptación significa desarrollo intencional de determinadas modificaciones estructurales, metabólicas y funcionales en el organismo. Se supone que a nivel celular el background (fondo) molecular de estas modificaciones esté constituido por la síntesis proteica de adaptación (Poortmans 1975; Hollmann, Hettinger 1976; Viru 1984; Booth 1988). La síntesis proteica de adaptación garantiza un incremento del número de proteínas estructurales y enzimáticas, que catalizan las vías metabólicas más activas durante el ejercicio que se efectúa (figura 1). Muchas investigaciones han puesto de relieve que, durante el periodo de recuperación que sucede al ejercicio, se produce en el músculo esquelético una estimulación de la síntesis proteica (Rogozkin 1976; Dohm y otros 1980; Millward y otros 1982; Seene y otros 1986; Viru 1987; Poortmans

1988; Booth, Thomason 1991). Los mismos resultados se obtuvieron en experimentos con estimulación eléctrica crónica del músculo (Petite, Vrbova 1992).

La realización de algunos efectos de entrenamiento depende del mejoramiento del nivel de los sistemas (o mecanismos) de control y de regulación que sólo de forma parcial necesita la síntesis proteica de adaptación. Sin embargo, esta última debe considerarse como el instrumento principal de la adaptación a diferentes tipos de actividad muscular. De acuerdo con esta afirmación, el objetivo de todo ejercicio empleado en el proceso de entrenamiento es inducir la síntesis proteica específica relativa a éste. Se ha adelantado la hipótesis de que los metabolitos acumulados durante el ejercicio determinan la síntesis proteica más implicada en la realización del ejercicio. Las alteraciones en la producción de las hormonas que lo acompañan garantizan una amplificación de esta síntesis (Virus 1984).

Es por esta vía por la que todo ejercicio estimula determinadas modificaciones en el organismo (figura 2). Globalmente las modificaciones causadas por los diferentes ejercicios producen mejoras en las capacidades físicas, la formación de las capacidades deportivas (técnicas de la ejecución de los ejercicios) y el aumento de las posibilidades de movilización del potencial motor del organismo. En suma, de todo esto se deriva un acrecentado nivel de prestación deportiva.

Una gran cantidad de resultados experimentales (ver Hollmann, Hettinger 1976; Jakowlew 1977; Fox, Mathews 1981; Saltin, Gollnick 1983) ha demostrado que existen diferencias sustanciales en el efecto de entrenamiento que dependen de los ejercicios y de los métodos de entrenamiento utilizados. La experiencia de atletas y entrenadores lo confirma.

El esquema de entrenamiento deportivo presentado en la figura 2 muestra cómo los efectos de entrenamiento están mediatizados por modificaciones conectadas específicamente con los ejercicios de entrenamiento utilizados. El tener en cuenta este esquema en la organización práctica del entrenamiento ofrece la ventaja principal de que:

1. cada ejercicio se realiza con la finalidad de alcanzar un objetivo concreto que asume la forma de determinados cambios en el organismo;
2. los cambios producidos permiten analizar la eficacia de cada ejercicio (o de un grupo de ejercicios).

Así se evita el ejercitarse a ciegas y el entrenamiento se vuelve un proceso bien controlado. Desde este punto de vista los objetivos no sólo son los cambios en el organismo: estos cambios servirán también como feedback para el control operativo de la eficacia del entrenamiento desarrollado con los ejercicios empleados. El feedback que se obtiene a través de la mejora de las capacidades físicas, o los resultados deportivos es una integral, que es el resultado de la suma de los cambios positivos y negativos que se pueden producir en un periodo prolongado. Este feedback permite evaluar sólo una tendencia general, pero no el evaluar los detalles de las acciones de entrenamiento.

En realidad la realización práctica de este feedback por medio de los cambios producidos en el organismo es una tarea compleja. A los entrenadores se les presentan dos caminos:

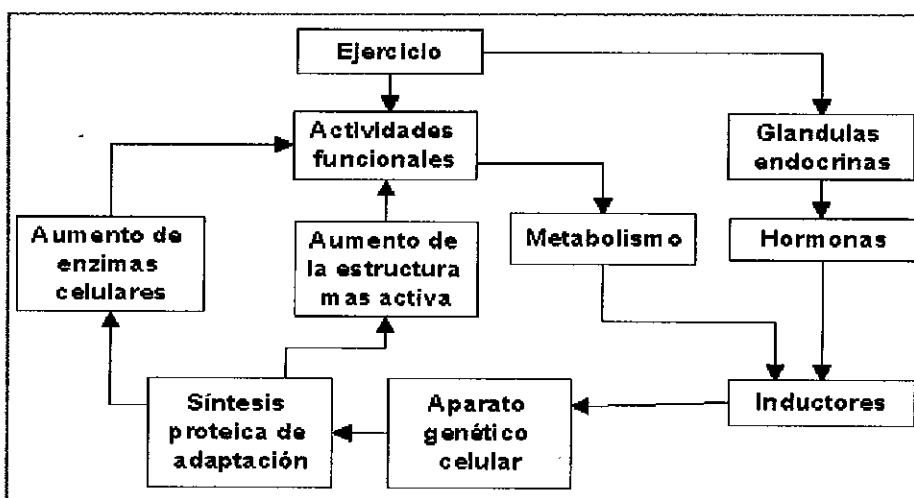


Figura 1.-

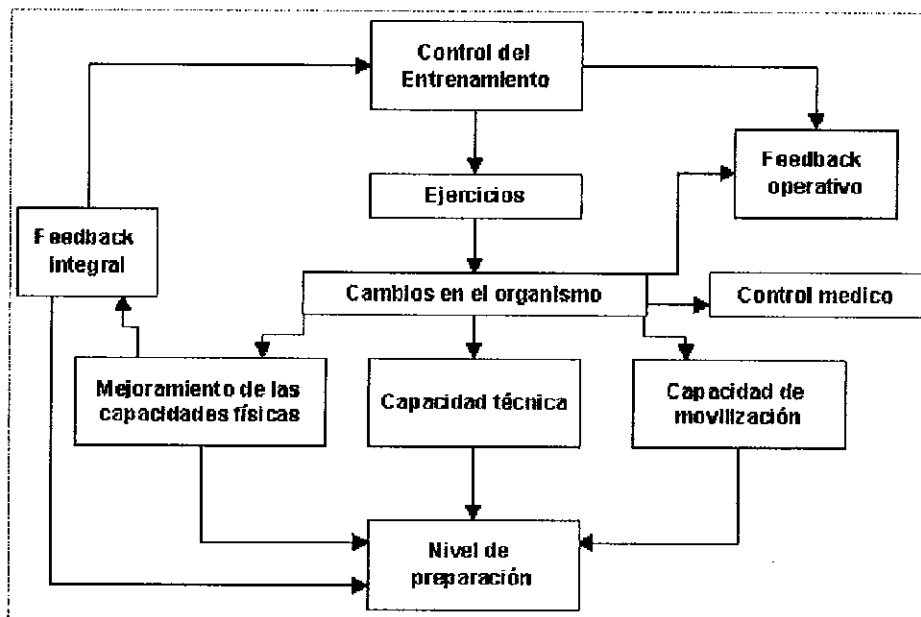


Figura 2.-

(a) recurrir a la ayuda de los médicos deportivos y de los laboratorios especializados;

(b) disponer de tests que describan indirectamente, pero con la validez suficiente los principales cambios producidos en el organismo por los ejercicios de entrenamiento.

Sin embargo, en uno u otro caso, los entrenadores deben ser capaces de utilizar las informaciones obtenidas para dirigir, controlar y modificar el proceso de entrenamiento.

La utilización práctica de todo el esquema requiere el conocimiento de cuáles son los cambios necesarios que hay que realizar para alcanzar los objetivos del entrenamiento. La respuesta a este problema nos la dará el análisis de los factores que limitan el resultado en las competiciones consideradas (figura 3).

No se trata de saber qué es lo que distingue al homo olimpucus de un individuo normal (homo sedentarius). La respuesta debe referirse, específicamente, a las características de la prestación que hay que obtener y revela cuáles son, en último análisis, los cambios estructurales, metabólicos y funcionales que constituyen el fundamento necesario de los resultados que hay que obtener en el nivel previsto.

Durante el periodo de 10 a 12 años, necesario para transformar un muchacho o una muchacha dotados en un campeón, los récords mejoran. Por ello, el nivel máximo de los resultados actuales podría no ser suficiente para vencer dentro de diez años. Por consiguiente es necesario que los factores limitantes estructurales, metabólicos y funcionales desarrollados, permitan obtener más en el futuro. Desde este punto de vista nacen muchas complicaciones debido a que el mejorar un récord no siempre se basa en cambios cuantitativos en los parámetros limitantes.

No se puede excluir absolutamente qué cambios cualitativos en las interreacciones entre los diversos factores son los que puedan contribuir a ulteriores progresos en los récords. Por ejemplo, la prestación en las competiciones de resistencia está limitada por las capacidades funcionales de los sistemas responsables del transporte de oxígeno, de las capacidades oxidativas de los músculos esqueléticos, de la eficacia de los procesos energéticos, de la estabilidad funcional de los procesos relacionados y de la capacidad anaerobia. La estabilización de los valores máximos del rendimiento cardiaco y del consumo máximo de oxígeno en los atletas de nivel muy alto en los últimos veinte años

hace suponer que las oportunidades de mejorar ulteriormente el nivel de transporte de oxígeno se han agotado. Por lo tanto han sido los otros factores los que han permitido los progresos en los resultados deportivos habidos en los últimos años en estos deportes.

En el deporte la realización de resultados de alto nivel depende del entrenamiento, pero también de las características genéticas. Por lo tanto es necesario separar las tareas del entrenamiento de las de la selección deportiva. Sin embargo hay que resaltar que no son los factores de naturaleza genética los que determinan directamente el nivel de los resultados deportivos en cualquier competición. La importancia, negativa o positiva, de los factores genéticos se evidencia en el entrenamiento. En efecto existe una interrelación mutua: el entrenamiento realiza la posibilidad de utilizar las manifestaciones de naturaleza genética en el mejoramiento de resultados. Pero, a la vez, la eficacia del entrenamiento en las diversas direcciones depende de la predisposición del organismo hacia las acciones de entrenamiento de los diferentes ejercicios. Se supone que ésta esté correlacionada con el programa genético (Bouchard y otros 1988). Y es bastante probable que esta predisposición sea una manifestación de la sensibilidad del aparato genético celular a la acción de diversos factores que inducen la síntesis proteica de adaptación.

Además del importante papel desempeñado por el genotipo en esta sensibilidad hacia los estímulos de adaptación, se pueden producir modificaciones de naturaleza fenotípica por las condiciones de vida del individuo y en particular por su actividad motora anterior (tal vez ya durante la edad preescolar).

No hay duda de que existen factores de naturaleza genética que no se pueden influenciar, o que son poco influenciados por el entrenamiento. Por ello no tiene sentido entrenar para competiciones de resistencia a personas en las que predominen las fibras veloces glucolíticas y para competiciones de potencia a personas que tienen la relación inversa entre fibras FT y fibras ST. Así es también inútil esperar llegar a ser una estrella de baloncesto si no se tienen las condiciones previas para alcanzar una estatura muy elevada. Por ejemplo, entre las peculiaridades de naturaleza genética de la constitución física desempeñan un papel importante las variaciones en la inserción de tendones en el músculo. Las diferencias que resultan en la relación entre la longitud del brazo de palanca en las palancas de segundo género, en algunos casos, favorecen la aplicación de la fuerza de la contracción muscular en las palancas articulares. La relación opuesta será favorable a movimientos de velocidad elevada.

Un problema del entrenamiento es su distribución racional a lo largo de todo el periodo de 10 a 12 años del que ya hemos hablado. La estrategia de entrenamiento determinará cómo distribuir las tareas, teniendo en cuenta el desarrollo del organismo durante la adolescencia. Esto quiere decir que se deben encontrar cuáles son los periodos favorables para inducir los cambios estructurales, metabólicos y funcionales necesarios. Por eso también forma parte de la estrategia del entrenamiento la distribución de las diversas tareas a lo largo del año -dividiéndolo en periodos de entrenamiento- y en los diversos periodos, dividiéndolos en mesociclos y microciclos de entrenamiento. La realización de los cambios necesarios que hay que provocar forma parte de la táctica de entrenamiento. Por medio de ella se debe encontrar el modo más racional de organizar los microciclos y las sesiones de entrenamiento y finalmente deben elegirse los medios (es decir los ejercicios) y sus modos de aplicación (es decir los métodos) necesarios.

El entrenamiento es eficaz sólo si los ejercicios se realizan sistemáticamente durante un periodo largo de tiempo. Muchos ejercicios provocan un efecto de activación (Morgan 1985) y estimulan la producción de péptidos opioides (Sforzo 1988). Su acción hace que la ejecución de los ejercicios esté unida a sensaciones emotivas positivas. Sin embargo existen casos en los que los ejercicios provocan sensaciones negativas, en especial cuando se continúan los ejercicios a pesar del desarrollo de condiciones de agotamiento. Por lo tanto, para garantizar una eficacia real del entrenamiento, son necesarias una actitud motivacional positiva y una notable fuerza de voluntad. Por esto la realización del entrenamiento no sólo está unida a los cambios de naturaleza biológica en el organismo, sino que depende también de los medios educativos empleados y de la influencia psicológica sobre el atleta.

Para concluir, el entrenamiento representa una "alteración" sistemática y finalizada de la estructura, del metabolismo y de las funciones del cuerpo del atleta. Los instrumentos específicos que se deben usar para inducir los cambios necesarios son los ejercicios de entrenamiento. Los cambios que éstos provocan representan al mismo tiempo un feed-back operativo sobre la realización de las diversas tareas por medio de los ejercicios o grupos de ejercicios. Para conocer cuáles son los cambios necesarios para obtener los fines del entrenamiento hay que tomar en consideración los factores que limitan el resultado en las competiciones para las que se hace el entrenamiento. La estrategia de entrenamiento se ocupa tanto de determinar como de distribuir las tareas de entrenamiento por el periodo de 10 a 12 años necesario para construir la prestación de alto nivel, así como definir además como debe ser esa distribución dentro del año y en los periodos de entrenamiento. La producción inmediata, a corto plazo, de los cambios nece-

sarios es objeto de la táctica de entrenamiento, que lleva a la elección de los ejercicios y la organización de las sesiones y de los microciclos de entrenamiento.

2. LA TACTICA DE ENTRENAMIENTO.

Con el término "táctica" se indica un plan estudiado para alcanzar un fin. La táctica de entrenamiento determina la acción sobre el organismo (del atleta) y las condiciones de su realización. Su objeto es tanto la elección de los ejercicios y de los métodos de entrenamiento, como la organización de las sesiones de entrenamiento y de los microciclos.

Los ejercicios son la herramienta principal del entrenamiento. Estos se diferencian según sean sus objetivos:

- por el número y localización de los músculos interesados;
- por el grado de fuerza y de potencia producidas por la contracción muscular;
- por la velocidad y amplitud del movimiento;
- por el carácter de la contracción muscular (isométrica o auxotónica, excéntrica o concéntrica);
- por la intensidad y duración de la actividad;
- por las peculiaridades de la coordinación de la actividad muscular global y de la actividad de las diversas unidades motoras.

Estos discriminantes son los factores principales que determinan las vías metabólicas dominantes y la activación de las estructuras celulares en las fibras musculares más interesadas y en los demás órganos. Estos factores son siempre los que determinan la acumulación de metabolitos y los cambios hormonales y por consiguiente la producción y amplificación de la síntesis proteica de adaptación (ver 1. La estructura general del proceso de entrenamiento).

Para obtener una acción suficiente del genoma de las células activas que actúe en el sentido de provocar la síntesis proteica de adaptación, normalmente no basta con la ejecución de un único ejercicio de breve

duración, por lo que en una sesión de entrenamiento, se deben hacer un número determinado de repeticiones. En algunos casos la acción de entrenamiento no sólo se basa en la repetición sino también en la escasa duración del intervalo de recuperación entre las diversas repeticiones, por lo que el efecto de la ejecución siguiente se suma al de la anterior. La tercera posibilidad es que el efecto de entrenamiento se produzca por un ejercicio de larga duración. Para ello se pueden definir tres principios a través de los cuales los ejercicios desarrollan una acción suficiente para producir efectos de entrenamiento:

- 1. principio de la repetición;
- 2. principio de la adición;
- 3. principio de la duración.

En la literatura metodológica se propone una extensa gama de métodos de entrenamiento. Sin embargo si se tienen en cuenta los tres principios citados, el número de métodos substancialmente diversos es más bien limitado. Parece razonable distinguir sólo estos métodos de entrenamiento:

1. método del ejercicio repetido (método de la repetición).

Este método consiste en la ejecución repetida del mismo ejercicio. La característica principal de este método es que el intervalo de recuperación entre las repeticiones es suficiente para evitar la acumulación de los síntomas de fatiga y obtener un restablecimiento completo para el ejercicio siguiente (o "disponibilidad" para repetir el ejercicio).

2. método del entrenamiento continuo (constante).

La característica principal de este método es la gran duración del ejercicio, su continua repetición sin interrupciones ni cambios en su intensidad y en su carácter.

3. método del entrenamiento intermitente.

La duración global del ejercicio puede ser más bien larga, pero en lugar de una actividad constante se han previsto diversos cambios en la intensidad del ejercicio o en su carácter.

Lugar y tipo de acción	Ejercicios de resistencia aeróbica	Ejercicios de resistencia anaerobia	Ejercicios de velocidad	Ejercicios de potencia	Ejercicios de fuerza
Reclutamiento de unidades motoras	Reducción al mínimo del número de unidades motoras reclutadas	Elección del número óptimo de unidades motoras reclutadas a la vez			Incremento máximo del número de unidades motoras reclutadas simultáneamente
Acción sobre los diversos tipos de fibras musculares	STF FTF (oxidativo-glucolítico)	FTF oxidativo-glucolítico, FTF glucolítico (justo al comienzo de la recuperación también STF)	FTF glucolítico	FTF glucolítico FTF oxidativo-glucolítico	FTF glucolítico (adicionalmente FTF oxidativo-glucolítico y STF oxidativo)
En las fibras musculares	Enzimas oxidativas mitocondriales, reservas de glucógeno	Intensidad de la glucólisis, reserva de glucógeno, transporte de glucógeno, capacidad tampón (amortiguadora)	RSP, mecanismos de la reserva de fosfocreatina	Miofibrillas, RSP	Miofibrillas
Sistema cardiovascular	Hipertrofia cardíaca, capacidad funcional cardíaca; riego sanguíneo de los músculos; capilarización de los músculos y del miocardio; alveolos pulmonares	Hipertrofia cardíaca, capacidad funcional cardíaca; riego sanguíneo de los músculos; capilarización de los músculos y del miocardio; alveolos pulmonares			Hipertrofia cardíaca
Sangre	Volumen hemático; hemoglobina total	Capacidad tampón			
Hígado	Reservas de glucógeno; intensidad de las glucogenólisis	Intensidad de la glucogenólisis			
Tejido adiposo	Movilización y utilización de los lípidos.				

Cuadro 1.- Sistema general de la especificidad de acción de los ejercicios para el mejoramiento de las capacidades de prestación. RSP: retículo sarcoplasmático.

4. método de intervalos (interval training).

La característica típica de este método es la insuficiente duración del intervalo de recuperación entre las repeticiones del ejercicio. Para ello (a) la acción del ejercicio siguiente se añade a la del ejercicio precedente, y (b) la elevada actividad metabólica y funcional durante el intervalo de recuperación determina el significado en lo que se refiere a la realización de las peculiaridades del efecto de entrenamiento.

5. método de circuito (circuit training).

Se trata de una combinación entre los métodos de ejercicio repetido y los de entrenamiento intermitente. Como en el método de la repetición, se efectúan sucesivamente un determinado número de ejercicios.

Pero al contrario que en el método de la repetición y como en el método de entrenamiento intermitente, los ejercicios sucesivos son diferentes. Si la duración del intervalo entre los ejercicios sucesivos es breve, el método tiene efectos similares a los del método de intervalos.

En todos los métodos, excepto el de entrenamiento continuo, se utiliza el principio de la repetición. El principio de la adición se usa en el método de intervalos y en el de entrenamiento intermitente. Se puede emplear también en casos particulares del método de circuito. El ámbito de acción de la duración no es sólo el método de entrenamiento continuo, sino también el de entrenamiento intermitente, el del método de intervalos y el del circuit training. Un sistema para utilizarlo es también el de la ejecución del ejercicio hasta el agotamiento. Este tipo de ejercicio puede consistir en una prestación continua (método del entrenamiento continuo) o en un número máximo de repeticiones (método del ejercicio repetido, interval training o circuit training). En estos casos normalmente la intensidad del ejercicio se fija previamente. En el caso del mencionado entrenamiento de ritmo, o de velocidad, se prevén no sólo la intensidad del ejercicio, sino también la distancia y el tiempo de la prestación.

Un ulterior método de entrenamiento es el método de competición, que consiste en la ejecución del ejercicio en situación competitiva. Este método implica la utilización de los factores emotivos unidos a la situación competitiva para movilizar más completamente el potencial motor del organismo del atleta.

2.1. Elección de los ejercicios.

La conexión específica que existe entre los ejercicios y los cambios inducidos por ellos, se puede analizar más pormenorizadamente o de modo generalizado. Habitualmente, por consideraciones de orden práctico se prefiere el enfoque generalizado. Sin embargo, a pesar de toda consideración práctica, si se quieren elegir los ejercicios apropiados hay que tener en cuenta las bases esenciales de las principales cualidades de la capacidad de prestación del hombre. La acción de los principales grupos de ejercicios se resume en el cuadro 1.

A éste se le añade en el cuadro 2 un cuadro de las posibilidades de valorar los cambios que esos grupos de ejercicios producen.

Naturalmente en la elección de ejercicios existen otros problemas suplementarios, que dependen de las peculiaridades de la competición. Tomemos, por ejemplo, los ejercicios de potencia. La principal dife-

rencia entre los ejercicios de fuerza y los de potencia está determinada por la relación fuerza-velocidad. Por esto el mejoramiento de la fuerza muscular en las diversas velocidades de contracción depende de las características fuerza-velocidad de los ejercicios que se estén utilizando (Caiosso y otros 1981; Coyle y otros 1981; Komi, Häkkinen 1988). Según sea la competición, los ejercicios para mejorar la potencia se pueden subdividir en dos grupos. Uno es el de los ejercicios de salto en los que se debe imprimir la máxima aceleración posible a una masa pesada, constituida por el cuerpo del atleta. En el otro grupo se debe imprimir aceleración a una masa ligera (jabalina, disco, pesas, etc.). Como consecuencia debe haber una diferencia sustancial en la acción de estos dos grupos de ejercicios. El problema consiste en el hecho de que para acelerar una masa pesada se necesita más fuerza de la que hay que aplicar en el caso de la aceleración de una masa ligera. Al mismo tiempo los saltadores, pero no los lanzadores, deben evitar la hipertrofia muscular, ya que para los primeros significa un peso suplementario. Por el contrario, una masa corporal mayor ayuda a los lanzadores de disco y de peso a imprimir una aceleración mayor al instrumento.

Obviamente, la hipertrofia muscular pronunciada que se produce en los atletas de potencia, excluyendo a los saltadores, se debe al uso prolongado de ejercicios con grandes sobrecargas.

El efecto final del ejercicio depende del principio de la acción y de los métodos de entrenamiento empleados. Por esto en el cuadro 3 se proporciona un cuadro sinóptico suplementario para una evaluación posterior de la elección de los diversos ejercicios.

2.2. La sesión de entrenamiento.

Al mismo tiempo con la elección de los ejercicios se determina la acumulación de los metabolitos que ejercen función de factores que inducen la síntesis proteica de adaptación o que controlan los procesos de transcripción postentrenamiento, lo que determina principalmente la función endocrina y la carga global de la sesión de entrenamiento. Por lo tanto la amplificación hormonal de la síntesis proteica de adaptación se correlaciona fuertemente con ella. Por una parte, la carga total de entrenamiento de la sesión está constituida por la adición de las acciones de todos los ejercicios realizados en ella. Pero por otra parte depende también de los intervalos de recuperación entre ellos.

La carga total de una sesión de entrenamiento se puede clasificar en:

1. carga excesiva que va más allá de las capacidades funcionales del organismo y provoca fenómenos de exceso de carga;

2. carga entrenable, que provoca una síntesis proteica de adaptación en una dirección específica y que por lo tanto provoca efectos de entrenamiento;

3. carga de mantenimiento, que es insuficiente para inducir la síntesis proteica de adaptación, pero es suficiente para evitar efectos de desentrenamiento;

4. carga de recuperación, insuficiente para evitar un efecto de desentrenamiento, pero capaz de favorecer los procesos de recuperación después de de una carga de entrenamiento anterior;

5. carga ineficaz.

Si se consideran estos diferentes niveles de carga, son necesarios por lo menos tres grupos de criterios para analizar detalladamente el efecto de las sesiones de entrenamiento:

1. criterios que sirven para definir la máxima carga entrenable;
2. criterios para definir el efecto de entrenamiento de la sesión;
3. criterios para definir la carga mínima que posee todavía un efecto de mantenimiento.

Con la repetición del mismo ejercicio se estimula el desarrollo de las relativas modificaciones estructurales, metabólicas y funcionales específicas: con el tiempo las estructuras celulares interesadas aumentan, mientras que los ajustes funcionales y metabólicos durante el ejercicio disminuyen. Resulta con esto una pérdida del efecto de entrenamiento del ejercicio.

Por esto, la adaptación a un nivel de ejercicios dado hace indispensable aumentar la intensidad o la duración del ejercicio, o bien utilizar ejercicios más fatigosos o más complicados. El principio de las cargas crecientes de entrenamiento está completamente de acuerdo con el principio de la sobrecarga (Hellebrandt, Henz 1956). Un análisis de la práctica deportiva lleva a suponer que cuanto mayor sea la reserva funcional del atleta, mayor es la cantidad que se utiliza de ella para garantizar el efecto de entrenamiento (Platonov 1986).

Un problema esencial es cómo incrementar las cargas de entrenamiento. Y se nos pregunta si las cargas se deben incrementar linealmente de una sesión a otra. La posibilidad alternativa consiste en repetir la misma carga de ejercicio durante un periodo determinado de tiempo para garantizar la adaptación completa a un nivel de carga determinado y sólo entonces pasar a un nivel sucesivo de carga más elevada.

En un modelo experimental realizado con ratas se encontró que el incremento del tiempo de carga de natación sólo al comienzo de cada semana, provocaba una adaptación bioquímica más ventajosa con respecto al incremento diario de las cargas (Jakowlew 1977). Un análisis de los cambios inducidos por el entrenamiento en el citocromo c confirma las ventajas de un incremento gradual de la carga (Booth 1977). Este incremento por grados de la carga es aceptado en las publicaciones sobre la metodología del entrenamiento (Matveev 1977, Platonov, Vaicekhovskij 1985; Kantola 1989).

Otro problema es la disminución de la eficacia del entrenamiento durante un periodo de ejercicio prolongado. En la fase inicial del entrenamiento el incremento del glucógeno muscular y de la fosfocreatina es rápido. Después este proceso se hace más lento y sucesivamente, a pesar de que se continúe el entrenamiento, el nivel de los depósitos energéticos permanece uniforme (Jakowlew 1977). La misma dinámica se ha encontrado en el consumo máximo de oxígeno (Henrikson, Reitman 1977). Naturalmente es posible un incremento insuficiente de la carga de entrenamiento. Sin embargo, un estudio sobre la relación entre el incremento de la actividad de la succinatodehidrogenasa en el músculo y el volumen de entrenamiento indica que hasta un determinado volumen de entrenamiento (el consabido "umbral de saturación") hay una relación directa entre éste y el volumen. Un aumento posterior de este último induce una tendencia a la reducción de la actividad enzimática. Un entrenamiento más intenso, en el que se utilizaba el interval training, dio como resultado un fenómeno de saturación a volúmenes de entrenamiento menores, que con el método de entrenamiento continuo constante. Sin embargo los niveles más elevados de actividad enzimática que se obtuvieron eran casi los mismos (Volkov 1974). Por lo tanto existe el problema de cómo se puede evitar el fenómeno de la saturación en el entrenamiento del atleta.

2.3. Los microciclos de entrenamiento.

El conjunto de un número limitado de días de entrenamiento y de recuperación forma un microciclo de entrenamiento. Este elemento principal de la organización del entrenamiento permite:

1. coordinar la acción de sesiones de entrenamiento sucesivas;
2. determinar la relación entre tiempo de entrenamiento y horas de recuperación;
3. asegurar una recuperación completa para el comienzo del microciclo siguiente.

En lo que se refiere a este último punto, normalmente el microciclo de entrenamiento termina con uno o dos días de recuperación o de descanso. El tiempo necesario para que se realice la síntesis proteica de adaptación y la supercompensación de las reservas energéticas se determina por la organización de los microciclos. Mientras que los ejercicios deciden la especificidad de la síntesis proteica de adaptación, y las cargas de entrenamiento global garantizan las modificaciones hormonales por su amplificación, el microciclo de entrenamiento determina la sumatoria, o cualquier otra interrelación, entre los diversos efectos sobre el turnover (movimiento) de las proteínas.

En los atletas de alto nivel la principal característica del microciclo es la adición (acumulación) de cargas, producida por la repetición diaria de sesiones intensas de entrenamiento. En la práctica encontramos las siguientes variantes de las adiciones de las cargas de entrenamiento:

1. adición de sesiones diarias de entrenamiento que influyen en las mismas funciones (capacidades);
2. adición de sesiones diarias de entrenamiento que influyen sobre funciones (capacidades) diversas;
3. inserción de sesiones con cargas de mantenimiento entre las sesiones de entrenamiento;
4. inserción de sesiones con cargas de recuperación, entre las sesiones de entrenamiento.

Ya en el año 1968 J. Counsilman observaba que la suma de las cargas puede producir tres resultados diferentes:

- a) un agotamiento general en el último o últimos días de entrenamiento con normalización de las reservas (energéticas) y de las funciones en los días sucesivos o en el día siguiente de la recuperación;

b) una disminución de las capacidades del organismo hasta un límite entre fatiga y riesgo de agotamiento;

c) un agotamiento peligroso con fenómenos de cansancio excesivo.

En el caso a) el estímulo para una adaptación posterior es escaso. En el caso c) los días de recuperación son necesarios para superar los fenómenos del cansancio excesivo y el siguiente microciclo se inicia con un nivel de cansancio persistente y de disminución de la capacidad de prestación. Por el contrario en el caso b) se produce un fuerte estímulo adaptativo: en efecto en los días de recuperación se obtiene un estado de superadaptación.

Esta hipótesis hace necesario el estudio de la adición de los ejercicios diarios. Experimentos realizados con ratas demostraron que la adición de los ejercicios diarios produce una deplección total de las reservas funcionales de la corteza adrenérgica, muy importante para la adaptación. Después de este estado, se alcanza la adaptación a este nivel de cargas de entrenamiento. Obviamente la adaptación se acompaña de una deplección temporal de los recursos para la producción hormonal (Viru y otros 1988; Oöpik y otros 1991). Se obtuvieron resultados parecidos en un grupo de mediodondistas. Un entrenamiento diario intenso provocaba primero un aumento pronunciado del nivel de cortisol en reposo, unido a respuestas elevadas poco habituales del cortisol y de la somatotropina a los ejercicios de entrenamiento. Sucesivamente un nivel elevado del cortisol hemático en reposo estaba acompañado por una respuesta contraria del cortisol y un nivel bajo de somatotropina inmediatamente después del ejercicio (Viru y otros 1988).

En las ratas una carga de 90 minutos diarios de natación durante cinco días, provocaba una importante y duradera supresión de la tasa de síntesis de las proteínas sarcoplasmáticas y miofibrilares en el sóleo, en el gastrocnemio y tanto en las fibras blancas como en las rojas del músculo cuadríceps. La tasa disminuida de síntesis proteica continuaba todavía durante los dos días siguientes de descanso.

En otra serie de experimentos, la duración de la carga de natación, se reducía en 60 minutos después de los primeros dos días de cada semana. En este caso la síntesis proteica desaparecía sólo en los días de ejercicio y se intensificaba además el valor de control durante los días de recuperación (Oöpik, Viru 1988). Durante cuatro semanas de entrenamiento con la máxima duración de la natación, las reservas de glucógeno, la actividad de la succinatodehidrogenasa en los músculos rojos y el peso seco de la corteza suprarrenal (adrenal) aumentaban en

ambos regímenes de entrenamiento (Oöpik, Viru 1988). Por eso la supresión completa de la síntesis proteica en el músculo esquelético no excluye el incremento de la capacidad de prestación y otros efectos del entrenamiento. El aumento de la actividad de las enzimas mitocondriales (succinatodehidrogenasas) indica que al menos en lo que se refiere a estas enzimas se produce la síntesis proteica de adaptación. Los efectos de entrenamiento eran aun más evidentes que en un régimen de entrenamiento menos fatigoso, en el caso de la supresión persistente de la síntesis proteica, llevando a una tasa elevada de síntesis proteica en los días de recuperación después de cinco días de entrenamiento. Este dato nos lleva a suponer que la supresión completa de la síntesis proteica excluya la competición entre la síntesis de las diversas proteínas (necesarias) para los "materiales de construcción" y sirva para concentrar la síntesis proteica de adaptación sobre las proteínas más responsables de la adaptación misma.

En los atletas la acumulación de la acción del entrenamiento diario ha sido confirmada por el gradual decrecimiento del contenido de glucógeno de los músculos esqueléticos (Hultmann, Bergström 1967; Costill y otros 1971, 1988; Kirwan y otros 1988). Con un entrenamiento de carrera de 60 minutos diarios, o de bicicleta al 75% del VO₂ máx. prolongado durante tres días consecutivos, la tasa de replección del glucógeno muscular en las 24 horas disminuía de día en día (Pascoe y otros 1990).

2.4. Principios fundamentales de la táctica de entrenamiento.

Todos los problemas relativos a las tácticas de entrenamiento podrían encontrar una respuesta si, como mínimo, se aceptaran cinco principios fundamentales de la organización del entrenamiento:

1. ejercitarse sistemáticamente (los efectos de entrenamiento se producen solamente mediante un ejercicio repetido con frecuencia);
2. incrementar las cargas;
3. individualizar la acción del entrenamiento, teniendo en cuenta la edad, el sexo, peculiaridades del genotipo y del fenotipo, nivel de capacidad de prestación física, anteriores experiencias deportivas, etc.;
4. utilización de cargas máximas (para habituar al organismo a movilizar el potencial motor adquirido);
5. organización cíclica del entrenamiento.

3. ESTRATEGIA DEL ENTRENAMIENTO.

La estrategia determina el proyecto general de una actividad intencional que se marca un objetivo bien preciso. Está unida estrechamente al objetivo final, a cuya consecución se dedicará el entrenamiento pluri-anual. En los años que lo componen, el entrenamiento estará dirigido por un proyecto estratégico general que empieza en el joven principiante y va hasta el atleta adulto de alto nivel. Para este objetivo se han de resolver cuatro problemas:

1. qué cambios se deben inducir al organismo que se va a entrenar;
2. cuál es la duración del tiempo total necesario para inducir estos cambios;
3. cuál es el mejor momento para estimular cada cambio;
4. qué relaciones se deben establecer entre mantenimiento y desarrollo posterior de los cambios ya obtenidos y las demás acciones sobre el organismo del atleta.

Si el objetivo es un nivel elevado de resultados deportivos, el entrenamiento encaminado a este fin se puede empezar a la edad de 8 a 12 años. Antes de que se alcancen los primeros resultados de relieve pasará mucho tiempo. Y obviamente serán necesarios todavía otros años para alcanzar el máximo de la capacidad personal de prestación. El alto nivel de capacidad alcanzado se conservará aun después de cierto número de años.

Se ha propuesto dividir este largo periodo de tiempo en tres fases (Matveev 1977):

1. fase de la preparación de base (duración: de 4 a 6 años).

El objetivo principal es estimular un desarrollo ontogénico armonioso, elevar el nivel de capacidad de prestación, crear las condiciones para el aumento de la eficacia del entrenamiento sobre las estructuras, los procesos metabólicos y las funciones del organismo, adquirir un rico patrimonio de capacidades motoras diversificadas. Esta fase empieza con una preparación de encauzamiento (preliminar) hacia el deporte (adquisición de diversos tipos de coordinaciones motoras, mejoramiento de la velocidad asociado a un entrenamiento moderado de re-

sistencia para garantizar la promoción de la salud y el desarrollo de la capacidad de adaptación del organismo). Después de dos años se efectuará una tentativa de especialización en determinadas competiciones deportivas junto a los ejercicios para mejorar la capacidad general de prestación (Filin, Fomin 1980; Nabatnikova 1983).

2. fase de la máxima realización de la capacidad del organismo del atleta.

Durante dos a tres años se ejercita una fuerte acción sobre el desarrollo de las capacidades metabólicas y de los sistemas funcionales que limitan la prestación en la competición considerada (Matveev 1977; Nabatnikova 1983). Las posibilidades de síntesis proteica de adaptación se utilizarán para incrementar las estructuras celulares más implicadas y para aumentar las moléculas enzimáticas de las vías metabólicas de las que depende en mayor medida la prestación.

3. fase de la capacitación deportiva a largo plazo.

Esta fase comienza con la estabilización de los resultados a un nivel relativamente elevado sin posteriores progresos en la prestación. Obviamente el potencial para el desarrollo de las capacidades físicas está agotado. La pregunta es que si esto no refleja una cierta "fatiga" del aparato genético celular. Sin embargo la estabilización de la prestación demuestra que la síntesis proteica de adaptación procede, por lo menos de tal forma que garantiza una renovación eficaz de las estructuras celulares implicadas. Por ello, en vez de por las cargas de entrenamiento, el papel principal lo desempeñarán las de mantenimiento. Sin embargo, cuando se agoten las posibilidades de mantener resultados elevados, el atleta no volverá más al nivel alcanzado. No obstante el continuar entrenándose a niveles de carga más bajos le ayudará a mantener un buen estado general de forma y condiciones elevadas de salud para otros dos o tres decenios. Hay que tener en cuenta que una interrupción imprevista del entrenamiento, el paso repentino de un nivel elevado de actividad motora a una vida sedentaria puede llegar a ser un factor patógeno.

Características cualitativas de las capacidades del atleta	Indices integrados	Indices particulares	Tests más sencillos
<p>Capacidad anaerobia Glucogenólisis anaerobica</p> <p>Mecanismo fosfocreatínico</p>	<p>Test de Wingate con determinación del lactato; test del lactato máximo</p> <p>Test de Margaria; medida de la máxima potencia producida</p>	<p>El nivel máximo de lactato y el cambio de pH en el músculo (biopsia) o en la sangre después de la competición; exceso de bases en la sangre; capacidad tampón (amortiguadora); activación de las enzimas glucolíticas (biopsia) inducida por el ejercicio; capacidad de producción de adrenalina; tasa máxima de producción de adrenalina</p> <p>Actividad de la fosfocreatinaquinasa muscular (biopsia); dinámica de la fosfocreatina muscular en el ejercicio</p>	<p>Test de Wingate sin determinación de lactato (Bar Or y otros, Vandewalle y otros 1985). Test de Bosco (disminución de la potencia producida desde el primer al cuarto periodo de 15 segundos (Bosco y otros 1983))</p> <p>Test de Margaria (Margaria y otros 1964); Test de Bosco (potencia producida en el primer periodo de 15 segundos)</p>
<p>Capacidad aeróbica Aporte de oxígeno a los músculos</p> <p>Utilización del oxígeno</p> <p>Capacidad para ejercicios aerobios</p>	<p>Máximo consumo de oxígeno</p> <p>Intensidad del ejercicio en el umbral anaerobio</p> <p>Duración máxima del trabajo en el umbral aerobio</p>	<p>Volumen cardiaco (radiografía); características ecocardiográficas; máximo rendimiento cardiaco y volumen sistólico; máximo flujo de sangre a los músculos; capacidad coronaria; capilarización muscular; contenido global y hemático de hemoglobina; características de la ventilación pulmonar; capacidad de difusión pulmonar</p> <p>Volumen total de las mitocondrias en los músculos (biopsia); actividad de las enzimas oxidativas (biopsia); diferencia máxima arterio-venosa</p> <p>Consumo de oxígeno y eficacia mecánica durante un ejercicio submáximo</p>	<p>Harward step test PWC170; Test de Cooper sobre 12 minutos (Cooper 1968)</p> <p>Test de Conconi (Conconi y otros 1982)</p> <p>Potencia crítica; diversos tests de resistencia</p>
<p>Depósitos energéticos - Cantidad</p>		<p>Glucógeno y fosfocreatina musculares (biopsia) Dinámica de la glucólisis hemática en un ejercicio prolongado - Movilización - Dinámica de la glucosa hemática en los ejercicios de competición; dinámica de los ácidos grasos libres y del glicerol en el ejercicio de competición en relación con las variaciones de lactato; dinámica de la alanina hemática en el ejercicio de competición; Sensibilidad tisular a las hormonas (biopsia); respuesta de la adrenalina, de la somatotropina, del glucagón, del cortisol y de la insulina al ejercicio de competición</p>	<p>Dinámica de la glucólisis hemática en un ejercicio prolongado</p>
<p>Estabilidad funcional</p>	<p>Dinámica del consumo de oxígeno durante el ejercicio de competición</p>	<p>Dinámica de la función cardiorrespiratoria; niveles hormonales; EMG (electromiograma) durante el ejercicio de competición; estabilidad del Na (sodio) muscular; bomba del potasio (biopsia)</p>	<p>Dinámica de la producción de fuerza y de potencia o de velocidad durante el ejercicio de competición.</p>

Características cualitativas de las capacidades del atleta	Indices integrados	Indices particulares	Tests más sencillos
Función muscular Composición de las fibras	% de las STF, de las FTF oxidativas, de las FTF glucolíticas (biopsia)	Observación mediante ultrasonidos de la hipertrofia muscular; sección transversal del área de las fibras musculares (biopsia)	Test de fuerza: Calculo de la masa corporal magra. Relación entre masa corporal magra y masa grasa
Fuerza	Producción voluntaria de fuerza, producción de fuerza después de la estimulación eléctrica hipermáxima, análisis del déficit de fuerza	Producción de fuerza por área de la sección transversal del músculo (biopsia); concentración de proteínas contráctiles, EMG integrado	
Coordinación entre las unidades motoras	Características del EMG	Curva fuerza-velocidad, EMG integrado, relación entre fuerza producida y velocidad de movimiento, examen de los reflejos motores espinales.	Relación fuerza-velocidad y fuerza-tiempo en el ejercicio de competición (Komi 1986).
Velocidad de movimientos	Velocidad de los diversos tipos de movimiento	Velocidad de movimientos con diversos niveles de oposición; tiempo de inicio de la contracción y del relajamiento; tiempo necesario para realizar el máximo EMG integrado; tiempo de relajación máxima; tasa máxima de captación de Ca por el RSP; concentración de la bomba de K en los músculos (biopsia).	Máxima frecuencia de diversos movimientos test de destreza
Potencia producida	Máxima potencia producida	Tiempo necesario para la producción de diversos tipos de fuerza; Curva fuerza-velocidad para diferentes músculos; máximo EMG integrado en contracciones de fuerza y velocidad diversas.	Test de potencia
Equilibrio hidroeléctrico	Dinámica del H ₂ O; contenido de Na y de K musculares y hemáticos durante el ejercicio de competición (biopsia)	Cambios del H ₂ O, del Na y del K en el plasma sanguíneo, en la orina y en el sudor durante el ejercicio de competición; tasa máxima de sudoración. dinámica de la regulación hormonal; equilibrio hídrico y electrolítico	Dinámica del peso corporal.

Cuadro 2.- Indices integrados, particulares y test más sencillos que permiten observar los efectos del entrenamiento sobre las principales características cualitativas de las capacidades del atleta.

3.1. Entrenamiento y desarrollo ontogénico.

El desarrollo ontogénico pasa por periodos críticos (fases sensibles). Estos son periodos en los que una acción específica sobre las capacidades de desarrollo del organismo induce las máximas respuestas (Illingworth, Lister 1964). Se supone que en estos periodos se producen nuevos acontecimientos en el programa genético (Svetlov 1972). Numerosos estudios han establecido que existen periodos en los que hay tasas máximas de incremento de los índices de la capacidad de

prestación (Kuznetsova 1972; Filin 1974; Guzalovski 1979). El dato más importante es que durante los periodos críticos correspondientes, el efecto de entrenamiento sobre cualquier capacidad física de los niños y adolescentes es máximo. En natación se ha observado el efecto máximo del entrenamiento sobre el VO₂ máximo si se tiene una edad entre 13 y 15 años, pero sobre los índices de capacidades de trabajo anaerobio este efecto máximo se produce en edades de 18 a 20 años (figura 4, Voitenko 1985). En los niños hay diferencias en los factores que limitan la prestación que dependen de la edad.

Por lo tanto los enfoques para estimular el mejoramiento de la prestación deben ser diferentes en las diversas edades. Por ejemplo, hasta la pubertad un nivel bajo de andrógenos en la circulación reduce sustancialmente las posibilidades de hipertrofia muscular. Por ello el mejoramiento de la fuerza sucede principalmente a través de la adaptación a nivel nervioso (coordinación intermuscular e intramuscular; Vrijens 1978; Ramray y otros 1990).

3.2. El entrenamiento para todo el año.

Entre los problemas de la organización del entrenamiento para todo el año, vale la pena dedicar una atención especial a las interreacciones existentes entre los estímulos de los diversos cambios y alteraciones en la adaptabilidad del organismo durante el año de entrenamiento.

El efecto de cada ejercicio utilizado para provocar ciertos cambios depende de la concentración de las oportunidades de síntesis proteica de adaptación hacia las enzimas y las estructuras celulares relativas. Si, en la misma sesión de entrenamiento o en el mismo microciclo, se usan simultáneamente ejercicios encaminados a producir cambios diferentes, en algunos casos se obtiene un éxito relativo en la realización de todas las tareas del entrenamiento. En otros casos un ejercicio impide el efecto positivo de otro. Por consiguiente en la práctica se emplean dos modos de proceder:

1. se intenta estimular simultáneamente la producción de cambios diferentes;
 2. se concentran en una dirección determinada, por un periodo de tiempo limitado, las acciones de entrenamiento.
2. El primer enfoque se usa ampliamente en el entrenamiento de los principiantes y atletas de menor categoría. Pero es discutible su em-

pleo con los atletas de alto nivel, ya que en éstos la distribución de las posibilidades de síntesis proteica de adaptación es más bien limitada.

Sin embargo la concentración de las acciones de entrenamiento mono-direccionales por un periodo de tiempo limitado presenta el problema de cómo se mantendrán después los resultados obtenidos y de cómo se van a utilizar para la prestación de competición.

En el entrenamiento se deben realizar dos tareas diferentes, pero que se correlacionan entre ellas:

1. crear un mayor potencial motor;
2. garantizar la oportunidad de que este potencial motor acrecentado se utilice en la prestación de competición.

El primero se desarrolla a través de un determinado volumen cuantitativo de cargas de entrenamiento. El segundo requiere el perfeccionamiento de las capacidades motoras y de la técnica deportiva, para acomodarlas al nuevo nivel de potencial motor. El volumen necesario de las cargas de entrenamiento provocará un aumento pronunciado del cansancio, que está asociado con una reducción de la excitabilidad y de la labilidad de las estructuras nerviosas centrales. Pero esto último impide ese perfeccionamiento eficaz de la coordinación motora que garantiza la utilización óptima del potencial motor aumentado. Esta contradicción se considera una razón suficiente para repartir la realización de estas dos tareas en periodos de tiempo diferentes (Verchoshanskij 1985).

2. La distribución de las diversas tareas en periodos de tiempo diferentes provoca una pérdida de algunos cambios obtenidos, debido a un efecto de desentrenamiento. Es sabido universalmente que el resultado del entrenamiento anterior desaparece después de un cierto periodo de tiempo de interrupción del entrenamiento mismo. Las disminuciones de prestación en resistencia coinciden con las de las funciones cardiovasculares (Ehesani y otros 1978; Hickson y otros 1983; Dickhut y otros 1985; Neuffer 1989) y del potencial oxidativo muscular (Henriksson, Reitman 1977; Klausen y otros 1981; Chi y otros 1983; Costill y otros 1985; Neuffer 1989). Se han encontrado reducciones significativas tanto en el consumo máximo de oxígeno (Houston y otros 1979; Klausen y otros 1981; Coyle y otros 1984) como en el umbral anaerobio (Reddy, Quinney 1982). Sin embargo, si se mantiene el entrenamiento incluso a un nivel reducido, la adaptación al entrenamiento aerobio se puede mantener por muchas semanas o meses

(Kemakis y otros 1982; Hickson y otros 1985; Houmard y otros 1989; Neuffer 1989).

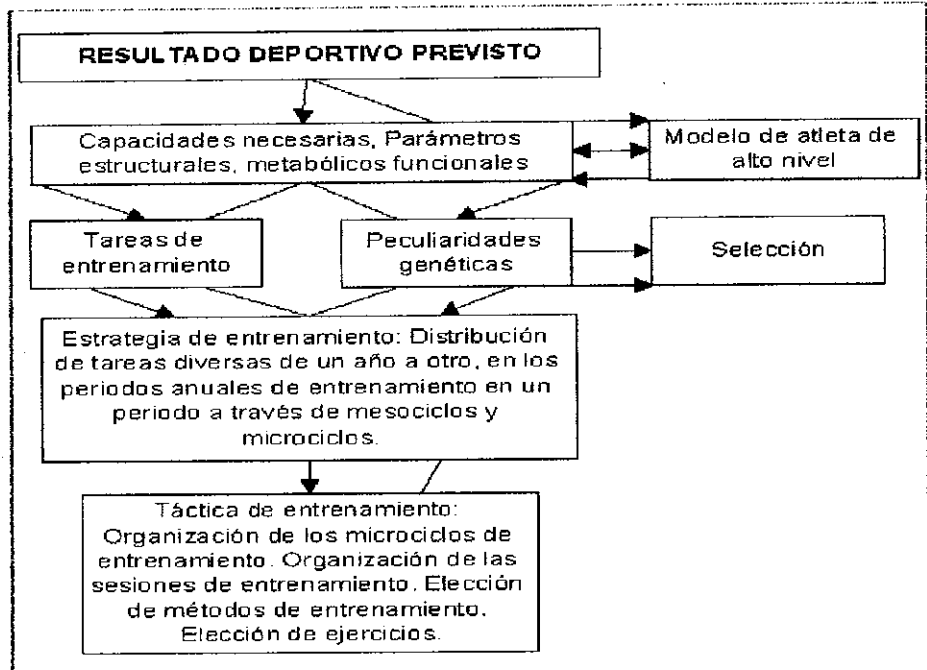


Figura 3.

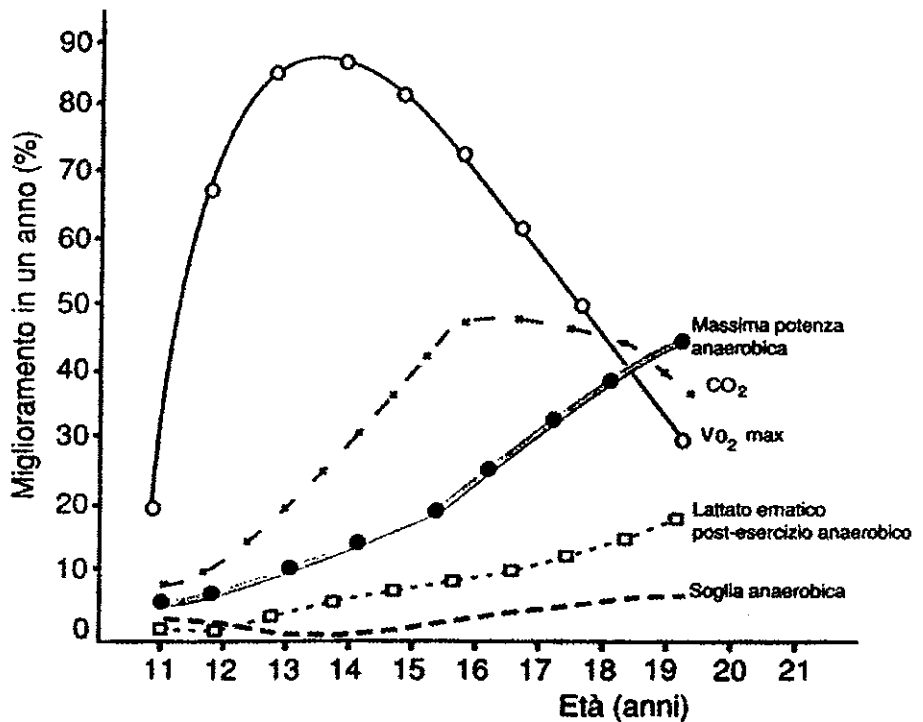


Figura 4.- El aumento anual de la potencia anaerobia alactácida (Test de Margaria), del VO₂ máx., de los niveles de lactato sanguíneo después de ejercicio hipermáximo y en el umbral anaerobio en nadadores de diversas edades (de Voitenko 1985).

El efecto de desentrenamiento considera también la fuerza, pero es más lento. En un estudio sobre el entrenamiento de la resistencia, desarrollado con un protocolo de investigación sobre un sólo miembro,

se vio que sólo una parte de los efectos de diez semanas de entrenamiento sobre el máximo del par de fuerza con dos velocidades se perdía en las doce semanas sin entrenamiento. Mientras que el entrenamiento aumentaba la sección transversal de las fibras rápidas glucolíticas, el no entrenamiento posterior eliminaba sólo dos tercios de este cambio (Houston y otros 1983). Si semanalmente, en lugar de las tres sesiones semanales precedentes, se desarrollan sólo una o dos sesiones, se mantenía la fuerza muscular durante doce semanas (Groves y otros 1988). Estos resultados confirman la posibilidad de mantener los efectos de entrenamiento por medio de un volumen reducido de ejercicios del mismo tipo.

Los estudios sobre la dinámica de las capacidades del atleta más ligadas al resultado deportivo demuestran que la característica principal de esta dinámica es un modelo en ondas, con una tendencia general al aumento. Se ha sacado la conclusión de que en el entrenamiento deportivo los procesos de adaptación prevén tanto los cambios temporales, rápidamente reversibles, como los cambios estables constantes (Verchoshanskij, Viru 1990). Ambos cambios se fundan en la síntesis proteica de adaptación. La diferencia principal se refiere probablemente a la estabilización de las estructuras celulares incrementadas y a la concentración de enzimas en el último caso. Esto quiere decir que el mecanismo de control celular que evita el incremento de las proteínas estructurales se regula en un nuevo nivel. La experiencia práctica adelanta la hipótesis de que para esa nueva regulación del mecanismo de control celular son necesarias las repeticiones de los estímulos de entrenamiento. Y es completamente plausible que estos estímulos estén causados no sólo por cargas de entrenamiento sino también por las de mantenimiento. Por lo tanto, mientras que para producir cambios de adaptación es necesario un alto nivel de estímulos de entrenamiento, un nivel substancialmente inferior de actividad muscular garantiza que estos cambios se mantengan. Estas conclusiones proporcionan una base que justifica la concentración de acciones de entrenamiento monodireccionales en un periodo de tiempo limitado.

En los saltadores, un entrenamiento concentrado de la fuerza de cuatro semanas de duración provocó una disminución, bastante evidente en los resultados de los tests de potencia (figura 5). A este entrenamiento concentrado le siguieron dos microciclos de recuperación después de los cuales el entrenamiento se cambió, pasando a ejercicios para el mejoramiento de las capacidades técnicas. Durante estos microciclos la potencia aumentó llegando a un nivel más elevado que el anterior al "bloque" de entrenamiento de la fuerza (Verchoshanskij 1985). El autor piensa que este tipo de entrenamiento de la fuerza es necesario para crear el potencial motor en atletas de alta clasificación. Según sus

indicaciones, un bloque de fuerza debería incluir 5-6 microciclos ordinarios ó 3-4 microciclos de "choque", seguidos de dos microciclos de recuperación.

Y aconseja planificar un bloque de entrenamiento de la fuerza para la primera mitad del periodo preparatorio y otro bloque poco antes del comienzo del periodo de competición. Si el resto del tiempo se utiliza para hacer ejercicios de potencia y para mejorar las capacidades técnicas, se alcanza el máximo nivel tanto de fuerza como de potencia precisamente durante el periodo de competición (figura 6). Esta idea de la concentración de acciones monodireccionales de entrenamiento es sostenida y desarrollada en diversas publicaciones sobre la metodología del entrenamiento (Platonov, Vaicekhovskij 1985; Kantola, Rusko 1985; Marks 1985; Kantola 1989).

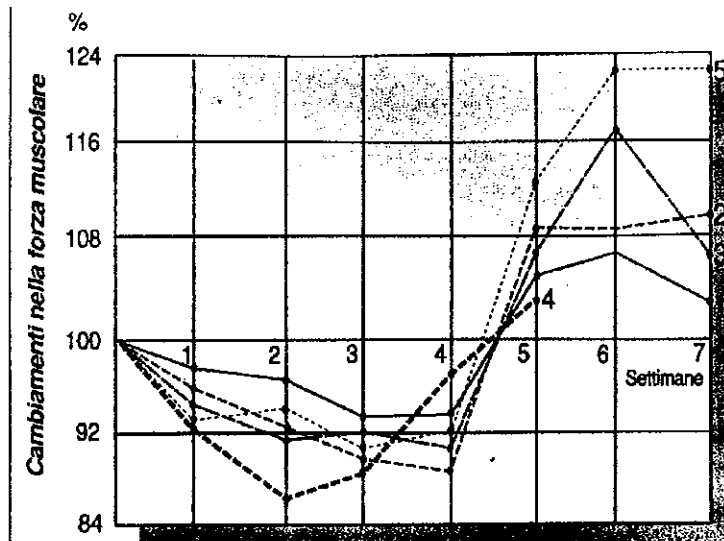


Figura 5.- Dinámica de la fuerza rápida en cinco saltadores durante y después de 4 semanas de entrenamiento concentrado de la fuerza (Verchoshanskij 1985).

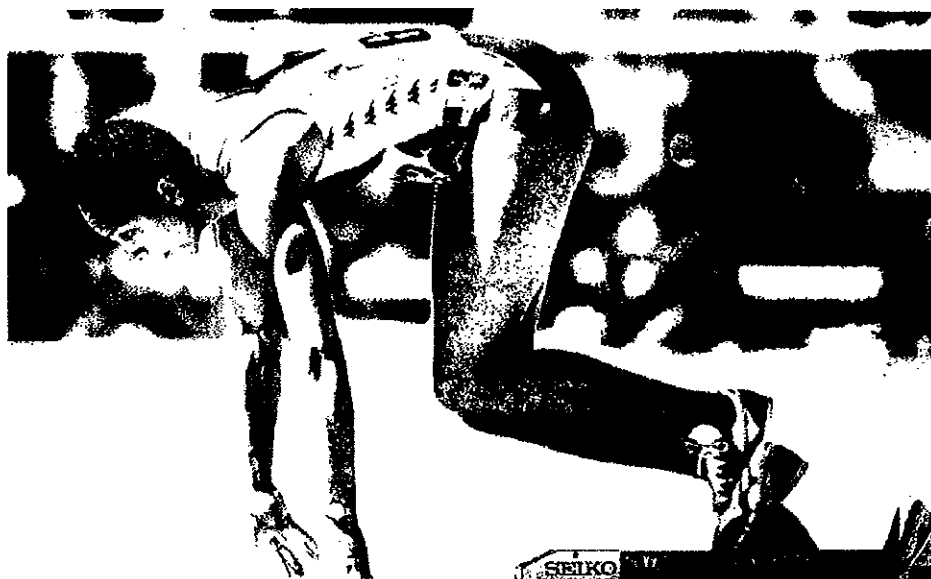
3.3. La adaptabilidad del organismo durante el año de entrenamiento.

El arte de entrenar consiste en garantizar la utilización finalizada, pero también en restablecer las posibilidades de adaptación. Hace más de treinta años, L. Prokop (1959) demostró como la dinámica de las prestaciones dependía del agotamiento de la capacidad de adaptación del atleta. Según él, para que un atleta obtenga resultados de alto nivel debe agotar gran parte de su capacidad de adaptación. Después se producirá una disminución en el nivel de la prestación. En esta situación, continuar entrenándose irrazonablemente con cargas elevadas incrementa esta disminución del rendimiento, mientras que la reducción del entrenamiento ayuda a superarlo y a garantizar un nuevo mejoramiento. Se trata de una afirmación que coincide con la experiencia de los atletas. Por esta causa, cuando se alcanza la máxima prestación se

recomienda reducir el entrenamiento (Harre 1973; Matveev 1977; Platonov, Vaicekhovskij 1985; Platonov 1986). También en el periodo de competición se recomienda una reducción del entrenamiento entre las dos o tres competiciones más importantes. En este caso se aconsejan 3-6 microciclos de recuperación (entrenamiento reducido) después de la primera competición importante. En los siguientes 3-6 microciclos las cargas de entrenamiento se deben aumentar gradualmente para alcanzar el mismo nivel de intensidad del entrenamiento que precedió a la primera competición (Klimov, Koloskov 1982). Por ejemplo, en un análisis del volumen estacional de entrenamiento y de la capacidad de prestación de las atletas del equipo nacional holandés de piragüismo, se advierte una disminución en la intensidad del entrenamiento después de una reunión de entrenamiento y de la clasificación preolímpica, a la que siguió un incremento del volumen (Vermulst y otros 1991).

Ejercicio	Objetos	Principios de acción	Método	Lugar donde se produce la síntesis proteica de adaptación
Para el mejoramiento de las capacidades motoras	Nuevas coordinaciones o nuevos mecanismos de coordinación. Estabilización	Repetición Adición	Método de la repetición Una variante especial del método de intervalos	Tejido nervioso
Para el mejoramiento de la velocidad	Mejora funcional del RSP, labilidad del aparato neuromuscular, potencia y capacidad del mecanismo de la fosfocreatina	Repetición	Método de la repetición	RSP sobre todo en las fibras FTO
Para el mejoramiento de la fuerza	Creación del potencial de fuerza de los músculos, reducción del déficit de fuerza	Repetición (adición)	Método de la repetición, circuit training, una variante especial del método de intervalos	Proteínas miofibrilares
Para el mejoramiento de la potencia	Aplicación del potencial de fuerza en un tiempo limitado	Repetición	Método de la repetición. Método en circuito	Proteínas miofibrilares, RSP
Para el mejoramiento de la resistencia aerobia	Mejoramiento del transporte de O ₂ , mejoramiento de la capacidad oxidativa de los músculos, de las reservas energéticas y de la estabilidad funcional	Duración dición	Método del entrenamiento continuo, método del entrenamiento intermitente, método de intervalos	Mitocondrias del músculo esquelético, proteínas del miocardio, nuevos capilares
Para el mejoramiento de la resistencia anaerobia	Mejoramiento de la capacidad y de la intensidad de la glucogenólisis anaerobia	Adición	Método de intervalos, método del entrenamiento intermitente	Sistemas tampón, isoenzimas pH resistentes, proteínas del miocardio
Para el mejoramiento de la flexibilidad	Incremento de la elasticidad de las estructuras del tejido conjuntivo, aumento de la movilidad articular	Repetición, adición	Método de repetición, variante especial del método de intervalos	Tejido conjuntivo.

Cuadro 3.- Un esquema de la utilización de los ejercicios para alcanzar los diversos objetivos del entrenamiento.



La prestación de competición, en los deportes de fuerza rápida, es el producto de una correcta programación del entrenamiento.

Otra manifestación de la reducción del entrenamiento, confirmada por la experiencia de los atletas de alto nivel, es la transición al periodo de recuperación, después del periodo de competición. Los datos que hemos expuesto sugieren que la duración de la reducción del entrenamiento y la actividad muscular durante este periodo se deben imponer de modo tal que impida una disminución excesiva de las funciones y capacidades metabólicas que determinan los resultados elevados conseguidos por los atletas.

Las causas de este agotamiento de la capacidad de adaptación en el entrenamiento con cargas elevadas no son claras. Una de las posibilidades es que se produzca un cambio en el ámbito de la inducción y/o expresión del gen, que nos permita suponer la desaparición del cansancio en el aparato genético celular. No se excluye la existencia de un mecanismo de regulación que elimine una síntesis proteica de adaptación unilateral después de haber sido estimulada por un breve periodo. Existe también otra posibilidad, a saber, que el agotamiento del efecto de entrenamiento sea debido bien al agotamiento del sistema de control nervioso y de los sistemas endocrinos, o bien a mecanismos responsables de la movilización de los materiales "constructivos" para la síntesis proteica de adaptación. Sin embargo, los estudios de fisiología prueban que existen alteraciones en las funciones endocrinas de los atletas, producidas por periodos prolongados de volumen o intensidad elevada de entrenamiento.

Por ejemplo, en natación, en ocho nadadores muy entrenados, diez días consecutivos de entrenamiento con cargas crecientes (la distancia diaria nadada aumentaba de 4'266 a 8'970 metros a una intensidad del

94% del VO_2 máx.) no causó un cambio progresivo de la potencia de brazada, en la prestación de velocidad y resistencia, en la capacidad aerobia y de la actividad de la citrato sintetasa del músculo deltoides. Pero cuatro atletas no fueron capaces de soportar este entrenamiento. Además de una disminución en la prestación de natación hubo una reducción importante en los valores de glucógeno muscular (Costill y otros 1988). En todos los sujetos los niveles de cortisol sérico y de creatinquinasa eran elevados. El aumento del nivel de las catecolaminas en la sangre fue poco importante (Kirwan y otros 1988). Con una semana de entrenamiento reducido las prestaciones de los nadadores mejoraron, a pesar de que la capacidad oxidativa disminuyó hasta el 50% en ese mismo periodo.

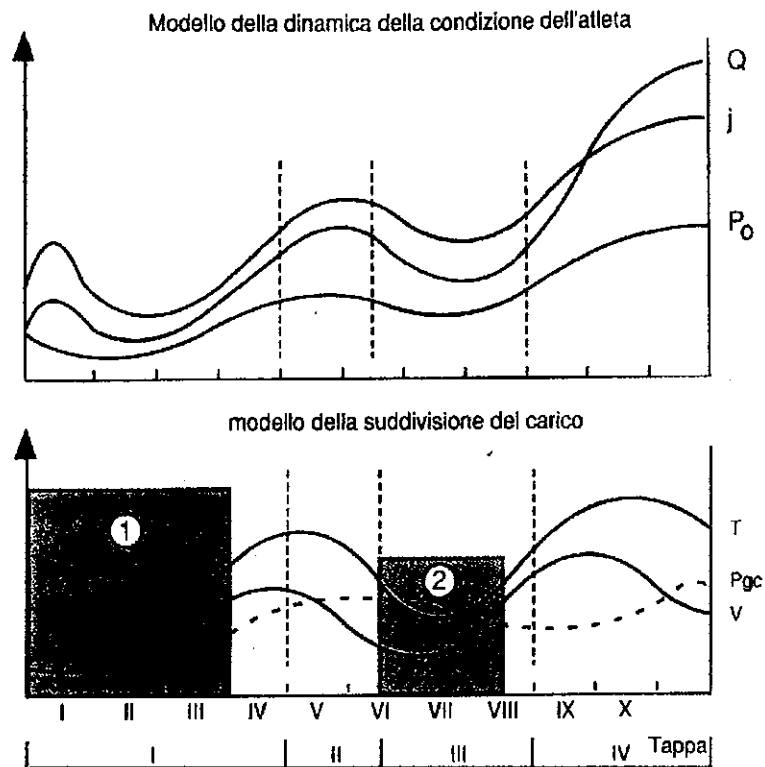


Figura 6.- Modelo general de la estructura del entrenamiento para los deportes de fuerza explosiva. Leyenda: Q, fuerza muscular inicial; J, fuerza explosiva; Po, fuerza absoluta; T, técnica; Pgc, preparación general condicional; V, velocidad; I, 1ª etapa de preparación; II, 1ª etapa de competición; III, 2ª etapa de preparación; IV, 2ª etapa de competición (Verchoshanskij 1985).

En una investigación realizada sobre ocho corredores expertos de mediofondo y de fondo un aumento brusco del volumen de entrenamiento de cuatro semanas de duración (de 85'9 a 174'6 km semanales) no produjo un aumento de las prestaciones. Durante el periodo de competiciones siguiente ninguno de ellos consiguió alcanzar su récord personal. Se registraron cambios importantes en las funciones endocrinas. También se produjo un aumento del nivel de noradrenalina en igualdad de cargas submáximas de trabajo en la ergometría con cinta transportadora. La excreción nocturna de dopamina, noradrenalina y adre-

nalina disminuyó de 28 a 30%, la excreción de cortisol en las 24 horas bajó un 70% con respecto a los valores base (Lehman y otros 1991). En otro estudios, sobre atletas practicantes de piragüismo, durante las siete semanas del periodo competitivo, disminuyeron el nivel sérico de testosterona y también la relación testosterona/cortisol. Estos cambios se redujeron a la mitad del periodo de competición mediante una fase de regeneración (Urhausen y otros 1987). Adlercreutz y otros (1986) sostienen que la relación plasmática testosterona libre/cortisol es un instrumento que permite controlar el entrenamiento. Y han propuesto considerar como criterio de exceso de cansancio conectado con una extrema prevalencia del catabolismo, una disminución de esta relación superior al 30% o una disminución inferior a $0,35 \times 10^{-3}$. Por otra parte la correlación entre los cambios en el nivel de testosterona y la eficacia del entrenamiento en levantadores de pesas de alto nivel se utilizó para un modelo provisional en el que el nivel sanguíneo de testosterona podía utilizarse para hacer una previsión sobre los progresos en el mejoramiento de la fuerza (Busso y otros 1990).

Para concluir, se aconseja tener en cuenta estos postulados de la estrategia de entrenamiento:

1. durante el periodo de preparación a largo plazo en el deporte de alto nivel, se debe organizar el entrenamiento distribuyendo las tareas relativas según las peculiaridades del desarrollo ontogénico. Hay que poner un acento especial en los periodos críticos del desarrollo;
2. el planteamiento del macrociclo anual debe seguir estrechamente el plan a largo plazo. Como consecuencia se debe poner el acento en los cambios planificados en el organismo y en el desarrollo programado de las capacidades físicas durante un año determinado;
3. existen límites en la intensidad de adaptación del organismo al entrenamiento. La capacidad de adaptación se debe restablecer con recuperaciones adecuadas (cargas de entrenamiento reducidas). Si se continúa con la misma intensidad de entrenamiento y compitiendo sin recuperación se llega al decaimiento de las prestaciones y desde luego al superentrenamiento;
4. la pérdida pasajera de capacidad de adaptación y su recuperación hacen indispensable la adopción de una estructura cíclica de entrenamiento. La estructura se basa en un cambio de las cargas de entrenamiento y en recuperaciones en los microciclos (4-7 días) y en los mesociclos (4-6 mesociclos) que forman un macrociclo;

5. es aconsejable dividir los periodos de competición prolongados en fases separadas para apurar mejor la capacidad de adaptación y tener tiempo para su recuperación;

6. las dos tareas principales de cada macrociclo son la creación de un potencial motor mayor y su realización en competición. La primera tarea se refiere a la respuesta a determinados estímulos cuantitativos; la segunda al mejoramiento de la técnica necesaria para sacar mayor provecho al nuevo nivel de capacidad física adquirido. Para crear nuevos niveles de potencialidad motora en atletas de alto nivel se aconsejan periodos (bloques) en los que las acciones de entrenamiento estén concentradas en una sola dirección.

UN NUEVO SISTEMA DE ENTRENAMIENTO EN LOS DEPORTES CICLICOS

Principios de metodología del entrenamiento en los deportes cíclicos a la luz de los nuevos descubrimientos de la ciencia biológica.

Autor: Jury V. Verchoshanskij, Instituto Central de Investigación sobre el deporte de alto nivel de la CEI, Moscú.

Después de una introducción crítica sobre las concepciones tradicionales del entrenamiento de la resistencia, se hace un resumen de los conocimientos actuales sobre los mecanismos fisiológicos que son la base de esta capacidad y que constituyen los presupuestos científicos que se ponen como fundamento de una nueva concepción del entrenamiento en los deportes cíclicos. El criterio principal de la resistencia no consiste prioritariamente en el consumo máximo de oxígeno sino en las modificaciones morfológico-funcionales que se producen a nivel celular en los músculos esqueléticos debido a su entrenamiento. Tratados los problemas del incremento de la velocidad en las locomociones cíclicas y la importancia de la relación entre frecuencia y amplitud de los movimientos, se pone de relieve el papel de la resistencia muscular local, considerado como el factor del cual depende principalmente la resistencia específica. El método más sencillo para su desarrollo es un entrenamiento especializado de la fuerza, al que se le concede una importancia similar a la que se atribuye a la carga específica en la distancia, de cuyos medios y métodos se han tomado en consideración la especificidad del régimen de trabajo muscular y de producción energética en los diversos deportes cíclicos. La idea central y la tarea principal en el desarrollo de la resistencia es la mejora de la capacidad oxidativa del músculo, ya que esto presupone un aumento eficaz de la capacidad aerobia del organismo. Por este motivo, el entrenamiento debe tener una dirección tal que produzca una especialización morfofuncional del organismo que reduzca al mínimo la

utilización de la glucólisis. Formulados los principios metodológicos sobre los que se debe basar la estructura del entrenamiento en los deportes cíclicos, se propone un modelo de un gran ciclo de entrenamiento. Este prevé, en la etapa de base, un trabajo sobre la distancia en el umbral anaerobio y una concentración de los ejercicios de entrenamiento especializados en la fuerza; en la etapa de precompetición un desarrollo de la velocidad gracias al aumento del volumen de las cargas sobre la distancia, con cargas y métodos que "modelan" el régimen de trabajo del organismo en condiciones de competición; y en la etapa final el uso predominante de las cargas de competición, que apuntan a un ulterior aumento de la velocidad, hasta alcanzar la velocidad récord.

En este trabajo se ha sintetizado todo el material de las investigaciones realizadas por el autor, por sus ayudantes de laboratorio y por sus colaboradores en el marco de la elaboración de una organización moderna del entrenamiento en los deportes y en las disciplinas cíclicas que requieren el desarrollo y el perfeccionamiento de la resistencia.

1. Concepciones tradicionales sobre la resistencia.

1. La resistencia ha estado siempre unida al fenómeno del cansancio del organismo. Como consecuencia, su desarrollo se ha visto siempre como un perfeccionamiento de la capacidad del organismo para oponerse a las condiciones de agotamiento. En otros términos, se la ha asociado al aumento de la estabilidad hacia los procesos negativos, que se producen en el interior del organismo del atleta, por un trabajo muscular agotador. Por esto se pensaba que la elaboración de los métodos para el perfeccionamiento de la resistencia debían partir, necesariamente, del estudio de las leyes que gobiernan el perfeccionamiento de la homeostasis en el organismo del atleta, en vez de la resistencia en sí misma.

2. Dado que la resistencia se concebía como la capacidad de oponerse al agotamiento, era una opinión extendida el que se desarrollara sólo en el caso en que el atleta fuera sometido a un alto nivel de agotamiento durante las sesiones de entrenamiento. Por lo tanto, la orientación principal del agotamiento apuntaba a crear una actitud motivacional dirigida a vencer las sensaciones desagradables que acompañan a la aparición de la fatiga y a enseñar a "sufrir".

3. El límite de la capacidad de prestación en los deportes en los que es necesaria la resistencia estaba unido a la hipoxia muscular producida por la carga y, como consecuencia, al aumento del nivel de con-

centración hemática de lactato y de otros productos del metabolismo anaerobio, que comporta una pérdida de las cualidades contráctiles de los músculos. La mayor resistencia hacia un trabajo submáximal se atribuía al aumento del consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx) y a un mayor aporte de sangre y de oxígeno a los músculos comprometidos en ese trabajo. Por esto, las primeras teorías, más bien primitivas y unilaterales, sobre la resistencia, la consideraban como una función de los sistemas respiratorio y cardiovascular, responsables de la reposición de oxígeno a los músculos interesados en la carga (en 1966 este proceso fue definido como "entrenamiento vegetativo", por V. M. Zaciorskij).

4. Se pensaba además que la capacidad aerobia (definida sobre todo por medio del VO_2 máx) constituye el índice principal del "entrenamiento vegetativo". Como factores limitantes del VO_2 se consideraban la funcionalidad del músculo cardíaco y el gasto cardíaco (volumen minuto). Dado que tales índices funcionales se desarrollan eficazmente por medio de diversos tipos de actividad muscular prolongada, el papel principal en el perfeccionamiento de la resistencia se atribuía a los "métodos de la distancia" (o métodos de carga prolongada, ndt). Durante muchos años el lema "para correr hay que correr" expresaba el pensamiento creativo de los entrenadores, guiándolos en la búsqueda de métodos de entrenamiento. Todos los otros medios, entre ellos los ejercicios de fuerza, se clasificaban entre los medios y métodos integrativos, o auxiliares, utilizados para la preparación general condicional (Pgc) y por lo tanto se les consideraba como poco importantes para los fines del desarrollo de la resistencia.

5. Se pensaba además que existían dos tipos de resistencia, una general y otra especial y que en la base de la primera hubiese un tipo de entrenamiento, poco específico, de tipo aerobio o "vegetativo" (esto es, determinado por los sistemas respiratorio y cardiovascular) caracterizado por una gran "transferibilidad".

Por esto se pensaba que su desarrollo no dependía de las formas externas del movimiento y que la adaptación podía llegar con el empleo de una extensa gama de medios, también específicos. La resistencia a una determinada actividad, se definía por el contrario como resistencia especial (Zaciorskij 1966).

6. Otra convicción era que la condición indispensable para el desarrollo de la resistencia consistía en el alcance, por parte del atleta, del nivel necesario de cansancio mediante una actividad muscular "global". Se daba como seguro que la resistencia muscular local no dependía de una notable activación de los sistemas respiratorio y cardiovas-

cular y que no influía sobre el desarrollo de la resistencia. Por consiguiente, según esa convicción, una alta resistencia para ejercicios localizados no implicaba la misma resistencia para ejercicios más globales. Por lo tanto, para el desarrollo de la resistencia general (entrenamiento vegetativo) se consentía el empleo de cualquier medio, incluso de aquellos que por su estructura motora estaban lejos de la disciplina deportiva del atleta (carrera campestre, natación, esquí de fondo, etc.) Para el perfeccionamiento de la resistencia especial, se aconsejaban los ejercicios de las disciplinas deportivas en las que estaba especializado el atleta (carrera para los corredores, natación para los nadadores, etc).

7. El desarrollo de la resistencia especial a las cargas submáximas se ponía en relación con la mejora de la capacidad glucolítica del organismo. Puesto que en este caso en los músculos comprometidos se tiene una concentración de productos finales del metabolismo, el cansancio muscular local se consideraba como un factor limitante de las capacidades de prestación del atleta. Por ello, para el desarrollo de la resistencia especial, se creía necesario realizar una determinada parte de los ejercicios específicos con una tasa elevada de concentración en lactato hemático con el fin de "habituarse" al organismo a la acidosis metabólica. La capacidad de los sistemas tampón del organismo se consideraba como uno de los factores fundamentales para el desarrollo de la resistencia.

8. En el ciclo anual de entrenamiento se recomendaba mejorar primero las capacidades respiratorias (resistencia general) y después las glucolíticas y alactácidas (resistencia especial). Esta sucesión se explicaba por el hecho de que la energía producida por la glucólisis sería utilizada durante la primera fase de restauración por la resíntesis del fosfato de creatina.

Por lo tanto, si las capacidades glucolíticas no están suficientemente desarrolladas, la velocidad de restauración del fosfato de creatina disminuiría reflejándose en el rendimiento del atleta (Zaciorskij 1966).

9. El perfeccionamiento de la resistencia se veía sobre todo por el aumento del consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx). En efecto, se pensaba que este índice revelaba el nivel de desarrollo de las funciones fisiológicas responsables de la absorción, transporte y utilización de oxígeno en el interior del organismo. Sin embargo, existen numerosos datos experimentales, según los cuales, como regla, el VO_2 máx disminuye durante la temporada deportiva y su correlación con los resultados de la prestación deportiva se hace menos acentuada; a pesar

de que sea acertado que los mismos resultados de alto nivel pueden alcanzarse por atletas con un VO₂ diferente (desde luego menor); y finalmente también si, en el último decenio, con el perfeccionamiento de las prestaciones deportivas no ha habido un aumento en el consumo máximo de oxígeno entre los atletas de alto nivel, la plena confianza en el entrenamiento vegetativo, como factor fundamental para la potenciación de la resistencia, no se ha alterado lo más mínimo.

Estas eran, a grosso modo, las teorías sobre la resistencia que han dominado durante años la metodología del entrenamiento y su desarrollo (Zaciorskij 1966; Ozolin 1970; Matveev 1977; Suslov 1982; Platonov 1987 y otros).

1.1. Conocimientos actuales sobre los mecanismos fisiológicos de la resistencia.

Pasamos ahora a ilustrar los recientes descubrimientos en fisiología y en bioquímica que han proporcionado nuevos datos utilizados en la formulación de nuevas teorías del entrenamiento. Junto a ellas recordaremos hechos y experiencias prácticas que en los años pasados fueron innmercidamente ignoradas.

La primera conclusión a que se llega, gracias a estos descubrimientos, es que la resistencia está determinada no sólo, y no tanto por la cantidad de oxígeno que llega a los músculos comprometidos, como por la adaptación de los mismos a una actividad intensa y prolongada. En esto se hace patente la naturaleza de la especificación morfológico-funcional del organismo durante el entrenamiento de resistencia. Esta se manifiesta concretamente en el mejoramiento de la potencialidad muscular, en condiciones aerobias o anaerobias. Además, la peculiaridad de la especialización morfológico-funcional del organismo consiste en el mejoramiento de la capacidad de producción de energía aerobia, o "capacidad respiratoria" de los músculos principalmente implicados en el trabajo, es decir una mayor y más completa utilización del oxígeno que llega al músculo para la resíntesis del trifosfato de adenosina (ATP). Los resultados de alto nivel en los deportes cíclicos pueden depender de la selección natural de atletas que genéticamente tengan músculos dotados de elevada capacidad "respiratoria", o bien puede ser el resultado de un entrenamiento racional capaz de desarrollar de un modo eficaz esa capacidad.

Los datos sobre la actividad muscular obtenidos por la fisiología y la bioquímica, dos ciencias que desempeñan un papel vital en la elabora-

ción de las teorías modernas sobre el entrenamiento en las disciplinas deportivas de resistencia, se pueden resumir así:

1.1.1. Sistema neuromuscular.

1. Un trabajo que requiere resistencia se desarrolla principalmente por las fibras musculares lentas oxidativas del tipo I. En el caso de agotamiento de las unidades motoras lentas, o durante un trabajo intenso, se pueden reclutar las fibras del tipo II (sobre todo las glucolíticooxidativas). Se supone que sea justamente la activación de las fibras musculares de contracción rápida la que provoca un aumento en la concentración de lactato. El alcance del umbral anaerobio coincide con el reclutamiento de las fibras musculares de contracción rápida.

2. El entrenamiento de la resistencia, gracias al aumento de las capacidades oxidativas de un mayor número de unidades motoras, provoca una disminución en la concentración hemática de lactato. Tanto en las fibras musculares de contracción lenta, como en las de contracción rápida, se asiste a una readaptación del metabolismo energético y a un aumento de la síntesis de las enzimas mitocondriales. En los atletas de alto nivel, la diferencia en concentración de enzimas mitocondriales entre las fibras del tipo I y del II es prácticamente inexistente. Por ello, a menudo es imposible distinguir las fibras musculares del tipo II B, ya que parece ser que haya una transformación completa de las fibras del tipo II B en fibras del tipo II A.

3. El entrenamiento produce un aumento de la intensidad de producción de energía en el músculo, producida a su vez por un incremento en el número o en las dimensiones de las mitocondrias y por la potenciación de la actividad de las enzimas mitocondriales por unidad de masa muscular. El aumento de la resistencia está relacionado sobre todo con el aumento del número de mitocondrias y de la capacidad oxidativa de los músculos y no con el valor del VO₂ máx. Con el entrenamiento la resistencia aumenta de tres a cinco veces, la cantidad de mitocondrias y la capacidad oxidativa de los músculos esqueléticos aumenta dos veces, mientras que el VO₂ máx sólo lo hace de un 10 a un 14%. Además, el aumento de las propiedades oxidativas de los músculos provoca una disminución porcentual de la glucólisis anaerobia en la producción de energía para un trabajo intenso como de la producción de lactato, lo que sin embargo hace posible que el organismo entrenado reduzca el consumo de glucógeno, o sea que lo economice, y que utilice en mayor proporción piruvato y ácidos grasos.

4. Un nivel muy alto en la intensidad de las cargas que no va acompañado por una concentración significativa de lactato:

a) constituye un índice informativo sobre la resistencia aun más importante que el VO_2 máx;

b) representa además el régimen de entrenamiento óptimo para su perfeccionamiento.

5. El lactato no se elimina del organismo solamente a través del miocardio y del hígado. En un cuerpo entrenado, los órganos principalmente responsables de la eliminación de lactato son justamente los músculos interesados en el esfuerzo. Con el entrenamiento se asiste a una reducción de la concentración de lactato en la ejecución de los ejercicios estándar. Esta reducción sin embargo no está causada tanto por la disminución de la producción de lactato por parte de los músculos, como por el aumento de la velocidad con que el lactato es eliminado por ellos.

6. Para favorecer el aumento de las propiedades oxidativas de las fibras musculares de tipo I, es eficaz una carga de entrenamiento larga y continua transmitida preferentemente a una velocidad de umbral anaerobio. Y viceversa, para mejorar las propiedades oxidativas de las fibras musculares del tipo II es preferible un entrenamiento a intervalos, de intensidad superior o igual al VO_2 max. Por lo demás después de una preparación preliminar de las fibras del tipo I, este método de entrenamiento puede ser eficaz para potenciar las capacidades aerobias, tanto como el método de cargas prolongadas.

7. En el entrenamiento de resistencia las transformaciones metabólicas y morfológicas en los grupos musculares comprometidos tienen carácter local. En particular se ha demostrado que el contenido de mioglobina aumenta sólo en los músculos empeñados directamente en el ejercicio y que la adaptación se produce tan sólo en las fibras musculares implicadas en la contracción.

8. El grado de aumento de las propiedades oxidativas de los músculos y el número de mitocondrias están en función sobre todo del volumen total de actividad contráctil. Su nivel puede elevarse haciendo un gran número de contracciones en un lapso de tiempo determinado, o bien manteniendo la misma frecuencia de las contracciones por un periodo de tiempo mayor, o aun por medio de un trabajo muscular local y medido, efectuado contra la resistencia externa dosificada adecuadamente.

1.1.2. Función del fosfato de creatina.

Pasemos ahora a aclarar otra característica importante de la producción de energía que fue descubierta durante la actividad muscular de larga duración y de diferente intensidad.

Según las teorías tradicionales, la función del mecanismo creatinofosfórico de resíntesis del ATP cesaría ya al comienzo de un trabajo intenso y la demolición anaerobia del glucógeno, acompañada de la producción de lactato no se produciría hasta que no se hubieran agotado las reservas de fosfógeno. Sin embargo, los estudios realizados sobre el sistema del metabolismo energético del miocardio y después sobre los músculos esqueléticos (Sachs, Voronkov 1974, 1977; Sachs y otros 1978, 1979) ampliaron las teorías sobre el papel desarrollado por el fosfato de creatina en la reposición de energía durante una actividad muscular intensa. Mientras que antes se veía el transporte intracelular de energía como un simple proceso de difusión del ATP desde las mitocondrias hasta los centros activos de la miosina, ahora parece evidente que el mecanismo del fosfato de creatina funciona como "vector" universal de la energía desde los centros de producción (mitocondrias y citoplasma) hasta los lugares en los que se utiliza (miofibrillas). Puesto que las membranas mitocondriales no son penetradas por el ATP, sino que por el contrario lo son por el fosfato de creatina, que no contienen, este último constituye el vehículo de los grupos fosfáticos macroenergéticos de las mitocondrias al sarcoplasma y viceversa. En cuanto el fosfato de creatina cede su grupo fosfático al difosfato de adenosina extramitocondrial, la creatina penetra en las mitocondrias donde recibe el grupo fosfático del ATP que se ha formado allí. Por consiguiente, el fosfato de creatina vuelve al sarcoplasma donde se produce de nuevo la reacción entre las fosfotransferasas y el ADP, resintetizando el ATP. Este proceso se repite sin interrupción y su intensidad varía según sea la relación ADP/ATP en el sarcoplasma; cuanto mayor sea el consumo de ATP y el aumento de contenido de ADP, mayor será la intensidad de este proceso.

Por consiguiente, puesto que la función de transporte de energía a los músculos por parte del fosfato de creatina se hace más intensa, a igualdad de actividad física y de consumo de O₂ la velocidad de la glucólisis en los individuos bien entrenados a la resistencia es inferior con respecto a los poco entrenados. Esto a su vez causa una moderación de la velocidad de agotamiento de las reservas de glucógeno muscular y de formación de lactato en las cargas submaximales.

A grosso modo, estos nuevos datos sobre el papel universal de la función del fosfato de creatina (CP) en el transporte de energía por la contracción muscular durante la fase de la fosforilización aerobia han ampliado los conocimientos sobre la actividad energética muscular. Los mecanismos que regulan esta actividad parecen ser no obstante mucho más complejos que los descritos en el tradicional esquema lineal de la sucesión de los procesos creatinofosfóricos, glucolíticos y oxidativos de la resíntesis del ATP (Margaria y otros 1963; di Prampero 1980). De esto se deriva la exigencia de buscar medios y métodos no tradicionales, más eficaces, para favorecer el desarrollo adecuado del mecanismo del fosfato de creatina y potenciar su función de vector de energía en las disciplinas deportivas en las que el factor principal está constituido por el sistema energético, localizado en las mitocondrias.

Todo esto es particularmente importante para el desarrollo de la resistencia muscular local, de la que depende en gran medida la resistencia especial en los deportes de resistencia (Verchoshanskij, Ciarieva 1983, 1985). La posibilidad de activar la función de vector de energía desempeñada por el fosfato de creatina por medio de un trabajo especial de fuerza a intervalos, ha sido demostrado experimentalmente. En uno de los experimentos realizados para este fin, un grupo de esquiadores debía efectuar un ejercicio para la fuerza rápida de los miembros superiores en un régimen de trabajo a intervalos y con el empleo de máquinas de entrenamiento especiales, del tipo inercial. Otro grupo (de control) utilizaba los aparatos y los métodos que se emplean normalmente para los ejercicios de fuerza rápida de los músculos del cinturón escapular y de los miembros superiores. Para controlar las variaciones producidas en la capacidad especial de prestación de los atletas, se registraron los índices biomecánicos y bioquímicos de la actividad máxima de los miembros superiores en las máquinas con una duración de 10 segundos y de 5 minutos, así como los índices relativos a la distancia de 7'2 km recorrida con esquí rulo. El control bioquímico comprendía la observación de la dinámica de la concentración de lactato y de fósforo inorgánico respectivamente en la sangre capilar y en el plasma, bien antes de la ejecución de diversas pruebas, o bien en el tercer minuto del periodo de recuperación.

El resultado del entrenamiento, en el grupo experimental, fue un notable aumento de la potencia absoluta y de la relativa al décimo segundo de actividad de las articulaciones superiores. Después de la ejecución de la prueba, en ambos grupos, se encontró una disminución significativa del lactato, mientras que sólo en el grupo experimental se pudo advertir un aumento importante en la concentración de fósforo inorgánico. En los cinco minutos de trabajo máximo de las articulaciones superiores, en ambos grupos, se observó un aumento de la po-

tencia absoluta y relativa, mientras que el aumento de la cantidad de lactato se registró solamente en el grupo de control. El incremento de la cantidad de fósforo inorgánico fue particularmente evidente en el grupo experimental. En los ejercicios con esquí rulo, la velocidad de carrera era mayor en el grupo experimental. Además la disminución de la concentración de lactato era notable, mientras que la cantidad de fósforo inorgánico en el plasma aumentaba. En el grupo experimental se encontró también una mayor velocidad de reacción de la ATPasa y una mayor desviación de la producción de energía para el trabajo de la prueba hacia la zona aerobia.

De todos los modos para la activación del mecanismo creatinofosfórico de producción de energía y para su unión con el sistema de transporte en el aparato contráctil de la célula muscular es posible el empleo de otros medios.

Con respecto a la natación, se demostró la eficacia de un entrenamiento con cambio de ritmo. Esto producía breves aceleraciones máximas hasta de 8 segundos durante una carga de natación prolongada a nivel del umbral anaerobio. Los intervalos entre las aceleraciones (disparos) se eligieron de modo que no permitieran a la concentración de lactato superar el nivel del umbral anaerobio. Los controles de los índices de incremento del fósforo inorgánico durante la aceleración demuestran que este método permite intensificar al mismo tiempo los mecanismos de fosforilización oxidativa y la actividad de shuttle (transbordador) del fosfato de creatina.

Una comprobación experimental de la eficacia de este método, basado sobre los resultados obtenidos con el uso de cargas crecientes y con el empleo de un número cada vez mayor de pasos en la piscina ergométrica, en la que se determinaba el lactato a cada paso sucesivo, reveló un aumento de la velocidad de natación en el umbral anaerobio y una adaptación de todas las zonas de intensidad (figura 1). Además los cambios de la variante E, eran notablemente superiores con respecto a los del grupo de control que realizaba un trabajo a nivel de umbral anaerobio a una velocidad de natación elegida individualmente, pero sin aceleraciones breves (variante K). Además se demostró que, mientras que el efecto de ahorro con un trabajo tradicional a nivel del umbral anaerobio se alcanza después de 4 a 5 semanas, en las pruebas realizadas durante nuestro estudio este efecto se puede observar ya después del decimocuarto día y permanece invariable también durante las dos semanas sucesivas.

La eficacia de este método de entrenamiento se verificó también en piragüismo y en la preparación de corredores de mediofondo

1.1.3. Sistema cardiovascular.

Es generalmente notorio que, durante el entrenamiento de la resistencia, en el organismo del atleta se realizan adaptaciones del sistema circulatorio que se manifiestan por medio de braquicardia, hipotonía e hipertrofia del miocardio. Otro índice característico está representado por el aumento del volumen cardíaco que, a su vez, está unido a una dilatación de las cavidades cardíacas, con aumento del volumen restante. Se produce también una hipertrofia funcional del miocardio. Naturalmente, todo esto lleva a un aumento del volumen sistólico y al incremento de la intensidad de contracción cardíaca que favorecen un vaciado más completo de las cavidades cardíacas con la utilización del volumen hemático restante. El volumen sistólico y la frecuencia cardíaca determinan el valor del índice integral hemodinámico, el volumen sanguíneo, cuyo grado de incremento influye notablemente en la eficacia de la actividad muscular. Pero en el desarrollo de una especialización funcional del organismo para el trabajo de resistencia desempeñan un papel extremadamente importante no sólo la hiperfuncionalidad cardíaca, sino también los factores hemodinámicos.

La redistribución del flujo sanguíneo y el aumento de su intensidad en los músculos comprometidos en el esfuerzo no sólo sirve para satisfacer su necesidad de oxígeno sino también para la eliminación de los metabolitos anaerobios.

El desarrollo de la microcirculación, debida a la expansión de las redes capilares en los músculos esqueléticos que desempeñan el trabajo principal, aumenta la superficie de contacto entre la sangre y el tejido muscular, reduciendo a la vez la resistencia vascular periférica. Así, mientras la densidad de los capilares del músculo del muslo de un sujeto no entrenado es igual en valor medio a $325/\text{mm}^2$, en un sprinter es de unos $500/\text{mm}^2$. La mayor densidad capilar es típica de las fibras musculares lentas. Las reacciones vasculares están consolidadas de tal forma que, en los atletas de alto nivel, se presentan no sólo con las cargas específicas de su disciplina deportiva, sino también con otras cargas físicas. Estas reacciones vasculares diferenciadas, que aseguran la redistribución eficaz del flujo sanguíneo, naturalmente, durante el periodo deportivo se desarrollan, por efecto de una carga específica voluminosa efectuada durante el periodo preparatorio. El estudio de la hemodinámica de los atletas demostró que las reacciones vasculares que favorecen la hiperemia de esfuerzo, mejoran con un ligero retraso

con respecto al aumento del consumo máximo de oxígeno. Así, mientras que en el ciclo anual la variación porcentual media del $\text{VO}_2^{\text{máx}}$ en los atletas de alto nivel (patinadores) es igual a 5-10%, la reacción del círculo periférico regional se encuentra a niveles mucho más altos (del 50 al 250%). A continuación, las reacciones vasculares típicas de las diversas disciplinas deportivas se producen sólo si se utilizan ejercicios especiales y no cargas de desarrollo general. Además, las reacciones vasculares favorables para el mantenimiento de la hiperemia de esfuerzo se producen antes y se manifiestan de modo más evidente bajo el influjo de cargas de intensidad relativamente baja.

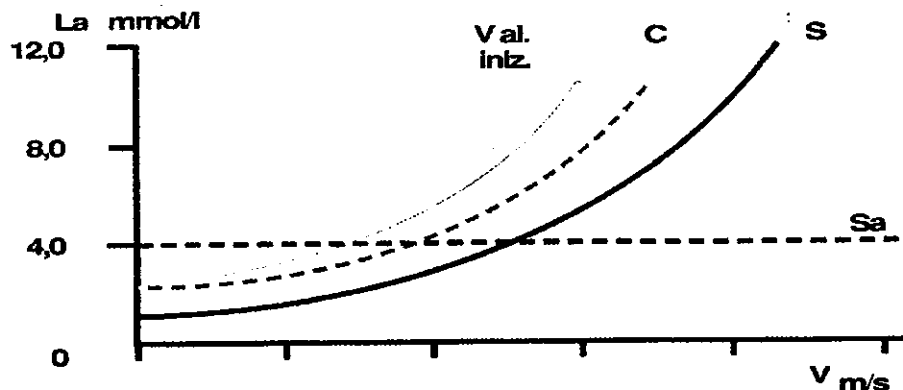


Figura 1.- Dinámica de la concentración de lactato en nadadores del grupo experimental (E) y del grupo de control (C) en un incremento gradual de la carga (Sa = umbral anaerobio). (La mmol/l = lactato mMol/litro - V al. iniz. = volumen de entrenamiento inicial.)

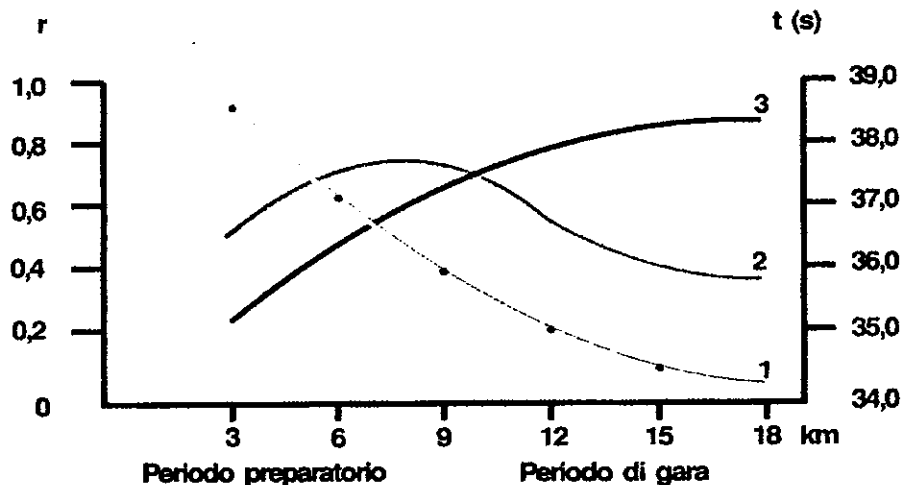


Figura 2.- Modificación del rendimiento en el ciclo anual sobre los 25 km (1) de atletas que practican ciclismo en carretera y variaciones de su relación con el $\text{VO}_2^{\text{máx}}$ (2) y con la velocidad máxima de circulación sanguínea en las extremidades inferiores (3) (ver Mellenberg 1981). (Periodo de gara = Periodo de competición.)

Por ejemplo (figura 2) en una prueba sobre 25 km, en ciclismo sobre carretera, el perfeccionamiento de la prestación (1) está acompañado por una disminución del valor del $\text{VO}_2^{\text{máx}}$ y de su correlación con el resultado de la competición (2) y viceversa, de un aumento del valor del pico circulatorio en las articulaciones inferiores y de su correlación con la prestación (3).

Además, en el periodo de competición, se observa una reducción del volumen sistólico y de la actividad cardíaca, lo que es índice de un ahorro de actividad cardiovascular. Se crean así las condiciones para una reposición económica de energía, por la disminución del volumen de las reacciones glucolíticas y como consecuencia, por una menor dependencia de las capacidades funcionales del organismo del nivel del VO_2 máx. Probablemente es este fenómeno la causa principal de la disminución del VO_2 máx en el periodo de competición, observada frecuentemente en el curso de diferentes estudios.

Esto demuestra lo equivocado que es el dividir la resistencia en general y especial. En un esfuerzo de resistencia, las transformaciones adaptativas morfológico-funcionales de todos los sectores vitales del organismo son siempre concretas, específicas, interdependientes y proporcionales a la destreza del atleta (es decir, son tanto mayores cuanto más elevada sea ésta).

Estas adaptaciones no son resultado de un "transfer" del condicionamiento obtenido con otras actividades musculares y se producen solamente con regímenes de trabajo específicos.

1.1.4. Adaptación del organismo del atleta a actividades musculares intensas.

Una actividad muscular intensa, que hace indispensable un desarrollo de la resistencia, constituye el factor de adaptación que determina la especialización morfológico funcional del atleta.

Por especialización morfológico funcional se entiende la adquisición, por parte del organismo, de características de adaptación estables, que dependen de la especificidad del deporte practicado y de sus condiciones.

Las características cualitativas y los índices cuantitativos de estas adquisiciones representan la expresión exterior y más evidente del proceso de adaptación, que está en la base del mejoramiento de la condición física del atleta. Además reflejan el carácter específico de ese mejoramiento, que depende del tipo de actividad deportiva y de las particularidades de su marcha y desarrollo en el tiempo.

Las transformaciones adaptativas se realizan en todos los sistemas vitales del organismo sin ninguna excepción. Sin embargo, a veces se encuentra sin esfuerzo una aceleración en los ritmos del mejoramiento funcional de estos sistemas interesados principalmente en la realiza-

cion de la prestación deportiva. En este fenómeno encontramos una posibilidad favorable para el estudio de las leyes generales y específicas que regulan el proceso de adaptación durante una actividad deportiva (Verchoshanskij 1973). En los deportes cíclicos el proceso de adaptación se desarrolla en cuatro direcciones principales estrechamente relacionadas entre sí:

- desarrollo de la resistencia muscular local (perfeccionamiento de las cualidades contráctiles, oxidativas y elásticas de los músculos);
- perfeccionamiento funcional de todos los sistemas fisiológicos del organismo, que garantizan la actividad muscular y su mantenimiento relativo;
- aumento del potencial energético específico del atleta (es decir de la potencia y de la capacidad de sus mecanismos energéticos);
- mejoramiento de la capacidad del atleta para realizar su potencial motor en condiciones de competición.

El estudio de las condiciones que regulan el desarrollo de los procesos de adaptación durante la actividad deportiva se concentra principalmente en los factores siguientes:

1. El organismo dispone en todo momento de determinadas potencialidades de reserva, o bien de la capacidad de responder a los estímulos externos mediante una reestructuración de los procesos de adaptación, pasando así a un nuevo nivel funcional de capacidad motora. La capacidad de esta reserva actual de adaptación es sin embargo limitada y en general está determinada por el nivel de adaptación absoluta al que se encuentra sometido el organismo. Por lo tanto, la intensidad, el volumen y la duración de los estímulos de entrenamiento, indispensables para la completa consecución del potencial de adaptación efectivo, tienen también una amplitud correspondiente. En efecto, si estos elementos son inferiores con respecto a los valores mínimos, no se realizará la reserva actual de adaptación; en caso contrario, es decir si son superiores, se tendrá un agotamiento excesivo de las reservas. De todos modos, en ambos casos, el efecto del entrenamiento será muy limitado. Por este motivo una estructura racional y eficaz del entrenamiento debe garantizar la plena realización de la reserva de adaptación existente por parte del organismo, por medio de cargas cuantitativamente adecuadas, que son objetivamente necesarias, con un volumen y un marco organizativo correcto (Verchoshanskij, Viru 1986).

Con las cargas de entrenamiento que actualmente utilizan los atletas, el periodo óptimo para el aprovechamiento de la reserva actual de adaptación es de unas 20 a 24 semanas.

2. Un papel muy importante para el desarrollo de la resistencia, lo desempeña la reestructuración de los sistemas de regulación hormonal de la actividad muscular, es decir, de los sistemas simpatoadrenalítico e hipofisoadrenocortical. Las funciones principales de estos dos sistemas consisten en la movilización y redistribución selectiva de las reservas energéticas a los órganos y tejidos sometidos principalmente a la carga, así como en la regulación de los procesos plásticos y en la creación de bases estructurales para una adaptación del organismo a una actividad muscular intensa a largo plazo.

Los sistemas arriba señalados determinan la capacidad de las reservas de adaptación existentes en el organismo y, como consecuencia, la duración óptima de los estímulos de entrenamiento intensos, es decir de desarrollo y también la amplitud de las transformaciones funcionales relativas. Si se parte de esto, una estrategia general de subdivisión y organización de las cargas de entrenamiento, debe garantizar la creación de condiciones que favorezcan la realización de las leyes de desarrollo de los procesos de adaptación del organismo (Viru 1981).

3. Los sistemas vitales del organismo se caracterizan por inercias adaptativas diversas, es decir de velocidades diversas en la realización de los cambios producidos por la adaptación. Por ejemplo, los sistemas vegetativos (respiratorio y cardiovascular) reaccionan más rápidamente que el aparato muscular con cambios adaptativos a las condiciones de un entrenamiento basado en ejercicios cíclicos que requieren la adquisición y el desarrollo de la resistencia.

4. Más concretamente las diversas inercias adaptativas se manifiestan mediante la heterocronía del proceso de especialización morfológico-funcional de los diferentes sistemas vitales del organismo, es decir mediante una duración diferente de la activación y mejoramiento de las reestructuraciones adaptativas.

5. Controlar la marcha del proceso adaptativo, significa crear las condiciones necesarias para el funcionamiento de sus mecanismos. Prácticamente ese control debe prever necesariamente la creación de estímulos de entrenamiento para garantizar:

- la plena realización de la reserva existente de adaptación por parte del organismo, sin que se introduzca una sobrecarga de sus funciones;
- la activación equilibrada de los procesos energéticos (que favorecen las funciones motoras) y plásticos (responsables de las reestructuraciones de tipo morfológico) en el interior del organismo;
- una determinada sucesión del empleo de los ejercicios y las cargas en direcciones de entrenamiento precisas, encaminadas a perfeccionar cualquiera de los sistemas vitales del organismo que tengan en cuenta la heterocronía real en sus reacciones de adaptación.

2. Presupuestos científicos como base de elaboración de una concepción de sistemas de entrenamiento en los deportes cíclicos.

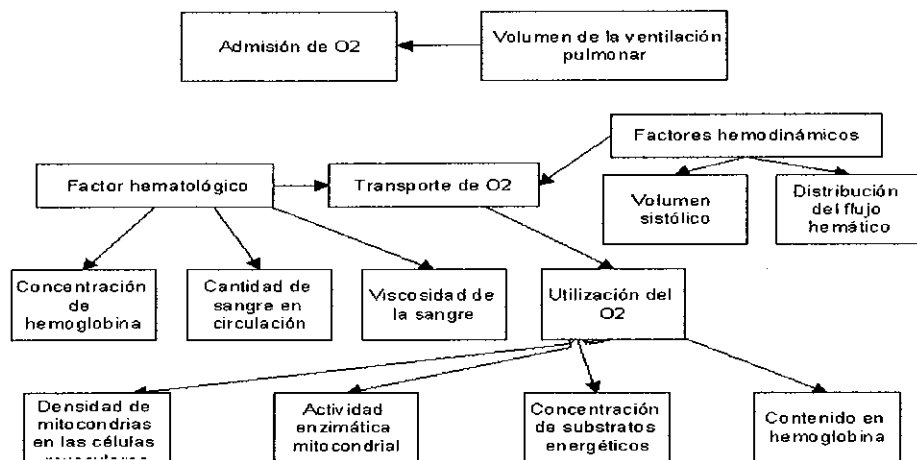
El examen de los datos anteriormente comentados demuestra cómo son infundadas e inadecuadas desde el punto de vista práctico, las teorías sobre el entrenamiento vegetativo de las que hablábamos antes, según las cuales la reducción del nivel de concentración de lactato y el mayor rendimiento de las cargas submáximas de los atletas que se entrenan en resistencia, estarían basados en el aumento de la aportación de O₂ a los músculos interesados en la carga.

Los últimos descubrimientos en el campo de la fisiología y de la bioquímica revolucionaron estas teorías, demostrando cómo el mecanismo fisiológico de la resistencia está situado profundamente en el interior de las células musculares. De esto se deduce que el entrenamiento tolera sobre todo modificaciones primarias, específicas, a nivel celular en los músculos esqueléticos, a las que les siguen las modificaciones secundarias, adaptativas, en la sangre, en el sistema cardiovascular y en otros sistemas.

El efecto de un trabajo y de una velocidad determinada que requiera resistencia, está garantizado no sólo y no tanto, por el aporte de oxígeno a los músculos comprometidos, como por la capacidad de los músculos para utilizar con eficacia el oxígeno que les llega y de emplearlo en los procesos metabólicos que liberan la energía necesaria para el trabajo.

Así pues, el efecto de incremento de un trabajo que requiere resistencia, es el resultado del desarrollo de la capacidad de las células musculares y de sus mitocondrias, para extraer un mayor porcentaje de oxígeno de la sangre arterial. Para ello, las mitocondrias de los mús-

culos esqueléticos y más precisamente sus membranas internas, representan la "última instancia" en la cascada del metabolismo oxidativo (llamada sintéticamente "cascada del O₂"), que determina la capacidad del organismo para utilizar el oxígeno durante una actividad muscular intensa (figura 3).



FACTORES INTERNOS DE LA CELULA

Figura 3.- Esquema de la cascada de oxígeno en el organismo.

Se puede alcanzar una resistencia altamente específica solamente si la capacidad de utilización del oxígeno está bien desarrollada y equilibrada en todos los niveles de la cascada del oxígeno, de forma tal que no se limite el funcionamiento de todo el sistema.

Es importante recordar que según sea el "alcance" de la cascada, aumenta la inercia adaptativa de los niveles relativos. En otras palabras, aumentan tanto la intensidad como la duración y la especificidad de los estímulos de entrenamiento, que son indispensables para garantizar las necesarias transformaciones adaptativas de los sistemas fisiológicos relativos. Al mismo tiempo aumenta también la especificidad de las transformaciones adaptativas y esto indica la importancia de la elección de interacciones (estímulos) de entrenamiento adecuadas.

En este sentido es necesario dedicar una atención especial al último nivel de la cascada del oxígeno que está ligado al mejoramiento de la respiración tisular. En este punto está claro que reducir los factores que determinan la resistencia a los sistemas vegetativos, la errada valoración del papel de la especialización morfológico-funcional del sistema muscular y considerar la hipoxia muscular como condición principal que limita el rendimiento, constituyen errores fundamentales. Sobre todo porque si se asume este punto de vista superado, se llega a la conclusión de que si el nivel de entrenamiento vegetativo se desarrolla gracias al empleo de diversos tipos de actividad muscular pro-

longada, entonces el papel fundamental en el perfeccionamiento de la resistencia corresponde a los medios de la carga prolongada (métodos de la distancia). Estos métodos encierran enorme potencialidad (francamente ilimitada), para incrementar los estímulos de entrenamiento de los sistemas vegetativos y hormonales del organismo. Sin embargo, especialmente en niveles de alta destreza deportiva, esos métodos son poco eficaces para el desarrollo de las cualidades funcionales de los músculos esqueléticos (resistencia muscular local).

En un entrenamiento sobre la distancia, los músculos se adaptan muy rápidamente a la carga, por lo que pronto disminuyen los factores de desarrollo. Se consigue una discrasia entre las cualidades del aparato muscular y las del sistema vegetativo, que aminora los progresos en los resultados.

Un aumento mecánico del volumen de trabajo sobre la distancia, en el que los entrenadores inexpertos pongan sus esperanzas de éxito, no elimina en absoluto esta carencia y sólo ocasiona un gasto de energía inútil por parte del atleta.

Por esto, para hacer que las cualidades funcionales de los músculos estén a la altura de lo que se les pide y para que se correspondan con los niveles de los sistemas vegetativos, es indispensable que en el entrenamiento se creen las condiciones favorables para la producción de estímulos para los músculos, que sean mayores con respecto a los estímulos proporcionados por los métodos de la distancia.

Esta función se desarrolla con los medios de la preparación especial condicional (PSC).

Además, la sobrevaloración de los métodos de la distancia esconde un peligro, que puede transformarse en una verdadera y particular amenaza para la obtención de resultados deportivos. Por ejemplo, en el caso en que el entrenamiento se intensifique antes de tiempo, o bien cuando la velocidad de los métodos de la distancia se aumenta de forma incontrolada. Esto provoca una activación prematura del metabolismo glucolítico, una sollicitación prematura (en cuanto no ha sido preparada) y excesiva de las principales funciones del organismo y la activación de mecanismos de producción de energía poco eficaces.

Primero se introduce este tipo de trabajo y cuanto mayor sea su volumen, más aumentarán las probabilidades que limiten las posibilidades de obtener progresos en la prestación deportiva.

Sin embargo, con esto no queremos disminuir el papel desempeñado por los métodos de la distancia, todo lo contrario. Queremos solamente subrayar que no nos podemos limitar solamente a estos métodos.

Por el contrario, es indispensable introducir además otros medios capaces de garantizar el desarrollo de la resistencia a la distancia.

2.2. Velocidad de las locomociones cíclicas.

Es lógico suponer que debe mejorarse la velocidad mediante un trabajo en velocidad y, en la práctica, a menudo es eso lo que ocurre. Sin embargo, como ya hemos explicado anteriormente, una carga especial de velocidad dirigida al aumento de las velocidades individuales en la ejecución de un ejercicio (de competición) debe ser también muy intensa y específica. De esto se deriva el problema de establecer en qué periodo del ciclo anual tiene que estar colocado este tipo de trabajo y cuál deberá ser su papel en el sistema general de entrenamiento. El empleo de un régimen de entrenamiento orientado sobre la velocidad (de competición) implica una intensificación de todo el proceso de entrenamiento. Esto es posible sólo en determinadas fases y si ha habido una preparación funcional previa del organismo y del aparato neuromuscular.

Ya se sabe que la falta de preparación para un trabajo intenso y rápido es la causa de reacciones asténicas que protegen el organismo de variaciones bruscas en el equilibrio ácido-básico, que prodrían perjudicarlo. Las cargas que requieren un contenido de energía anaerobia alto, en atletas insuficientemente entrenados para este tipo de trabajo, suponen un exceso de carga para la función cardiaca y un engrosamiento de las paredes de las arterias, que obstaculiza el mejoramiento de la circulación periférica y hace más difícil la actividad cardiaca; factores que a su vez pueden causar la distrofia del miocardio.

Todo esto no sólo limita la posibilidad de mejorar la velocidad (de competición), sino que también provoca consecuencias muy negativas. Un trabajo de velocidad intenso durante la fase preparatoria, aunque mejore los resultados por un tiempo limitado, no crea los presupuestos para que estos resultados mejoren después. Aquí se produce una situación contradictoria porque, por un lado el desarrollo de la velocidad requiere un trabajo específico y muy intenso; por el otro, un incremento prematuro de la velocidad influye negativamente en el desarrollo del estado de entrenamiento, anula el carácter de sistematicidad del entrenamiento y crea condiciones desfavorables para la adaptación del sistema cardiovascular a una actividad muscular intensa. Al mismo

tiempo, un trabajo de larga duración y de intensidad moderada lleva a una mayor economía de la actividad cardiovascular, respiratoria y de los restantes sistemas del organismo. Por eso si se reduce el nivel de esfuerzo de la función cardíaca, disminuye notablemente la probabilidad de distrofia del miocardio y se crean con ello las condiciones favorables para la formación de reacciones vasculares periféricas y de una hemodinámica adecuada. Por lo tanto es evidente la eficacia de una organización del entrenamiento que prevea de antemano un incremento del volumen cardíaco, y a continuación, el aumento de intensidad de la función contráctil del corazón. Esto último se consigue gracias a un aumento continuo de la intensidad de las cargas de entrenamiento.

Por lo tanto no se debe empezar un trabajo de intensidad elevada antes de haber consolidado de forma estable las diferentes reacciones vasculares periféricas, es decir no antes de la etapa de carga especial elevada (preparación inmediata a la competición).

Estas afirmaciones demuestran que la velocidad de un ejercicio cíclico es el resultado del aprendizaje de una técnica racional y de una preparación condicional especializada, además de un entrenamiento específico de velocidad. Es casi superfluo repetir cómo están todos estos factores ligados estrechamente entre sí. El enfoque metodológico y en particular la sucesión y correlación de todos estos factores requieren una notable habilidad (por parte del entrenador).

En este caso lo más importante es conseguir organizar el proceso de entrenamiento de tal forma que el trabajo para el aumento de la velocidad no esté limitado por las capacidades técnicas y funcionales del atleta y que no interfiera con el perfeccionamiento de la técnica o con la solución de las tareas de la PSC.

Si partimos del caso ideal, en el que la técnica del atleta no presenta ningún problema, la solución de una situación tan compleja podría buscarse en dos variantes de la organización del entrenamiento.

En la primera de estas dos variantes (figura 4A) hay una alternancia entre etapas relativamente breves con una dirección principal sobre la PSC, o sobre el incremento de la velocidad en el ejercicio de competición. Se trata de una alternativa ampliamente utilizada en la práctica y permite aumentar la velocidad sobre la distancia sobre la base de un aumento gradual del nivel de PSC en el atleta. Su ventaja indudable está en el hecho de que existe una elevada probabilidad de que el atleta alcance el máximo de su forma en el momento preciso. Sin

embargo el paso sistemático de un tipo de trabajo al otro, quita la posibilidad de profundizar en la solución de todas las tareas. En efecto, se demuestra que es difícil el control de las modificaciones sustanciales y a largo plazo en la PSC. El aumento de la velocidad puede resultar de poca importancia, porque el porcentaje de cargas intensivas en el sistema general de entrenamiento es demasiado elevado.

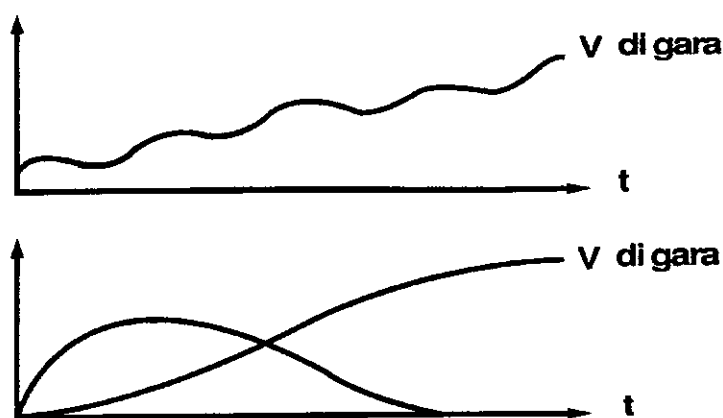


Figura 4.- Variantes posibles en el incremento de la velocidad sobre la distancia en el ciclo anual con respecto a la organización de la PSC.
(V de gara = velocidad de competición.)

Desde este punto de vista la segunda variante (figura 4B) proporciona perspectivas de una gran mejora con el tiempo. Esta variante se basa en el principio del aumento planificado de la velocidad sobre la distancia sobre la base de un mejoramiento precedente, extremadamente preciso, de la PSC del atleta, que crea los presupuestos funcionales necesarios para un trabajo a velocidad máxima (de competición).

Por consiguiente, el aumento del nivel de PSC debe preceder al aumento de la velocidad evitando así un exceso de sollicitaciones funcionales en el organismo.

Por lo tanto, durante la fase preparatoria (con los medios de la PSC), se mejora no tanto la velocidad de ejecución del ejercicio de competición, como la capacidad del organismo del atleta de trabajar a velocidad elevada. Esto crea las bases coordinativas y energéticas para obtener de forma planificada nuevos niveles de velocidad en el ejercicio de competición. Por consiguiente mientras que los medios de la PSC tienen como finalidad una intensificación del régimen de trabajo del organismo en general o de cada uno de sus sistemas funcionales que corresponden a las necesidades específicas de la actividad de competición, el aumento sucesivo de la velocidad del ejercicio de competición debe garantizar la formación de una estructura funcional especializada. Esta estructura activa las capacidades motoras del organismo hacia un régimen de trabajo rápido, con una utilización eficaz y al mismo tiempo económica del potencial energético. Sin embargo, esta alterna-

tiva requiere un alto grado de capacitación y una gran experiencia por parte del entrenador. Se trata de requisitos indispensables para planificar la consecución de la forma física óptima del atleta en el momento oportuno. Además, hay que precisar que, a pesar del continuo aumento de la velocidad de ejecución del ejercicio de competición (ver figura 4B) la dinámica de este aumento tiene un carácter "en ondas" (cíclico).

Desde el punto de vista práctico esto implica un empleo periódico de niveles mayores de velocidad en el régimen de trabajo que está considerado como una condición indispensable para la intensificación planificada del trabajo de velocidad.

Sin embargo, repetimos, que el incremento de la velocidad debe ser dosificado y regulado cuidadosamente para no producir sollicitaciones excesivas y prolongadas en el organismo. Por este motivo, es conveniente utilizar tres niveles de velocidad sobre la distancia:

1º nivel:

velocidad límite (de competición): la consecución de este nivel se planifica sólo en el momento de las competiciones principales y representa al mismo tiempo el objetivo principal del entrenamiento;

2º nivel:

velocidad máxima: es el nivel que el atleta está en condiciones de alcanzar en un periodo determinado de la fase preparatoria y cuando su físico está en un buen nivel de acondicionamiento. Esto sin embargo no debe provocar una sollicitación excesiva de las funciones del organismo o causar alteraciones en la estructura del movimiento;

3º nivel:

velocidad óptima (submáxima): es el nivel en el que se desarrolla la mayor parte del volumen de entrenamiento sobre el ritmo.

La organización del entrenamiento debe prever un aumento planificado de la velocidad óptima para acercarse gradualmente a la velocidad límite, utilizando periódicamente la velocidad máxima, pero sin superar un determinado porcentaje en el volumen general de la carga de entrenamiento.

Si no se respeta esta sucesión metodológica durante el entrenamiento, se provoca una alteración de la secuencia racional de los estímulos de entrenamiento y una interrupción del proceso que lleva al aumento del

rendimiento especial del organismo del atleta, con todas las consecuencias que de ello se derivan.

2.3. Amplitud y frecuencia de los movimientos sobre la distancia.

Un papel particularmente importante para la velocidad de desplazamiento en los deportes cíclicos, lo desempeña la relación entre el ritmo de movimiento y la intensidad de la fuerza empleada, es decir entre amplitud y frecuencia de movimiento. La práctica nos proporciona numerosos ejemplos de utilización de diferentes relaciones entre la amplitud y el ritmo del movimiento. Y se piensa que los atletas bien entrenados llegan a encontrar espontáneamente la amplitud y la frecuencia óptimas del paso que requiere un consumo mínimo de oxígeno.

No obstante, algunas investigaciones sobre la materia demostraron que un paso más largo, una bogada más amplia, o un mayor pedaleo en el ciclismo, con la frecuencia óptima de movimiento, son más eficaces desde un punto de vista energético. Por consiguiente, basándose en estos datos, hay que examinar con mayor cautela el problema relativo a la relación entre amplitud y frecuencia del "paso" y la explicación de casos particulares.

En la búsqueda de métodos dedicados a incrementar la velocidad de las locomociones cíclicas no hay que fiarse de la elección espontánea de la relación óptima entre amplitud y frecuencia de paso. Una elevada velocidad de desplazamiento sobre la distancia requiere del atleta, además de la capacidad aerobia, un nivel alto de fuerza. Al corredor que debe obtener buenos resultados se le pide una gran fuerza explosiva para correr con elasticidad y con pasos largos. Por ejemplo, un razonamiento elemental sugiere que si para recorrer los 800 metros en 1 minuto 45'0 segundos es necesario correr los 100 m en unos 10'5 a 10'6 segundos, para obtener este resultado es indispensable disponer de un alto potencial de fuerza: 9 m y más de salto triple parado y 33 a 34 m de salto doble siempre parado. Además, el corredor debe poseer un alto nivel de resistencia muscular local que le permita mantener invariable la amplitud del paso sobre la distancia y conservarla aun en el tramo final, en condiciones de agotamiento. El principio según el cual hay que economizar energía en el impulso de salida y utilizar la energía en exceso, aumentando la frecuencia del movimiento está equivocado fundamentalmente.

Sin embargo, aun afirmando la eficacia de los "pasos" más amplios no hay que proceder en términos absolutos. En efecto para hablar de un paso más o menos largo hay que tomar en consideración también el

nivel de capacidad del atleta y la fase del ciclo anual. Con ese propósito, se ha observado una tendencia, según la cual con el incremento de la intensidad de trabajo y de la capacidad técnica, en las disciplinas cíclicas el aumento de velocidad se manifiesta, preponderantemente, primero en un alargamiento del "paso" y después en el aumento del ritmo de movimientos. Esta tendencia es típica incluso en el proceso individual de adquisición de la capacidad deportiva a largo plazo.

En vista de que un ritmo de movimiento elevado se revela menos eficaz desde el punto de vista energético, el factor principal, el primer recurso, para el aumento de velocidad en las locomociones cíclicas es el aumento de la amplitud del paso, que se obtiene por medio de un entrenamiento especial de fuerza. Solamente después de este tipo de preparación se puede empezar a buscar métodos apropiados para aumentar el ritmo (frecuencia) del movimiento.

2.4. Resistencia muscular local.

El desarrollo de la resistencia debida al entrenamiento está acompañado de una hipertrofia funcional del músculo, que ha sido estudiada suficientemente y está unida al mejoramiento de la capacidad de fuerza, de la fuerza rápida, de las capacidades oxidativas, de las elásticas y de otras cualidades. Esta hipertrofia tiene un carácter exquisitamente local, por lo que se observa en los músculos directamente comprometidos en el trabajo.

El carácter selectivo de la adaptación a un trabajo de resistencia de los músculos mayormente interesados en el ejercicio de competición, antiguamente se denominaba resistencia muscular local. Por desgracia, en el pasado los especialistas no interpretaban bien este concepto de "resistencia muscular local" (RML). Pero para poder clasificar bien la RML como factor fundamental que determina la resistencia sobre la distancia, se le debe considerar como un factor limitante del rendimiento del organismo, y ver también en ella un fenómeno inevitable que acompaña la actividad de resistencia .

Una de las condiciones más importantes para el desarrollo de la RML está representada por la intensificación de la actividad de las mitocondrias y de las enzimas mitocondriales por unidad de masa muscular. Por ello se observa un aumento de la capacidad de resíntesis oxidativa del ATP, aumentando la intensidad de utilización del piruvato, mientras que disminuye el nivel de su transformación en lactato, con lo que se reduce también la concentración de este último en los músculos esqueléticos y en la sangre. El mejoramiento de las capacidades

contráctiles de los músculos tiene un papel de particular importancia. Con el aumento de la intensidad de la fuerza empleada en el ejercicio aumenta también la amplitud del paso, el ciclo del movimiento se caracteriza por la creación de una estructura racional de fases y se realiza la relación óptima entre amplitud y frecuencia del paso. Además mejoran las propiedades elásticas y reactivas de los músculos, mejoramiento que se manifiesta en su capacidad de recuperar (restituir) la energía mecánica (en la carrera, el piragüismo, etc). Es sabido, por ejemplo, que en velocidades de desplazamiento muy económicas, en la carrera se recupera hasta un 60% de la energía mecánica global del cuerpo, mientras que sólo se emplea un 40% en el ciclo del paso. Un porcentaje que, naturalmente, en el ciclo sucesivo exige una recuperación, por medio de las fuentes metabólicas. La capacidad de los músculos de acumular energía está relacionada estrechamente con el resultado deportivo, por ejemplo, en las carreras de mediofondo, $r = 0'785$ y con su economía, $r = 0'870$.

Por lo tanto es indispensable dedicar una atención especial a los músculos que desarrollan la mayor parte de la carga, utilizando para su preparación estímulos de entrenamiento mayores con respecto a los métodos de la distancia. Por esto no se debe alcanzar en absoluto el agotamiento muscular local, sino que hay que esforzarse por encontrar el camino para eliminar las causas de que esto se produzca. Un camino es el ofrecido por el desarrollo de la RML por medio de los oportunos ejercicios de fuerza de los grupos musculares correspondientes, con el auxilio de los medios especiales de fuerza que sean adecuados.

Por ello es evidente el papel de la RML en los deportes en los que es indispensable mantener a largo plazo un determinado nivel de rendimiento específico. Así que no hay que hablar tanto del cansancio muscular local como factor limitante de la resistencia (entendida como función del entrenamiento "vegetativo"), sino más bien de la resistencia muscular local como factor del que depende principalmente la resistencia específica, en tanto que los ejercicios de competición no estén directamente realizados por los sistemas vegetativos, sino por los músculos que tienen cualidades funcionales que están propuestas justamente para eso.

Los métodos para el desarrollo deseado de la RML necesitan estudios experimentales ulteriores, no obstante podemos afirmar ya que existen algunos enfoques bastante eficaces que pueden resolver este problema, partiendo de determinados presupuestos, y de los que hablaremos ahora.

Los músculos se caracterizan por una inercia adaptativa mayor que la que tienen los sistemas vegetativos. Por lo tanto si se entrena exclusivamente con la carga sobre la distancia, es natural que las funciones vegetativas mejoren antes que la RML. Para poder aumentar de algún modo la RML, es decir para desarrollar las capacidades condicionales necesarias, son indispensables grandes volúmenes de carga sobre la distancia, con un trabajo poco eficaz. Sin embargo este método lleva más bien a un agotamiento de la reserva actual de adaptación, que a un incremento de la RML.

Para eliminar la falta de acuerdo entre las potencialidades funcionales de los sistemas vegetativos y las de los sistemas musculares, es más eficaz intensificar el régimen de trabajo de los músculos que desarrollan la mayor parte del trabajo durante el ejercicio de competición, que fiarse exclusivamente del volumen de entrenamiento sobre la distancia.

El modo más sencillo de hacerlo es usar los ejercicios especiales de fuerza. Aquí no pretendemos hablar de los medios y métodos utilizados por los levantadores de pesas o por los culturistas, sino de un entrenamiento especializado de la fuerza, o sea medios y métodos diferentes en principio, que toman en consideración la especificidad del trabajo muscular y como se produce la energía durante los ejercicios de competición de los deportes de resistencia.

Los primeros resultados de los estudios realizados para este propósito nos han permitido verificar la eficacia de alguno de estos métodos que favorecen, al menos en parte, la activación de la función de transporte de energía desempeñada por el fosfato de creatina durante la contracción muscular.

Método de la repetición:

En el método de la repetición, se repite un ejercicio con sobrecargas diversas, con tres regímenes de trabajo:

- a) con una sobrecarga preestablecida con respecto al máximo;
- b) con oposiciones (sobrecargas) progresivamente crecientes y
- c) "hasta el agotamiento", o sea hasta la interrupción del ejercicio.

En el primer caso se utilizan sobrecargas del peso de 10 RM (repeticiones máximas) (el peso o la oposición son tales que el máximo de las repeticiones que se pueden realizar es 10). En el segundo se prevé una serie de ejecuciones con un peso (u oposición) que permita 10, 5, 3 RM (ó 80, 90 y 95% del máximo). En el tercer caso se utiliza una sobrecarga o una oposición media (40% del máximo) que se intercambian alternando hasta la interrupción del ejercicio, en cuatro series con intervalos crecientes de 10-15-20 minutos o bien con un periodo de recuperación de un minuto entre las ejecuciones, que en cada serie se repiten 6 veces, en 2 series con 5 minutos de intervalo entre ellas por unidad de entrenamiento.

Este tipo de trabajo estimula el desarrollo de la capacidad de compromisos de fuerza concentrados de gran intensidad y de la fuerza explosiva de los músculos, favorece el aumento de las redes de capilares en el interior de los músculos, aumenta el contenido en mioglobina, permite desarrollar la potencia anaerobio-alactácida máxima y activa los procesos de recuperación muscular después de un trabajo breve e intenso.

Método a intervalos:

El método a intervalos prevé dos regímenes de trabajo que favorecen el desarrollo complejo de la potencia aerobia y anaerobio-alactácida.

1. De 8 a 10 segundos de trabajo a la máxima intensidad (de competición), al ritmo de un movimiento por segundo (la sobrecarga, elegida a nivel individual e igual a cerca del 40% del máximo). Se utilizan tres tipos de intervalo de recuperación, primero de 60, después de 30 y de 10 segundos; cada serie prevé la repetición 5 ó 6 veces de este tipo de trabajo (por ejemplo: 8 s de trabajo, 60 s de recuperación x 6 veces = 1 serie) y se incrementa progresivamente hasta 8-12 repeticiones. En una sesión 2-3 series con un intervalo de 8-12 minutos entre series.

El estímulo de entrenamiento se incrementa aumentando la sobrecarga y manteniendo el mismo ritmo de ejecución, o aumentando el ritmo y manteniendo la misma sobrecarga. Este tipo de régimen de trabajo favorece el desarrollo de la potencia y de la capacidad de las fuentes de energía anaerobio-alactácidas durante una actividad muscular intensa. Además, según sea la duración del periodo de recuperación, se favorece el aumento de la potencia y de la capacidad de rendimiento aerobio del organismo, estimula el desarrollo de la función aerobia, potenciando además el papel que ésta desempeña en los procesos de recuperación durante y después de un trabajo intenso. El mecanismo anaerobio glucolítico de producción de energía se utiliza en menor medida.

2. De 20 a 30 segundos de trabajo a intensidad moderada, el intervalo de recuperación es al principio de 60 s y después de 30. La sobrecarga se elige a nivel individual (el ritmo es de cerca de un movimiento por segundo). Cada serie prevé de 6 a 10 repeticiones de este trabajo (por ejemplo: 20 s de trabajo, 60 de recuperación x 6 veces = 1 serie). 2-3 series por unidad de entrenamiento con un intervalo de 8 a 12 minutos.

Este tipo de trabajo sirve para la activación de la glucólisis y está señalado para reducir las discrepancias entre las capacidades glucolíticas y oxidativas de los músculos y además para hacer más eficaz la utilización de las fuentes anaerobias y alactácidas de producción de energía.

Hay que subrayar que en los deportes de resistencia es particularmente importante la fase de relajación muscular entre los ciclos de trabajo. Por lo tanto, en el método a intervalos para el entrenamiento especializado de la fuerza es indispensable introducir periodos breves de relajación muscular antes de cada una de las tensiones musculares.

3. Las tareas principales del entrenamiento en los deportes cíclicos.

Por consiguiente, el sistema muscular demuestra ser el objeto principal de atención en el entrenamiento de la resistencia.

El régimen de trabajo del músculo esquelético en la actividad deportiva específica proporciona respuestas a todos los sistemas fisiológicos que lo garantizan y determina el grado de la especialización morfofuncional de todo el organismo. Y además incluye el desarrollo de la potencia y capacidad de los sistemas de producción de energía, más eficaces y económicos. Si se parte de esto, se puede formular la idea central y la tarea principal del desarrollo de la resistencia: mejoramiento de las capacidades oxidativas del músculo esquelético, para un aumento eficaz de la capacidad aerobia del organismo. Esto quiere decir, de forma más sintética, que el entrenamiento debe tener una dirección "antiglucolítica", es decir debe buscar una vía de especialización morfofuncional del organismo que sea capaz de reducir al mínimo la utilización de la glucólisis.

En un trabajo de intensidad media o submáxima los substratos oxidativos son los hidratos de carbono o las grasas. El metabolismo de las grasas o lipídico es ventajoso, pero su movilización se hace más difícil por un aumento de la glucosa y del lactato en la sangre. Por eso, cuando se quiere desarrollar la resistencia "por medio de la velocidad", o se hace a un organismo que no esté preparado que realice un

trabajo de velocidad de intensidad elevada, la producción de energía se efectúa utilizando con preferencia los hidratos de carbono.

Sin embargo la demolición de éstos en condiciones anaerobias (glucólisis) lleva siempre a la formación de lactato. La activación de la glucólisis limita la movilización y el desarrollo del metabolismo lipídico y esto finalmente hace más difícil que se llegue a una capacidad de prestación del organismo más elevada. Por ello, en el trabajo específico sobre la distancia es más racional un aumento gradual de la velocidad en el umbral anaerobio del ejercicio cíclico de resistencia, en el que la glucólisis no está activada y se desarrolla además el metabolismo lipídico. Al mismo tiempo se mejoran las propiedades contractiles y elásticas por medio de la PSC. Esta vía reduce la relación recíproca entre el metabolismo lipídico y el glucídico, aumenta la VO_2 máx y el porcentaje del metabolismo lipídico. Además disminuye la acidosis metabólica en aquellos casos en que, en condiciones de competición, el trabajo supera el umbral anaerobio, activando la glucólisis (por ejemplo en las escapadas realizadas por razones tácticas, o en los finales de carrera).

Por lo tanto, ahora podemos formular también tres principios metodológicos prácticos en el ciclo anual de los deportes de resistencia:

1. Ejecución del volumen principal de la carga específica sobre la distancia a nivel del umbral anaerobio en el periodo de preparación con una intensificación gradual final;
2. Aumento especializado de las propiedades contráctiles, oxidativas y elásticas por medio del entrenamiento especializado de fuerza;
3. Mejoramiento coordinado y equilibrado de las funciones del aparato muscular y de los sistemas vegetativos.

Puede verse fácilmente cómo los tres principios están unidos estrechamente entre sí, se completan recíprocamente, determinando la línea estratégica en la organización del entrenamiento.

Esto prevé un aumento gradual de la velocidad del ejercicio de competición en el periodo preparatorio, acompañado por el mejoramiento planificado de la funcionalidad de los sistemas cardiovascular, respiratorio y hormonal y también del aparato muscular. Este mejoramiento muscular especial precede a la carga intensiva sobre la distancia.

Merece subrayarse que la concepción metodológica dominante en la praxis actual del entrenamiento de la resistencia por medio de la velocidad, es decir mediante una dirección anaerobia intensiva, es inconsistente. No ofrece ninguna ventaja y por el contrario impide el desarrollo de aquellas transformaciones adaptativas del organismo que son objetivamente necesarias.

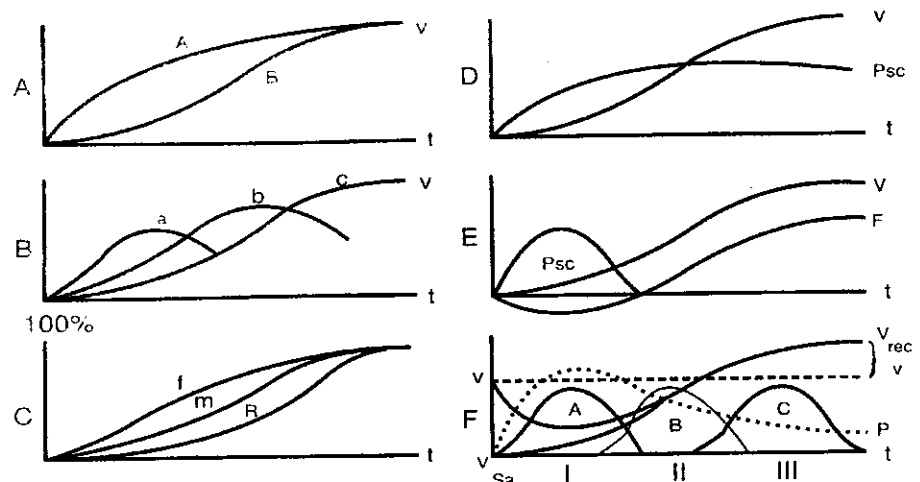


Figura 5.- Esquema lógico de las reflexiones para el desarrollo del sistema de entrenamiento para un ciclo grande de entrenamiento. I: etapa de base; II: etapa precompetición, o preparación inmediata a la competición; III: etapa de competición.

En particular, hace tiempo, se demostró experimentalmente que en el entrenamiento de las carreras de mediofondo y de fondo, la utilización preponderante de distancias breves con velocidades superiores a las de competición, activa un mecanismo económica y funcionalmente desfavorable de producción de energía y de funcionamiento de los sistemas respiratorio y cardiovascular.

4. Características fundamentales de una concepción del entrenamiento para los deportes cíclicos.

Esta concepción parte de los datos actuales de la fisiología y de la bioquímica, según los cuales la resistencia no dependería tanto de la hipoxia funcional de los músculos esqueléticos, del VO_2 y de la capacidad cardiaca, como siempre se afirmaba, como de la capacidad de los músculos de utilizar un valor porcentual elevado del O_2 de la sangre arterial y de oxidar el lactato. En otros términos, el límite en el desarrollo de la resistencia no está tanto en la capacidad del corazón para bombear sangre, sino en las posibilidades adaptativas de la musculatura esquelética. Las condiciones principales para una marcha favorable de la adaptación del organismo son, en este caso:

- el desarrollo de la resistencia muscular local que se desea conseguir (RML);

- el incremento gradual de la potencia funcional (intensidad del trabajo) del organismo en el régimen específico de movimiento.

Para cumplir esto las tareas concretas, y como consecuencia la idea metodológica central de la concepción de entrenamiento para los deportes cíclicos, aspiran a una unión racional de los métodos que permiten realizar estas condiciones en el ciclo anual.

En términos concretos el mejoramiento de la resistencia muscular local por medio de un entrenamiento especializado de la fuerza debe preceder a un trabajo profundo dirigido al aumento de la velocidad sobre la distancia creando las bases morfológico- funcionales objetivamente necesarias.

Un ulterior y muy importante principio general metodológico se encuentra en el centro de la nueva concepción del entrenamiento para los deportes cíclicos: el incremento progresivo de la capacidad específica de prestación del atleta no se concibe como "síntesis" de las llamadas capacidades condicionales, por ejemplo, fuerza, fuerza rápida, velocidad y resistencia sino como resultado de una especialización morfológico-funcional del organismo del atleta (Verchoshanskij 1970, 1975). Por capacidades condicionales se entienden las transformaciones adaptativas estables en el organismo, que vienen impuestas por el tipo de movimiento y del régimen de trabajo específico de los deportes y que permiten una ampliación de las capacidades funcionales del atleta en este tipo de movimiento y de régimen de trabajo.

5. Principios organizativos del proceso de entrenamiento

En la base de la organización del entrenamiento están el principio de la "superposición" de cargas con un efecto de entrenamiento diverso y el principio de la dirección "antiglucolítica".

5. 1. Principio de la superposición.

Comporta la aplicación sucesiva de estímulos de entrenamiento cada vez más intensivos y específicos sobre las huellas adaptativas de las cargas aplicadas anteriormente al organismo. Esto quiere decir que en el transcurso del entrenamiento las cargas son gradualmente substituidas por otras, más intensas, pero creando siempre las bases morfológico-funcionales para su acción. Las cargas que siguen predisponen a un mejoramiento posterior de la adaptación precedente del organismo, pero ahora a su nivel funcional más elevado. Es importante tener en

cuenta que aquí no se trata de una delimitación cronológica en el sentido estrecho de las cargas, en el sentido en que se concluye un tipo de carga y empieza otro. Se trata más bien del hecho de que una carga se engancha a la otra. O si se quiere, podríamos decir de la utilización preponderante de una u otra carga en las etapas de entrenamiento en las que son objetivamente necesarias, según la lógica de la adaptación.

5.2. Principio de la dirección antiglicolítica de la adaptación.

Comprende la terminación de la orientación de los procesos de adaptación del organismo de un atleta hacia una actividad rápida que requiere resistencia y permite la reducción al mínimo de la glucólisis en la producción de energía.

Para este fin, al principio se necesita una preparación básica del organismo al régimen rápido de trabajo: las cargas deben dirigirse primero al aumento del volumen cardiaco y a la formación de reacciones vasculares periféricas, al mejoramiento de las propiedades contráctiles del músculo y de las capacidades oxidativas en las fibras musculares del tipo I. Sólo después se puede pasar al trabajo inmediato sobre la velocidad y al incremento de la intensidad media de trabajo del organismo sobre distancias de competición, con cargas para el aumento de la funcionalidad del miocardio y de los sistemas tampón del organismo y al mejoramiento de las capacidades oxidativas de las fibras musculares del tipo II.

Cada uno de estos dos principios determina la estrategia de entrenamiento: pasar del desarrollo de la resistencia muscular local, mediante el mejoramiento de la capacidad del organismo para efectuar un trabajo prolongado a una velocidad óptima, a la velocidad record sobre la distancia de competición.

6. Modelo del gran ciclo de entrenamiento.

Sigamos ahora esta lógica en las reflexiones sobre el desarrollo de un modelo de entrenamiento para un ciclo grande (Mac) en los deportes cíclicos:

1. La tarea principal del entrenamiento en el Mac es el incremento de la velocidad sobre la distancia en el ejercicio de competición (figura 5A).

Concretamente: entre las dos variantes alternativas, A y B, se debe elegir la más racional, suponiendo que las otras variables hipotéticas

sean sólo derivaciones de estas dos. Para poder decidir cuál se elige con la mayor probabilidad de éxito se deben tener en cuenta estas circunstancias;

2. es sabido que una intensificación precoz y excesiva del régimen de trabajo del organismo lleva a un rápido incremento de sus capacidades funcionales (figura 5B, curva a). Pero su tasa de incremento es pequeña y de breve duración. Si se prosigue este entrenamiento forzado, con la esperanza de un posterior incremento del nivel funcional, el organismo se somete solamente a un exceso de sollicitación y se expone a un superentrenamiento. Por el contrario, un incremento gradual de la intensidad de la carga (aquí de la velocidad) en una etapa más larga lleva a un crecimiento mayor y más estable de las posibilidades funcionales (figura 5 B, curvas b y c).

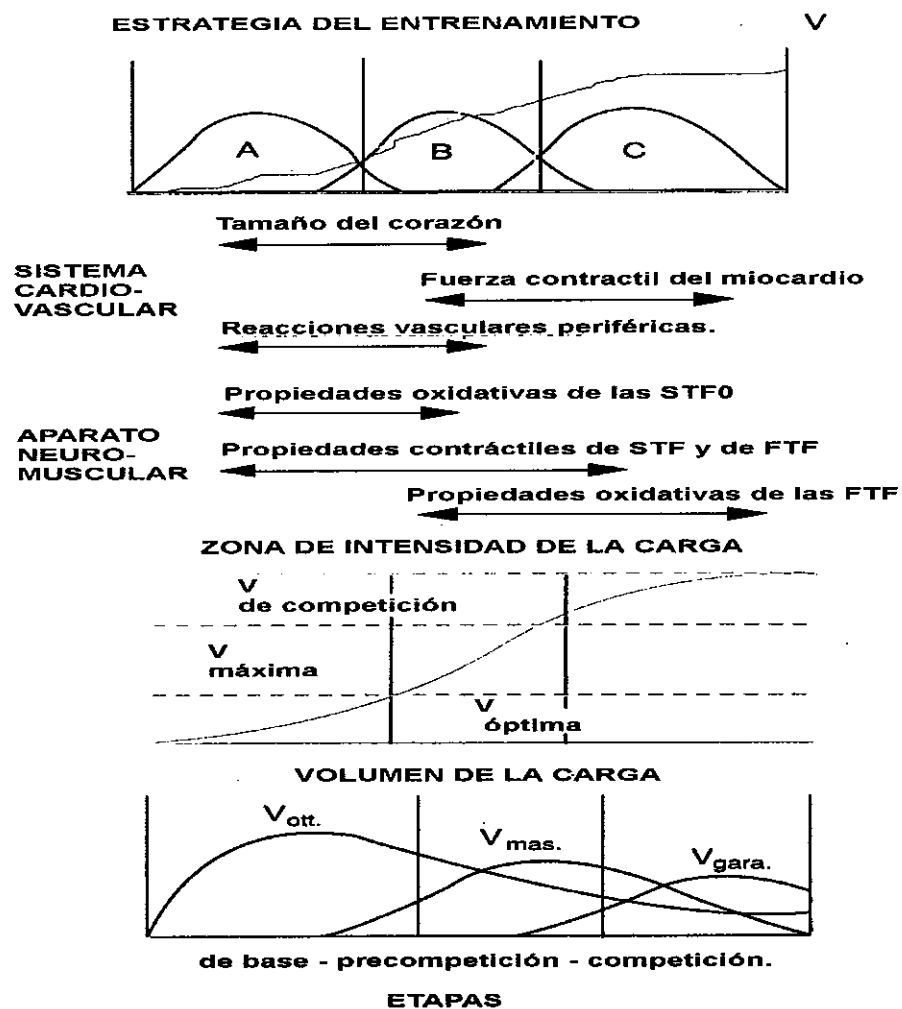


Figura 6.- Modelo general de la organización de la carga de un ciclo grande de entrenamiento

3. En una construcción racional del entrenamiento la intensificación gradual de la carga (velocidad) debe comprender una sucesión determinada en la dirección principal de la carga y esto (figura 5 C):

- al comienzo, de modo oportuno, la función f está intensificada en los límites óptimos, sin provocar un exceso de sollicitación del organismo en el estado actual. Para ello se deben aplicar métodos de entrenamiento extensivos, para favorecer las transformaciones necesarias o reestructuraciones morfológicas en el organismo (m). Estas son necesarias objetivamente incluso para la estabilización del nivel funcional alcanzado. A esto le sigue una carga dirigida a perfeccionar la capacidad del atleta de poder realizar su nuevo nivel funcional en el ejercicio de competición (R). Aquí vemos también un nuevo paso en la intensificación gradual del régimen de trabajo de todo el organismo. Una sucesión similar se repite de forma cíclica en el Mac con lo que se obtiene una elevación planificada y gradual de las posibilidades funcionales del organismo (es decir de la velocidad sobre la distancia).

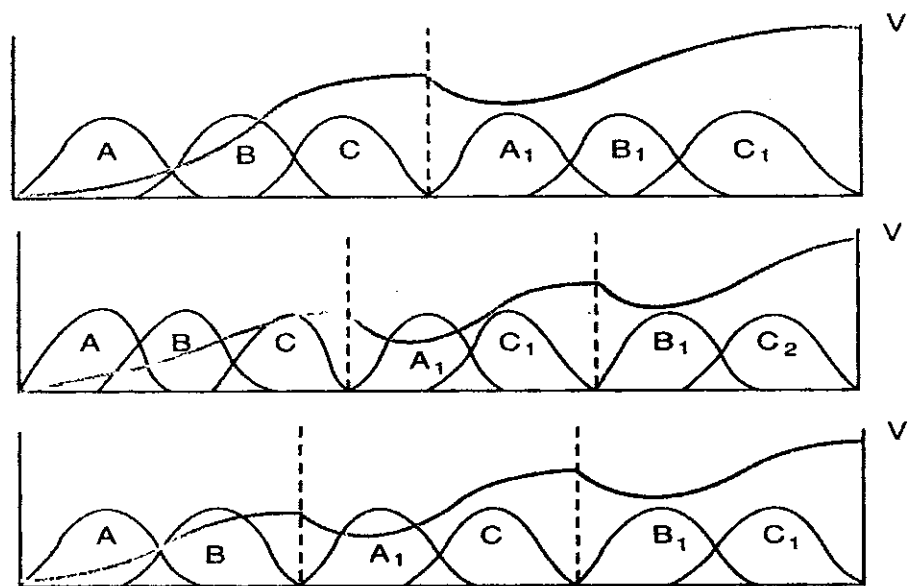


Figura 7.- Esquema de las posibles organizaciones del entrenamiento en el ciclo anual.

4. Ahora si volvemos a la figura 5 A y sacamos las conclusiones necesarias, está claro que para el incremento de la velocidad sobre la distancia en un Mac la variante B es la más favorable.

5. No obstante en la variante B no se tienen en cuenta las condiciones de las que se habla en el punto 3., es decir, falta la componente de la intensificación óptima de la función motora. Además existe el peligro (del que la praxis del deporte ofrece numerosas razones) de que un trabajo relativamente largo a intensidad media en el comienzo de un Mac no ofrezca la posibilidad de pasar a un nivel más elevado de velocidad al final del Mac.

6. Si se quiere evitar este riesgo se debería utilizar este esquema organizativo (figura 5 D): al comienzo del Mac la carga específica sobre la

distancia se desarrolla a nivel del umbral anaerobio y la velocidad aumenta al aumentar el umbral. Pero sobre todo, para que se realice el papel preeminente del aparato muscular en el desarrollo y en la expresión de la resistencia, y en segundo lugar, para obtener un mejoramiento coordinado y equilibrado entre los sistemas vegetativos y el aparato muscular, hay que intensificar también el régimen de trabajo muscular mediante un entrenamiento especializado de fuerza dirigido al desarrollo de una mayor resistencia muscular local.

Con el fin de que la carga de velocidad (sobre el ritmo) provoque cambios progresivos en el organismo, ésta debe tener un nivel óptimo, pero no tan elevado que provoque reacciones asténicas por parte del organismo y alteraciones de la estructura racional del movimiento. Esta es la razón de por qué se puede empezar con una carga intensiva a velocidad de competición sólo cuando el aparato motor, el sistema central de control de los movimientos, la coordinación y los mecanismos energéticos hayan sido suficientemente preparados para ello, mediante la PSC.

7. La concepción metodológica que hemos propuesto se realiza del modo más eficaz con una organización similar del entrenamiento (figura 5 D). En la figura 5 E se propone un sistema constructivo.

8. El modelo de un Mac, en su forma definitiva se muestra en la figura 5 F. La idea estratégica de este modelo está en la concentración de los ejercicios especializados de fuerza para el desarrollo de la resistencia muscular local en la etapa de base o en el 1. Mac (bloque A). Durante este periodo, la carga sobre la distancia se desarrolla preferentemente con la velocidad V en el umbral anaerobio. Si el umbral aumenta, también aumenta la velocidad. Las posibilidades máximas de velocidad ($V_{\text{máx}}$) aumentan ligeramente con respecto al nivel del año anterior. En el Mac anterior a la competición, la velocidad sobre la distancia se desarrolla principalmente por medio del aumento creciente del volumen global sobre la distancia (P). En este momento (en el Bloque B) se utilizan principalmente métodos que "modelan" el régimen específico de trabajo del organismo en las condiciones de competición (curva de la velocidad de carrera, alargamientos de carácter táctico, finales de competición, etc.). Siguen después (en el Bloque C) cargas de competición, especificadas para un ulterior aumento de la velocidad sobre la distancia hasta llegar a la velocidad récord (V_{rec}).

El modelo está construido sobre el principio de la superposición, que prevé la sustitución gradual de una carga por otra (según A, B, C), que sin embargo no significa una delimitación temporal neta entre

ellas. A esta organización estructural de las cargas, en la práctica, se le dio el nombre de estructura en bloques o sistema de bloques de entrenamiento.

Las curvas A, B, C, simbolizan la diferente dirección principal de las cargas de entrenamiento ¡pero no su volumen! El modelo tiene en cuenta la diferente inercia adaptativa de cada sistema de órganos y la heterocronía de los mejoramientos morfofuncionales que de ello se derivan (figura 6) y prevé la utilización de tres zonas de intensidad de la carga de entrenamiento.

La duración óptima de un Mac (figura 5) es de 20 a 24 semanas. Por lo tanto en el ciclo anual se pueden prever dos Mac de modo satisfactorio (figura 7).

Según sea la especificidad del deporte y del calendario de competiciones, el ciclo anual puede prever incluso tres Mac. En este caso, naturalmente, la duración de cada Mac disminuye. En la figura 8 se muestra un modelo real del ciclo anual de entrenamiento de un mediofondista (figura 8).

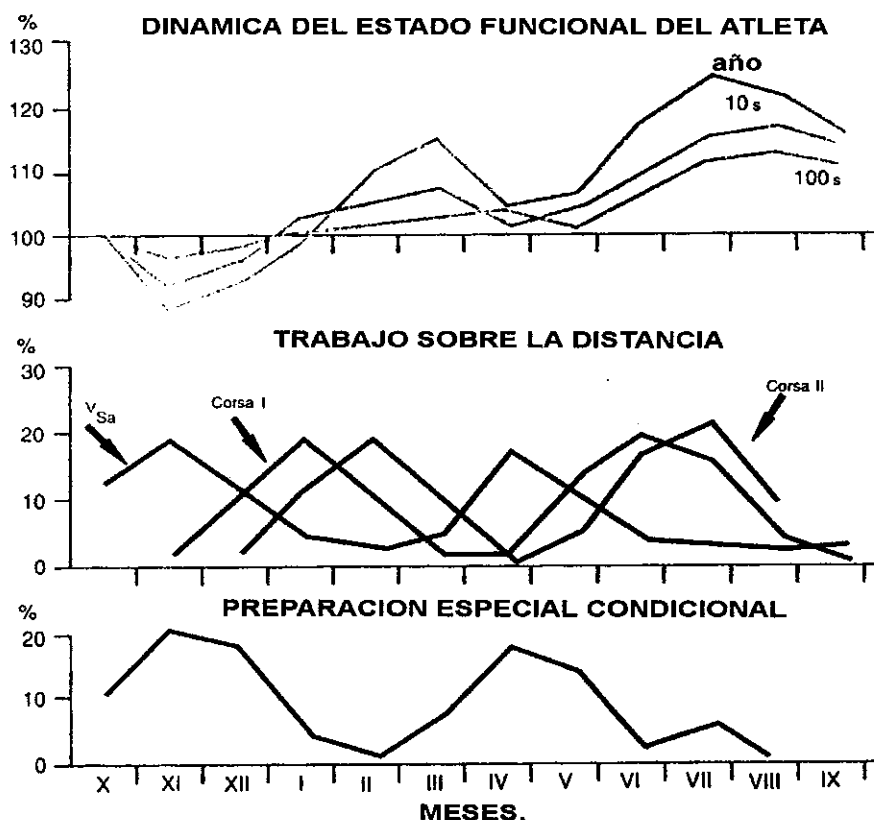


Figura 8.- Modelo cuantitativo del entrenamiento de un mediofondista de alto nivel en el ciclo anual (Carrera I: incremento gradual de la velocidad; Carrera II: modelado de la competición; V_{sa}: velocidad a nivel de umbral; s 10, 100s: salto décuplo, 100m carrera con saltos).

Las tesis sostenidas en este artículo por Jury Verchoshanskij fueron tratadas por él en un libro, titulado Ein neues Trainingssystem für zyklische Sportarten, publicado por el Comité Federal para el deporte de alto nivel en Alemania, como volumen 29 de la serie "Biblioteca del entrenador" y ha sido objeto de una conferencia internacional, efectuada en La Clusaz del 29 de septiembre al 1 de octubre de 1992, de la que ya hicimos referencia en la rúbrica del Trainer's Digest en la página 28 del nº 26 de esta revista. El libro está en curso de traducción por parte del Sector revista y del Sector documentación de la Escuela del deporte y se podrá publicar en cuanto podamos resolver los problemas inherentes a sus derechos de autor.

EL ENTRENAMIENTO EN LOS DEPORTES DE RESISTENCIA

Una reseña de la literatura internacional más reciente

*Autores: Birgit Franz, Grupo de trabajo Documentación-información, Instituto para la ciencia aplicada al entrenamiento, Leipzig
Manfred Reiss, Grupo de trabajo Resistencia 1, Instituto para la ciencia aplicada al entrenamiento, Leipzig.*

El trabajo que publicamos a continuación constituye una puesta al día de la reseña elaborada en el año 1989 por la autora y por el profesor M. Reiss sobre las posiciones fundamentales de la literatura internacional con respecto al mejoramiento de la estructura del entrenamiento, el incremento de la carga y la recuperación en los deportes de resistencia. Se han tomado en consideración sólo los artículos publicados desde 1989 hasta 1992, en los que se trataban temas de carácter teórico-práctico sobre los problemas metodológicos del entrenamiento en los deportes de resistencia. Este trabajo ha sido preparado como material de documentación para el seminario internacional "El entrenamiento en los deportes de resistencia, un encuentro internacional", desarrollado en Manigod, La Clusaz (Francia) del 26 de septiembre al 1 de octubre de 1992, por el grupo de trabajo Documentación-información del Instituto para la ciencia aplicada al entrenamiento (Institut für angewandte Trainingswissenschaft, IAT) fundado recientemente (su ceremonia de apertura se realizó el 16 de marzo de 1992) en Leipzig.

Se hace una reseña, siguiendo una división por temas, de algunos de los artículos principales publicados en la literatura internacional sobre los problemas del entrenamiento de la resistencia en los años de 1989 hasta 1992. Los temas tratados son: las estrategias fundamentales de entrenamiento; los problemas de la estructuración de la carga en el entrenamiento juvenil y en el de alto nivel; la estructura de los

microciclos; el entrenamiento de la fuerza (fuerza veloz o rápida, resistencia a la fuerza, fuerza específica, volumen y medios de entrenamiento de la fuerza) y los problemas del entrenamiento en altitud.

1. ESTRATEGIAS FUNDAMENTALES DE ENTRENAMIENTO.

El ritmo elevado de desarrollo de los resultados deportivos en los deportes de resistencia y la lucha cada vez más encarnizada por las victorias y las medallas, en el marco de un calendario de competiciones cada año más duro y cerrado, obliga a efectuar un aumento continuo de la eficacia de la preparación de los atletas a corto, medio y largo plazo, basándose en planes de entrenamiento adecuados. Si se analiza el nivel mundial y se observan las competiciones, se ve que los grandes resultados requieren una preparación de los atletas de tipo profesional, rígidamente organizada y el apoyo de la ciencia para su realización y su continua renovación (Reiss 1990).

Actualmente, en las publicaciones que generalizan las experiencias de entrenamiento y las nociones fáciles de encontrar en los laboratorios científicos y prácticos, se pueden individualizar dos estrategias dominantes en el entrenamiento de los deportes de resistencia (que se definen también en las publicaciones como "deportes cíclicos"), cuyas direcciones principales han resultado ser eficaces en el proceso de entrenamiento.

Tales estrategias han sido expuestas en dos publicaciones por los profesores M. Reiss (Leipzig) y J. Verchoshanskij (Moscú) (Tschiene 1992; Reiss 1990, 1991; Verchoshanskij 1992). El primero basa sus reflexiones en que, incluso en el futuro, el incremento en los resultados, necesario para permanecer a nivel mundial, podrá obtenerse, en primer lugar por medio de un aumento extraordinario de los requerimientos de carga psicofísica y un mejoramiento de la eficacia del entrenamiento.

Según Reiss los puntos principales para determinar un desarrollo en esta dirección del entrenamiento en los deportes de resistencia, son:

1. el aumento de la capacidad de tolerar la carga por parte de los atletas, obtenido mediante un nuevo nivel de los presupuestos de base de la prestación;
2. la obtención de altas tasas de desarrollo en el nivel de capacidades de fuerza y en la resistencia de base (RB), pero ligado a la construc-

ción de una capacidad elevada de variar los movimientos según las exigencias de la competición y a un perfeccionamiento de la técnica;

3. una expresión eficaz de la resistencia de competición (RG), obtenida sobre todo a través de una mayor utilización de la competición misma y de un entrenamiento eficaz de la RB2 y de la resistencia a la velocidad;

4. un aprovechamiento mayor de la eficacia, para los fines del resultado, de la estructura anual y de la imposición cíclica del entrenamiento.

Clase	Sector de intensidad				Carrera con obstáculos	Entrenamiento especial de la fuerza
	1	2	3	4		
a)	50±3	35±3	10±2	3,0±0,2	2,3±0,2	1±0,2
b)	45±3	40±3	10±2	3,3±0,2	2,5±0,2	1±0,2
c)	40±3	45±3	10±2	3,6±0,2	2,7±0,2	1±0,2
d)	35±3	50±3	10±2	4,0±0,2	3,0±0,2	1±0,2
a) 1ª clase de resultados b) Candidato a Campeón deportivo c) Campeón deportivo d) Campeón deportivo de clase internacional						

Cuadro 1.- Subdivisión óptima de la carga anual en especialistas de los 3000 m vallas (Gavrilov 1988).

En lo que atañe a cada uno de los puntos es como sigue:

1. Según Reiss el nivel de presupuestos especiales de la prestación y de las prestaciones complejas de competición, necesario para un incremento de los resultados en los deportes de resistencia sólo se puede alcanzar a través de mejoras visibles en el ámbito de los presupuestos de base de la prestación. Las bases de fuerza, de motricidad (Motorik), la movilidad articular, las capacidades de alargamiento y de relajación muscular necesarias, se construyen usando principalmente medios de entrenamiento generales y semiespecíficos.

Esta concepción de Reiss contradice la de otros autores, que ven en la utilización exclusiva de los medios especiales de entrenamiento la vía principal para incrementos posteriores de las prestaciones.

Sin embargo, este entrenamiento con medios generales y semiespeciales, que deben producir estímulos de entrenamiento/adaptación nuevos y eficaces, se debe desarrollar empleando criterios máximos de carga. Y habría que preferir los medios generales y semiespecíficos de entrenamiento que estén lo más cercanos posible a los requerimientos condicionales, motores y coordinativos de la disciplina específica. Por consiguiente, este entrenamiento general y semiespecífico no tiene carácter genérico, sino que depende de la disciplina. La acción principal

de los medios de entrenamiento debe estar dirigida al incremento de las capacidades de fuerza y de resistencia aerobia. Por lo tanto el entrenamiento con acento en la resistencia, desarrollado en condiciones aerobias y aerobioanaerobias, debe constituir la componente principal de la carga.

Si se quieren desarrollar los presupuestos de base de la prestación, se necesitan insistencias precisas con picos de carga durante el año. Sin embargo, la utilización de medios generales y semiespeciales de entrenamiento, resulta eficaz y racional sólo si el atleta posee la técnica motora necesaria para ejecutarlos. Por ello es necesario que se aprenda ésta, partiendo de su forma tosca hasta alcanzar la más precisa.

2. Para el incremento de la prestación en los deportes de resistencia, tiene una especial importancia un desarrollo muy alto de las capacidades de resistencia de base (RB) y de resistencia a la fuerza (RF). Estas capacidades deben entrenarse durante todo el año, distinguiendo las etapas de desarrollo y las de estabilización.

El entrenamiento de la RB asume la función central. El efecto de desarrollo del entrenamiento de la RB sólo se puede aumentar utilizando con mesura, durante 2 a 4 semanas, el entrenamiento natural, o artificial, en condiciones de hipoxia.

La eficacia del entrenamiento de la RB está determinada, en gran medida, por la unión estrecha que existe entre la formación de capacidades aerobias, la capacidad de transformación y la variación de la velocidad de los movimientos, basada en la producción de energía por vía alactácida y en el perfeccionamiento de la técnica.

Según Reiss el entrenamiento moderno de la resistencia de base debe tener en cuenta algunos principios metodológicos, por los que el entrenamiento de la RH se puede diferenciar en un entrenamiento con el énfasis sobre la fuerza (oposición al movimiento) y uno orientado sobre la velocidad (de movimiento, frecuencia). Una reserva esencial está representada aquí por el aumento de las sollicitaciones y del porcentaje de entrenamiento de la RB₁ y de la RB₂ con el énfasis sobre la fuerza.

Un presupuesto esencial para un elevado efecto de desarrollo de la RB, lo da la definición de las proporciones óptimas individuales entre el entrenamiento de la RB₁ y el de la RB₂. En muchas disciplinas, los porcentajes más eficaces son los que van de un tercio a un cuarto de las unidades de entrenamiento (Ua) por microciclo (Mic). Con porcen-

tajes bastante mayores o menores, no fue posible obtener el mismo efecto. Una noción posterior es que cuanto más alto es el porcentaje de la carga de entrenamiento que se consigue desarrollar fácilmente en el sector del 90 - 100% del umbral anaerobio individual, más eficaz será la acción de entrenamiento ejercitada sobre la RB.

Zonas de carga	Sector de carga	Duración de la carga (min)	La (mMol/l)	Fc (pulsaciones/min)	Medios de entrenamiento
aerobia	1. de mantenimiento / compensatorio	hasta 150 (180)	hasta 2,0 1,5-2,5 (3,0)	130-150	Carrera prolongada - 1. zona (La1) - Recuperación activa - carrera extensiva prolongada
	2. de desarrollo	14-45 (60)	2,5(3,0)-4,0	150-180	Carrera prolongada - 2. zona (La2) - carrera intensiva prolongada; - juegos de carreras (carreras de relevos, pequeños juegos, etc.), carrera campestre. -
mixta	3. intensificante				Carrera prolongada - 3. zona (La3) - pruebas de carrera prolongada repetidas; - Pruebas de carrera extensiva a intervalos; - juegos de carreras (Gc)
	4. crítica				Resistencia al ritmo (Rr) - pruebas de carrera intensiva a intervalos; - pruebas de carrera con ritmo (para distancias de base y largas); - pruebas de control
anaerobia	5. superior al crítico				Resistencia al ritmo y a la velocidad (Rr,Rv) - pruebas de carrera con ritmo (para distancias de base y breves) - pruebas de carrera para la resistencia a la velocidad; - pruebas de control.
	6. máximo	hasta 0:15	Individual		Velocidad (V) - pruebas repetidas de carrera sobre distancias breves a velocidad submáxima y máxima.

Cuadro 2.- Zonas de carga de entrenamiento de las disciplinas de resistencia en atletismo (La: concentración de lactato; Fc: frecuencia cardiaca).

La mayor eficacia del entrenamiento de la RB1 se obtiene cuando las unidades de entrenamiento se caracterizan por una gran duración, o por distancias de entrenamiento largas o superlargas, que superen claramente a las del entrenamiento de la RB2.

La utilización del entrenamiento de la RB2 representa una gran reserva para la mejora de los presupuestos especiales de la prestación, sobre todo para el desarrollo de la potencia aerobia y para la preparación con cargas elevadas de la resistencia de competición.

Tipo de carga	Etapas de entrenamiento								
	Entrenamiento de base		Entrenamiento de construcción			Entrenamiento de alto nivel			
Edad (años)									
Preparación multilateral general (total)	12	13	14	15	16	17	18	19	
de la que:									
- juegos deportivos;	50	40	30	30	30	30	20	20	
- ejercicios multilaterales para el desarrollo de la destreza;	35	35	35	35	35	35	35	35	
- natación, deportes invernales.	35	35	35	35	40	40	45	45	
	30	30	30	30	25	25	20	20	
Preparación atlética multilateral (total)	50	60	40	35	30	25	20	10	
de la que:									
- carreras veloces;	30	30	40	40	45	45	50	50	
- carreras prolongadas;	20	20							
- saltos;	25	25	35	35	35	35	30	30	
- lanzamientos.	25	25	25	25	20	20	20	20	
Preparación general y especial de carrera:	Realizado en el cuadro de la preparación atlética general.		30	35	40	30	35	40	
Resistencia a la carrera:			92	85	78	75	67	60	
La1			5	10	15	15	20	25	
La2			-	2	1	3	4	5	
La3			-		1	2	3	2	
- Resistencia especial			2	2	2	3	3	3	
- Ritmo y velocidad									
carrera con acento en la fuerza (Cf).			1	1	1	3	3	3	
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	

Cuadro 3.- Modelo por etapas de la estructura de carga para corredores de mediofondo (en %) (Raczek 1989).

La eficacia del entrenamiento de la RB2 se puede aumentar poniendo el acento sobre el desarrollo de la capacidad de potencia aerobia antes de la preparación para las cargas de resistencia de competición. Si se mezclan estos dos objetivos se tendrá una acción negativa sobre el desarrollo de la RB. Además de la concentración neta (formación de un bloque) de las cargas de RB1 y de RB2 en el microciclo y en el mesociclo, tiene un papel de gran importancia el que se respeten los periodos óptimos de adaptación.

Según nuestros conocimientos actuales, estos periodos suman de 4 a 6 semanas para el desarrollo de la resistencia de base y de la resistencia a la fuerza con acento aerobio, de 3 a 4 semanas para la preparación inmediata a cargas elevadas de RG. Por el contrario, para las fases de estabilización de la RB y de la RF bastan de 2 a 3 semanas.

Edad (años)	Volumen de carga en el ciclo anual (km)							Competiciones (número)
	Volumen global	La1	La2	La3	Rr	V	Cb	
13	400 - 600	400 - 600	-	-	-	-	-	6 - 8
14	1100 -	790 - 900	160 -	-	-	40 -	10 - 15	8 - 10
15	1200	1060 -	235	30 -	-	50	15 - 20	10 -
16	1400 -	1160	235 -	35	20 -	60 -	20 - 40	12
17	1600	1360 -	315	35 -	30	70	40 - 50	12 -
18	1800 -	1400	295 -	40	40 -	60 -	75 - 90	15
19	2000	1520 -	510	65 -	50	70	80 -	15 -
	2200 -	1600	365 -	75	70 -	70 -	100	18
	2400	1660 -	545	100 -	90	80		18 -
	2400 -	1800	420 -	120	100 -	75 -		20
	2800	1710 -	600	130 -	120	90		20 o
	2600 -	1850	500 -	150		80 -		mas
	3000		680			100		

Cuadro 4.- Parámetros indicativos (modelo) de las cargas de entrenamiento en un proceso plurianual de entrenamiento de mediofondistas (Raczek 1989). Cb: carrera de saltos. Para las demás abreviaturas ver el cuadro 2.

Edad (años)	Volumen de carga en el ciclo anual (km)							Competiciones (número)
	Volumen global	La1	La2	La3	Rr	V	Cb	
13	600 - 800	570 - 750	-	-	-	30 - 50	-	6 - 8
14	1000 -	700 - 900	150 -	-	-	40 -	10 - 15	8 - 10
15	1200	1100 -	235	50 - 70	-	50	15 - 20	10 -
16	1600 -	1200	275 -	80 -	20 -	60 -	20 - 40	12
17	1800	1320 -	315	100	40	70	40 - 50	12 -
18	2000 -	1400	500 -	150 -	70 -	60 -	75 - 90	15
19	2200	1420 -	550	200	90	70	80 -	15 -
	2400 -	1450	650 -	250 -	100 -	70 -	100	18
	2600	1400 -	735	350	120	80		18 -
	2400 -	1550	700 -	300 -	150 -	75 -		20
	3000	1710 -	800	500	200	90		20 o
	2800 -	1850	740 -			80 -		mas
	3500		1000			100		

Cuadro 5.- Parámetros indicativos (modelo) de las cargas de entrenamiento en un proceso plurianual de entrenamiento de los mediofondistas (Raczek 1989). Cb: carrera de saltos. Para las demás abreviaturas ver el cuadro 2.

En lo que se refiere a la resistencia de base, Reiss subraya, una vez más, la necesidad de unirla a requerimientos que prevean frecuencias y movimientos determinados, así como fijar datos y parámetros de control para una acabada mejora de la técnica. Un control del entrenamiento de la RB que se base sólo en parámetros biológicos es insuficiente.

3. La mejora de la actuación en los deportes de resistencia se basa en primer lugar en mayores velocidades en condiciones de competición.

Esto requiere la construcción de un nivel claramente más alto de capacidad de resistencia a la velocidad (RV) y de RG.

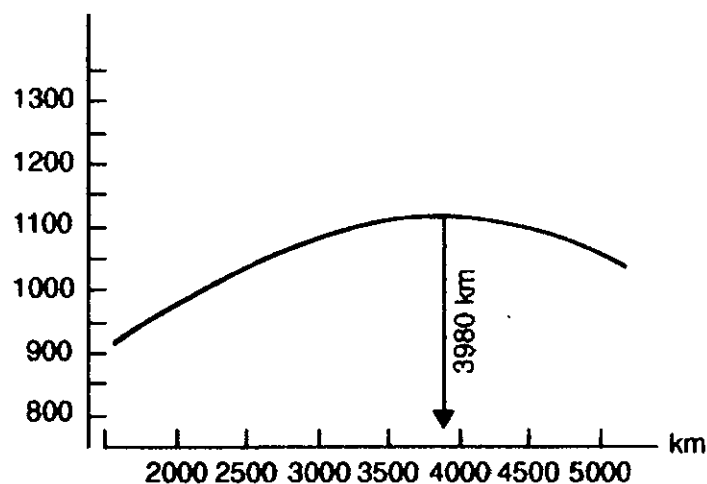
Según Reiss las exigencias metodológicas que se deben realizar para poder afrontar las cargas de RV y de RG son éstas:

- entrenamiento sistemático de la velocidad que representa el objetivo que hay que alcanzar (que de ahora en adelante definiremos como velocidad-blanco);
- que se una a parámetros que consideren la frecuencia de los movimientos y el impulso propulsivo y comprendan la ejecución correcta de la técnica sobre distancias de una longitud creciente;
- entrenamiento finalizado a velocidades superiores a la media en la distancia de competición, para responder a las diferentes exigencias de las fases de salida, de las de aceleración durante la competición y del impulso final. Estas variaciones de velocidad deben estar disponibles también en la competición, en condiciones diversas de cansancio;
- empleo preciso de medios de entrenamiento del sector de la RV y de la RG, en los que el énfasis esté puesto en la fuerza veloz (rápida) y en la resistencia a la fuerza veloz, pero que sean capaces de superar las exigencias de fuerza requeridas en la competición y de corresponder a estructuras dinámico/temporales que tengan una dirección preponderantemente aerobioanaerobia y láctica;
- además del entrenamiento, la utilización durante todo el año de competiciones (comprendidas las pruebas y competiciones de control), sobre distancias superiores o inferiores a la distancia específica. Esto permite desarrollar un nivel de base del rendimiento global del atleta estable y elevado sobre el que se puede construir el resultado máximo y su mejoramiento, antes de las competiciones más importantes;
- mayor utilización de aquellos programas y medios de entrenamiento que exigen, en espacios de tiempo breves o con una gran frecuencia, cargas de resistencia de competición superiores a las exigencias impuestas por la competición en sí.

Para poder realizar estas exigencias es necesaria la aplicación de acentos netos sobre cargas de RV y de RG y la concentración de éstas en la última parte de los macrociclos. No obstante esto presupone que anteriormente se han debido crear las necesarias bases motoras condicionales y técnico/coordinativas.

Para los atletas con mayor antigüedad de entrenamiento, el medio más eficaz para aumentar la capacidad específica de competición está representado, antes que nada por las mismas competiciones. Si traducimos esta afirmación en términos prácticos, esto quiere decir que la frecuencia de las competiciones y la sucesión de su empleo en el caso de una serie de competiciones deben ser adecuadas para este objetivo.

Resultado (Puntos)



2Figura 1.- Dependencia de los resultados de carrera en el volumen global de las cargas de entrenamiento en mediofondistas jóvenes (de Raczek 1989, modificado). RESULTADO (puntos)

El éxito en la utilización del entrenamiento de la RV y de la RG depende sobre todo de estos factores:

- nivel de los resultados iniciales al comienzo de la etapa (o periodo) de entrenamiento;
- introducción racional y consecuente de fases de transformación y de descarga entre las competiciones y las series de competiciones (compensación de la acción de cargas lácticas y neuromusculares elevadas y estabilización de los presupuestos de RB y de RF);
- alternancia equilibrada entre los momentos en cuyo centro hay cargas de resistencia de competición (por ejemplo, 3 - 4 semanas) y fases de estabilización de RB y RF aerobia, que comprendan la utilización de factores climáticos y de altitud (2 - 3 semanas).

4. La construcción de la prestación y del entrenamiento anual refleja cuáles son los hilos conductores metodológicos y las líneas fundamentales de la concepción del entrenamiento. Sus puntos culminantes son los datos de las competiciones principales.

Una estructura anual del entrenamiento, para ser eficaz requiere una sucesión metodológica neta en los acentos del entrenamiento mismo:

1. desarrollo de los presupuestos de base de la prestación;
2. desarrollo de los presupuestos especiales de la prestación;
3. desarrollo de la capacidad específica de prestación de competición;
4. construcción de la prestación conjunta de competición.

La fase de desarrollo de los presupuestos de la prestación debe ser tanto más larga cuanto más jóvenes sean los atletas.

Durante el año de entrenamiento, toda la gama de requerimientos de carga psicofísica deberá aumentar continuamente.

La realización de insistencia de los contenidos netos del macrociclo de entrenamiento (Mac) está ayudada notablemente por el empleo de microciclos y mesociclos orientados hacia una tarea (es decir, orientados principalmente hacia una capacidad) y que sean reproducibles. Por consiguiente tanto la eficacia como la reproductibilidad del entrenamiento se consiguen utilizando repetidamente y diferenciando los Mic de carga referidos a una tarea, Mic de transformación y Mic de construcción del resultado. Se ha demostrado que es muy eficaz la subdivisión del año en más macrociclos, con la misma estructura de contenidos. En efecto, así se favorece el desarrollo conjunto de las capacidades que determinan la prestación, la posibilidad de repetir sucesiones metodológicas eficaces de los acentos principales contenidos en cada Mac, con un nivel más alto de carga y de prestación y el aprovechamiento final de las potencialidades individuales de desarrollo del atleta. Además se provoca una alternancia de estímulos que tiene efectos positivos, evitando mezcolanzas entre los efectos de entrenamiento.

A lo largo del año de entrenamiento reviste una importancia especial el periodo de la preparación inmediata a la competición (PIC) (6 a 10 semanas). Durante su desarrollo se debería prever una fase en altitud, con una duración de dos a cuatro semanas, que serviría para aumentar después las capacidades de RB y de RF. La fase de construcción de la prestación de competición y de la capacidad máxima de movilización y mejoramiento de las energías psicofísicas debería tener una duración adecuada. Para los atletas con tiempo de entrenamiento más antiguo y con capacidad de alcanzar resultados elevados con un alto nivel de

base de los presupuestos de la prestación, la PIC puede tomar también la forma de una larga fase de competición, que comprende una fase intermedia de RB y RF de 2 a 3 semanas, en condiciones de hipoxia.

La correcta duración de los periodos de adaptación, tanto para los presupuestos como para la prestación global representa el punto sobresaliente para el entrenador: en efecto una aplicación demasiado breve o demasiado larga de los acentos de entrenamiento, limita las posibilidades de desarrollo del atleta.

Las ideas de Verchoshanskij, fundadas en un enfoque teórico no convencional respecto a la resistencia, contienen una concepción un poco diferente sobre su desarrollo. El autor ruso pone en primer plano la velocidad específica de locomoción, en cuanto ésta determina en último análisis el resultado, y como primer criterio de la resistencia Verchoshanskij no pone el VO_2 máx. Según él, el entrenamiento de la resistencia no debería guiarse según el esquema explicativo tradicional de la energética y de las capacidades condicionales correspondientes. De esto se deriva la consecuencia de preparar inmediatamente también el aparato muscular a la elevada intensidad funcional específica, es decir para una mejor utilización de la energía en el sector del umbral anaerobio. Por ello, desde el punto de vista metodológico, este enfoque se traduce en una utilización, unida a la carga cíclica sobre la distancia, de la preparación especial condicional (PSC) para el desarrollo de la resistencia muscular local, a la que se atribuye casi la misma importancia que a la carga sobre la distancia.

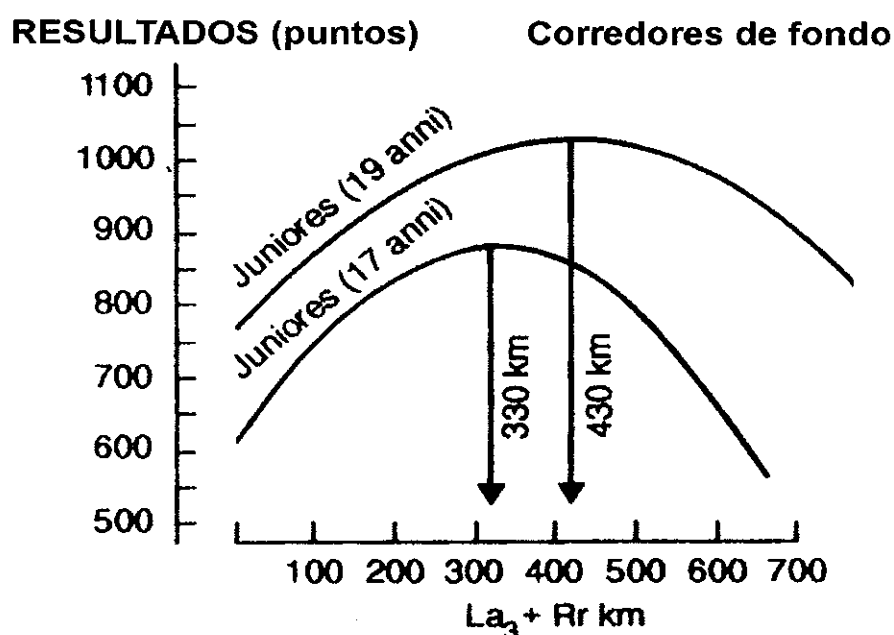


Figura 2.- Dependencia de los resultados de carrera en el volumen de entrenamiento en las zonas tercera y cuarta de intensidad en corredores de fondo (de Raczek 1989, modificado).

RESULTADO (puntos) - Corredores de mediofondo

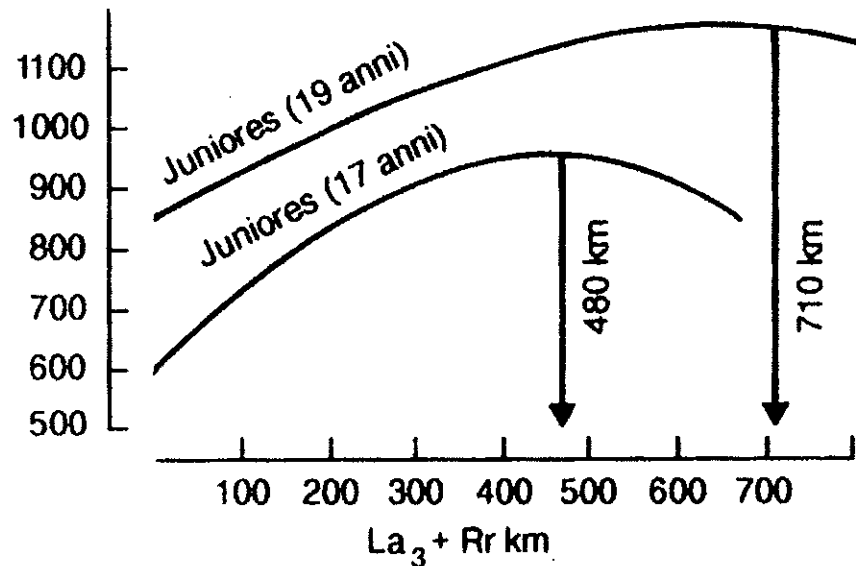


Figura 3.- Dependencia de los resultados de carrera en el volumen de entrenamiento en las zonas tercera y cuarta de intensidad en corredores de mediofondo (de Raczek 1989, modificado).

La estructura de la carga, según Verchoshanskij, prevé, en la 1ª etapa de un macrociclo, el entrenamiento de los presupuestos especiales condicionales, al que le sigue la utilización, concentrada, de cargas intensivas de entrenamiento (comprendidas las competiciones). Esta a su vez, se puede subdividir en utilización del efecto retardado del entrenamiento a largo plazo (2ª etapa) y en la etapa de competición (3ª etapa) con el máximo incremento de la intensidad y de la prestación (Tschiene 1992).

Según Tschiene, las dos concepciones (la de Reiss y la de Verchoshanskij) tienen estos puntos en común:

1. el desarrollo de una velocidad mayor en condiciones de competición, lo que requiere RV y RG más elevadas. Naturalmente este incremento de velocidad debe basarse en la producción de un impulso propulsivo mayor por parte de los músculos implicados en el movimiento de locomoción, que comporta un entrenamiento adecuado de su fuerza.
2. El incremento racional de la intensidad de la carga en el interior de un macrociclo.
3. El nuevo valor que se atribuye a la resistencia muscular local, que hace necesarias cargas de resistencia a la fuerza.

4. La utilización repetida de macrociclos de la misma estructura (a niveles diversos de intensidad y de volumen).

5. La acentuación (Reiss) o la concentración (Verchoshanskij) de direcciones o formas de carga precisas, en etapas determinadas del ciclo anual o de un macrociclo.

La divergencia entre los dos puntos de vista se puede resumir así:

1. La diferente importancia que se atribuye al consumo máximo de oxígeno por el sector de la RB: Reiss requiere cargas semiespecíficas y en general una ampliación de las cargas de RB; para Verchoshanskij su importancia es relativa y se vuelve otra vez al papel del fosfato de creatina en la producción de energía. Por lo cual el entrenamiento antiglicolítico se aplica de otra forma, la PSC (preparación especial condicional).

2. La diferente evaluación del orden de amplitud de la resistencia muscular local/resistencia a la fuerza. Según lo que se recuerda en el punto 1., Verchoshanskij le atribuye una posición más elevada en la PSC, en donde se usa de modo concentrado, casi exclusivo. Reiss une cargas de resistencia a la fuerza con cargas de RB, sin embargo la resistencia a la fuerza, en la etapa de competición, surge como dominante a través del empleo de medios de entrenamiento propios del sector de la RV y de la RG, junto con un acusado acento sobre la fuerza veloz y la resistencia a la fuerza veloz.

3. La organización del proceso de intensificación de la carga. En Verchoshanskij encontramos una subdivisión en tres bloques/etapas, mientras que, según Reiss, a pesar de la acentuación de la carga, quedan obstaculizados por los pasos sin solución de continuidad.

4. Una concepción diferente en la imposición de los procesos de adaptación, incluso si las dos concepciones llevaran a adaptaciones que pudieran ser bien controladas en lo que se refiere al incremento de la velocidad y de la prestación específicas.

5. En general, el modo de proceder propuesto por Reiss, que requiere una ampliación de las bases de la prestación sobre el plano aerobio, exige más tiempo, mientras que Verchoshanskij hace una referencia explícita al ahorro de tiempo que se obtiene mediante el empleo de la PSC (disminución de los kilómetros que hay que recorrer).

2. LOS PROBLEMAS DE LA ESTRUCTURACION DE LAS CARGAS.

Además de estas dos direcciones fundamentales en las estrategias del entrenamiento para los deportes de resistencia, en la literatura internacional encontramos una serie de publicaciones sobre cada uno de los problemas de la metodología del entrenamiento, que intentaremos resumir brevemente.

Como se puede ver en la literatura en lo que se refiere a la imposición y a la intensificación más eficaces del entrenamiento, se atribuye gran importancia a dos puntos: uno de éstos es la estructura del entrenamiento y de la carga durante el año (subdivisión de la carga, ciclos, formación de etapas) mientras que el otro considera la intensidad del entrenamiento que se debe aplicar.

Etapas	Edad orientativa	Principios			Carga óptima	Ejemplo de resultados que se deben obtener en las pruebas y en competición		
		Tareas	métodos	medios				
I	hasta 13-14 años	Preparación multilateral: formación de la coordinación de los movimientos, de la velocidad y de la resistencia. Adquisición de la técnica de base de la carrera y de otros ejercicios	Método de la carga prolongada (uniforme y con variaciones), juegos de carreras.	Juegos deportivos y de movimiento, deportes diversos con carácter de resistencia. Carrera prolongada uniforme y con variaciones. Carreras veloces.	Carrera prolongada (volumen en el ciclo anual): Mujeres: 600-800 km; Varones: 800-1000 km.			
II	14 - 15 (16)	Preparación multilateral: formación de la resistencia general. Mejoramiento de la velocidad de carrera. Formación de la capacidad de fuerza y de rapidez. Adquisición de experiencias de competición. Perfeccionamiento de la técnica de carrera.	Método de la carga prolongada (uniforme y con variaciones), juegos de carreras. Método de intervalos.	Carrera prolongada con ritmo uniforme y variable, pruebas repetidas, carreras sobre distancias breves (ritmo y velocidad), deportes diversos con carácter de resistencia, ejercicios especiales.	Carrera prolongada (volumen en el ciclo anual): Mujeres: de 1600 a 2000 km; Varones: de 1800 a 2200 Km. Número de competiciones: 10-15.			

Etapas	Edad orientativa	Principios			Carga óptima	Ejemplo de resultados que se deben obtener en las pruebas y en competición		
		Tareas	métodos	medios				
III	16-18 (19)	Formación de la resistencia especial y general. Mejoramiento de la rapidez, de la resistencia a la fuerza y a la velocidad. Mejoramiento de la técnica y de la experiencia de competición.	Método de la carga prolongada (uniforme y con variaciones), juegos de carreras. Método de intervalos (sobre todo extensivo). Competiciones	Carrera prolongada con ritmo uniforme y variable, pruebas repetidas, carreras sobre distancias breves (ritmo y velocidad), pruebas de intervalos, pruebas de ritmo, carreras sobre distancias breves (ritmo, velocidad relativa).	Carrera prolongada (volumen en el ciclo anual: Mujeres: de 2200 a 3200 km; Varones: de 2500 a 3500 km. Resistencia especial (en el ciclo anual): Mujeres: 60-100 km; Varones: 80-150 km; Número de competiciones: 15-25.			
IV	19-20 años y más	Mejoramiento de la resistencia especial. Mantenimiento del nivel óptimo de velocidad y desarrollo de los índices de fuerza y de velocidad. Mejoramiento de la técnica de carrera y de la experiencia de competición.	Método de la carga prolongada (uniforme y con variaciones), juegos de carreras. Método de intervalos (extensivo e intensivo). Competiciones. Entrenamiento integrado.	Carrera prolongada a ritmo constante y variable, pruebas repetidas y a intervalos, carreras veloces (ritmo y velocidad relativa), ejercicios especiales de fuerza y de velocidad.	Carrera prolongada (volumen en el ciclo anual: Mujeres: de 2600 a 4000 km; Varones: de 3000 a 4500 km. Resistencia especial (en el ciclo anual): Mujeres: 80-150 km; Varones: 120-200 km. Competiciones: 20 y otras.	Pruebas: Resultados	Femeninas Las normas son para atletas de 19 a 20 años.	Masculinos

Cuadro 6.- Modelo de entrenamiento plurianual en las carreras de mediofondo (Raczek 1989).

Así los rusos Polunin y Snesev (1990) pusieron de relieve que, en el entrenamiento moderno de la resistencia, el aumento de la carga de entrenamiento en el ciclo plurianual debería realizarse no tanto por medio de su extensión sino a través de su intensificación, que sobre todo, se realiza por medio del aumento del porcentaje de cargas específicas. Según ellos, el entrenamiento moderno en las carreras de fondo se caracteriza por estos valores máximos:

Volumen anual total de entrenamiento en km: hasta 7000;

Número anual de días de entrenamiento: hasta 360;

Número de unidades diarias de entrenamiento: (durante la etapa de preparación de base): hasta 4;

Porcentaje del entrenamiento intensivo (en atletas de cualificación y tiempo de entrenamiento elevados): hasta 50-55%.

Esta intensificación del entrenamiento se obtiene a través de:

- el aumento del volumen de las cargas de entrenamiento que superan el umbral aerobio-anaerobio;
- cursillo de entrenamiento en media y alta montaña;
- mayor actividad de competición (participación más frecuente en competiciones sobre distancia específica, carreras campestres, carreras por carretera, carreras de relevos, competiciones sobre distancias inferiores y superiores, etc.);
- integración del entrenamiento de carrera campestre en la etapa de preparación para las competición;

Aumento del porcentaje del entrenamiento de la fuerza y de la fuerza veloz en condiciones más difíciles (carreras y saltos cuesta arriba, carrera en terreno ondulado, carrera en la arena, carrera con sobrecargas, etc.).

Para favorecer un proceso de entrenamiento variado, debemos ampliar los medios de entrenamiento. Además de la diversificación de los métodos de entrenamiento, se puede cambiar frecuentemente el lugar de entrenamiento (estadio, bosque, parque, carretera, picadero, etc). Otras tendencias en el entrenamiento moderno de la resistencia contemplan la estructura en etapas del año del entrenamiento (de 1 a 3 picos); la individualización del entrenamiento; la formación de un nivel elevado de capacidades técnicas, de capacidad psíquica de prestación y de habilidad táctica.

También Houmard y otros (1989) recalcan la necesidad de la intensificación del entrenamiento, demostrando con sus investigaciones, que en los atletas muy entrenados y con gran antigüedad de entrenamiento, el aumento del volumen de carga no tiene ningún efecto sobre el mejoramiento de los resultados.

Del estudio comparado entre periodos de entrenamiento con volúmenes elevados, medios, (ligeramente reducidos) y escasos (fuertemente reducidos), no resultó ninguna variación en la capacidad aerobia, en el

estado general de entrenamiento y de las posibilidades de prestación. Sólo la frecuencia cardiaca mostraba valores diferentes.

También Gavrilov, en su análisis del entrenamiento y de los resultados de los mejores corredores de obstáculos mundiales, llegó a la conclusión de que la reducción del volumen de las cargas intensivas, del entrenamiento especial de la fuerza y de cargas adecuadas de competición, es una razón evidente de la regresión en el nivel de resultados de los atletas de la ex-URSS (1988). Un estudio comparado demostró que los corredores de saltos de obstáculos soviéticos de los años 80 se entrenaban el 60% del volumen total de entrenamiento en el sector de "recuperación", mientras que los mejores corredores de saltos de obstáculos del mundo desarrollaban hasta el 60% de su entrenamiento en el II sector de intensidad (es decir, a nivel del umbral aerobio-anaerobio). Por esto cree haber encontrado en esta ineficaz estructura de carga especial y en su distribución a lo largo del año de entrenamiento, la causa principal de la regresión de los corredores de saltos de obstáculos de la ex-URSS. Además Gavrilov pone de relieve la importancia que tienen para el mejoramiento de resultados las cargas de competición, el entrenamiento de la fuerza y el entrenamiento en el sector próximo al de competición. La prioridad corresponde a la carrera en los sectores I y III de la zona de intensidad cuyo volumen en la 1ª clase de resultados debería subir al 55-60%, en los candidatos a campeón deportivo al 70-75% y en los campeones al 95%, tal como está previsto para la categoría máxima de resultados.

El volumen general de entrenamiento para los corredores de saltos de obstáculos de valía internacional en el ciclo anual debería ser de unos 6500+- 400 km, de los que el autor propone que 200+-40 se corran con obstáculos.

La subdivisión óptima de la carga en el ciclo anual que aconseja Gavrilov (en valores por ciento), se muestra en el cuadro 1.

No obstante se considera que los parámetros decisivos para el desarrollo de las prestaciones en cada etapa del ciclo anual son diferentes:

- En el 1. Pp: el volumen general de entrenamiento y el volumen de entrenamiento en la zona aerobia (I y II zona de intensidad);
- En el 2. Pp: el volumen de cargas aerobias de la II y III zonas de intensidad y el volumen de entrenamiento sobre la técnica de los obstáculos;

- En el PG: el volumen de entrenamiento en la IV y V zona de intensidad y el volumen de cargas de competición.

Una introducción excesiva de cargas muy intensivas y del entrenamiento de la fuerza en las primeras etapas (Pp), llevaría a una disminución de la eficacia de la preparación. Los volúmenes elevados de entrenamiento aerobio a nivel de umbral son la base necesaria para cargas de alta intensidad en el periodo de competición.

Para alcanzar prestaciones de competición óptimas es de enorme importancia la imposición de la carga durante la PIC, en la que se debe realizar, una vez más, una acción acabada sobre el estado funcional del organismo del atleta, de la cual se parte para construir un nivel elevado de capacidad especial de prestación.

Dado que en la práctica actual de muchos deportes se asiste a una importante prolongación de los periodos de competición (incluso 2/3 en el año de entrenamiento) y a lo largo de una temporada se debe tomar parte en muchas competiciones, el enfoque más rico de perspectivas para la preparación parece ser la reproducción (modelación) de la actividad de competición en el entrenamiento (Podejko y otros 1990). Se introducen cargas complejas semejantes a las de competición, de intensidad elevada.

Sin embargo, la reproducción del modelo de la actividad de competición, es sólo una de las vías posibles para la intensificación necesaria del entrenamiento, que debe reservarse principalmente a los atletas de alto nivel en posesión de una adecuada capacidad especial de prestación.

En la última fase de la preparación para las competiciones principales, se deben insertar muchas competiciones. La última debería ser prevista todo lo más cinco días antes de la competición principal.

Para un desarrollo óptimo de los resultados es importante que haya una imposición óptima de la carga, sobre todo en la construcción plurianual, a largo plazo de la prestación. En esta problemática se interesó con su trabajo de investigación el polaco Raczek (Raczek 1989).

El autor polaco pone de relieve que en las clases de edad más baja, así como en los sectores de prestación menor, se deben evitar sobre todo:

- volúmenes demasiado elevados de cargas de entrenamiento en la I. zona de intensidad (carga de mantenimiento o compensatoria);

- cargas demasiado intensivas con volúmenes bajos.

Raczek pone de relieve la importancia del control de las zonas de carga/intensidad (ver cuadro 2), que sin embargo requiere el conocimiento exacto del modelo específico (perfil del requerimiento) de la disciplina practicada por el atleta y las particularidades individuales del atleta en sí.

Por consiguiente propone el modelo por etapas de la estructura de carga en las carreras de mediofondo, que se ilustra en el cuadro 3.

Raczek demuestra con sus investigaciones que la prestación deportiva de los corredores jóvenes está determinada sobre todo por el volumen global de entrenamiento, incluso si no existe una relación lineal, donde sin embargo aumentos de volumen de más de 4000 km anuales conducen a una disminución de la prestación (figura 1). Sus estudios confirman además que en el entrenamiento de los corredores jóvenes, deben predominar las cargas en los sectores I y II de intensidad. Las cargas propias del sector de desarrollo se deberían aumentar de forma gradual pero constante.

Si se quiere evitar una disminución del rendimiento, es importante no superar, sobre todo en las zonas de producción energética mixta, el óptimo del volumen de cargas intensivas. La relación óptima podría ser la ilustrada en las figuras 2 y 3.

Este volumen óptimo de cargas intensivas sería:

- en los fondistas jóvenes: de 300 a 400 km al año;
- en los mediofondistas jóvenes: de 500 a 700 km al año.

En el entrenamiento de base no se deberían superar los 800 km al año.

Basándose en estas nociones, Raczek propone los parámetros del modelo de cargas de entrenamiento en el proceso plurianual de preparación de los mediofondistas masculinos y femeninos señalados en los cuadros 4 y 5.

El resultado final de los trabajos de Raczek sobre esta problemática es su modelo de entrenamiento plurianual en el medio fondo (cuadro 6), en el que están contenidos tareas, medios y métodos principales de

entrenamiento, datos sobre la carga óptima, normas concernientes a los resultados de competición y los resultados de las pruebas de control en cada una de las etapas de desarrollo.

Se reseñan, siguiendo una división por temas, algunos de los principales artículos publicados en la literatura internacional sobre los problemas del entrenamiento de la resistencia en los años de 1989 a 1992. Los temas tratados son: las estrategias fundamentales de entrenamiento; los problemas de la estructuración de la carga en el entrenamiento juvenil y de alto nivel; la estructura de los microciclos; el entrenamiento de la fuerza (fuerza rápida o veloz, resistencia a la fuerza, fuerza específica, volumen y medios de entrenamiento de la fuerza) y los problemas del entrenamiento en altitud.

3. LA IMPOSICION DE MICROCICLOS.

El resultado en competición está determinado en gran medida por la imposición y ordenación de los microciclos (Mic) (Priluckij 1990).

La primera depende principalmente del nivel de prestación del atleta, de la distancia específica de competición y del periodo del año considerado.

En un entrenamiento experimental con 8 nadadoras y 14 nadadores (edad de 18 a 20 años, nivel elevado de prestación) se construyeron los microciclos según estos principios:

1. duración de un microciclo: 7 días;
2. una intervención (sauna, masaje) encaminada a favorecer la recuperación, en la mitad de cada microciclo (miércoles por la tarde o jueves);
3. recuperación o competiciones de control en domingo;
4. inserción en el entrenamiento de juegos de poca intensidad, aunque tal vez también de intensidad media;
5. entrenamiento matutino dirigido al desarrollo o al mantenimiento de la resistencia general y específica; en la mañana siguiente a las medidas dirigidas a acelerar la recuperación, entrenamiento dirigido al mantenimiento de la resistencia general;

6. empleo de ejercicios especiales de entrenamiento para el desarrollo de cada una de las cualidades físicas (70 - 100% del volumen o del tiempo global de entrenamiento);
7. empleo de ejercicios físicos especiales controlados (hasta un 50% del volumen total o del tiempo total de entrenamiento), para mantener el nivel de cualidades físicas que se ha alcanzado;
8. un entrenamiento técnico y táctico diario;
9. creación de las condiciones para una recuperación completa, al inicio del microciclo siguiente a los 3 - 5 días de carga elevada;
10. inserción de ejercicios para el desarrollo de las cualidades más importantes, al comienzo y al final de la unidad de entrenamiento (Ue);
11. programación, en la mitad de la parte principal de la Ue, de ejercicios para el mantenimiento de las demás cualidades;
12. presencia frecuente de microciclos de "hábito" en las primeras etapas del periodo de preparación;
13. utilización regular de Mic de "choque" o de "carga" en la segunda etapa;
14. carácter de "introducción" de los microciclos en el periodo de competición;
15. último entrenamiento con cargas elevadas, desarrollado 3 días antes de una competición importante, independientemente de la especialización, de la edad y del sexo del atleta.

Todos los atletas que tomaron parte en este entrenamiento experimental habían establecido su primacía personal en competiciones decisivas. El investigador estonio Viru se ocupó de las tareas y de las diversas posibilidades de construcción de los diferentes tipos de microciclos (Viru 1990). También Viru parte de microciclos que generalmente son de 7 días y que incluyen de 1 a 2 días de recuperación. Los atletas que se entrenan dos o tres veces al día suelen planificar microciclos más breves. Las formas más usadas son 6 + 1 ó 5 + 2, 4 + 1 y 3 + 1 (número de días de carga y número de días de recuperación).

Viru distingue 4 tipos de microciclos:

1. microciclos de desarrollo.

Se trata de microciclos para la preparación general y especial, subdivisibles a su vez en dos subgrupos:

1.1. Mic de hábito u ordinarios:

(aumento gradual del volumen y de la intensidad del entrenamiento);

1.2. Mic de choque:

(aumento máximo del volumen o de la intensidad del entrenamiento).

Este tipo de microciclos sirve, al comienzo del periodo preparatorio para el acondicionamiento general y en la segunda mitad para el desarrollo específico.

2. Microciclos de preparación.

Sirven para la movilización de las reservas de prestación, problema que con cada uno de los atletas se resolverá de modos diversos (por ejemplo, manteniendo la elevación de la carga en un atleta, reducción/disminución en otros, etc.).

3. Microciclos de competición.

Comprenden el día anterior a la competición, el día o días de competición y los sucesivos de recuperación. La forma que asume la organización de estos Mic depende de la distancia de competición, del total de las veces que el atleta actúa en la competición (por ejemplo, para diferentes turnos eliminatorios, ndt), de su frecuencia, del nivel de resultados y de otros factores.

4. Microciclos de recuperación.

Sirven para crear las condiciones óptimas para la total recuperación de la capacidad de prestación. Viru clasifica los Mic según el tipo y la coordinación de sus cargas, distinguiendo los microciclos con carga

"concentrada" o acumulativa y los microciclos con carga "alterna" o variada.

Según sus investigaciones, la acumulación en sucesión de cargas diferentes no influye negativamente en la velocidad, ni tampoco sobre la capacidad de prestación aerobia y anaerobia, mientras que la acumulación de cargas que tengan la misma dirección, o una similar, produce cansancio y alargamiento del tiempo de recuperación. Integrando los estudios de Boiko, Viru llega a la conclusión de que las cargas de desarrollo se pueden prolongar hasta que la capacidad específica de prestación no baje del 30%. Sin embargo, en este punto es necesario un cambio de la carga de 2 a 3 días, a los que de nuevo les siguen 2 a 3 días con carga de mantenimiento. Después de 2-3 microciclos se insertan los días de recuperación.

Los inconvenientes de la concentración de cargas que tengan la misma o parecida dirección son los siguientes:

- un proceso de agotamiento, y con ello una disminución de la capacidad de prestación;
- la falta de equilibrio en el desarrollo de los diversos factores de la prestación;
- el peligro de que se produzca un superentrenamiento.

En la realización de microciclos con carga alterna, los procesos de restablecimiento se aprovechan de modo que se pueda aplicar el mayor volumen de cargas posible sobre los atletas. Hay dos posibilidades de alcanzar este objetivo:

- a) alternancia entre las cargas de desarrollo y las de mantenimiento, para poder aplicar eficazmente algunas cargas elevadas en el microciclo;
- b) cambio de la dirección de la carga en el Mic, donde la carga principal se dirige sobre la función que ya está recuperada.

Si se quieren acelerar los procesos de recuperación en las Ue (unidades de entrenamiento), a las cargas más duras les siguen cargas medianas o ligeras, cuyo efecto sin embargo debe tener otra dirección. Viru recomienda entrenar diariamente la velocidad, la fuerza y la movilidad de los grupos musculares menores, en tanto que los grupos

musculares mayores serían entrenados cada dos días. El número de unidades de entrenamiento en los microciclos propuesto por Viru para los atletas que obtienen altos resultados (por ejemplo, en atletismo), es de 6 a 8 Ua fundamentales y de 7 a 12 Ua de complemento. En el periodo de preparación este número es generalmente superior e incluso puede doblarse.

Si se desarrollan más unidades de entrenamiento en la jornada, sólo una debe tener carácter fundamental, mientras que las otras, como regla, deberán ser de complemento. La realización de dos unidades de entrenamiento fundamentales en el mismo día sólo se justifica en el caso de atletas de alto nivel que deben estimular su organismo en un periodo de tiempo breve.

Se ha repetido varias veces que un aumento importante de la carga global en el Mic presupone la aceleración de la recuperación, un proceso que requiere entonces una atención particular.

4. EL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA.

En la literatura reciente asombra el gran número de publicaciones que tratan del entrenamiento de la fuerza. Está claro que los problemas de un entrenamiento eficaz de la fuerza de los atletas en los deportes de resistencia deben considerarse como un punto clave del entrenamiento moderno de estos deportes.

En su trabajo, Kemp, un colaborador del Instituto Australiano del Deporte (Kemp, 1989) efectúa una reseña sobre el entrenamiento de la fuerza moderno, sobre sus principios y métodos, sobre la resistencia a la fuerza y sobre el entrenamiento especial de la fuerza.

Sus puntos de partida son los dos principios del incremento progresivo de la carga y de la variedad en el entrenamiento de la fuerza.

Sólo se obtiene un aumento de la fuerza si el sistema neuromuscular se somete continuamente a cargas crecientes. Este objetivo se puede alcanzar de diferentes formas: intensificación de la carga; aumento del número de repeticiones o de set en una serie; disminución del intervalo de recuperación, etc.

El incremento de la carga, para atletas pertenecientes al grupo inferior de resultados, se efectúa linealmente, mientras que en los atletas de

alto nivel se debe realizar con una marcha en forma de "ondas", durante un periodo de tiempo más largo.

Por lo tanto, se aconseja que después de dos semanas de entrenamiento duro e intenso, haya una semana con un volumen de entrenamiento fuertemente reducido, para hacer posible que se produzca una supercompensación. Además, un entrenamiento eficaz de la fuerza exige que se impida una adaptación rápida a la carga, es decir, una acomodación del sistema neuromuscular. Es posible hacerlo cambiando o variando a menudo los programas de entrenamiento.

Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
10	20	6	4	3	22
Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
9	4	10	4	4	4

Cuadro 7.- Subdivisión porcentual anual del entrenamiento de la fuerza (de Polunin, Nareskin 1989).

Medios	Meses													Total anual
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Entrenamiento general (horas)	5	6	2	0.5	-	5	5	1	0.5	0.5	2	-	27.5	
Entrenamiento especial de carrera (horas)	1.5	2	4	1	0.5	2	4	4	2	2	2	0.5	25.5	
Carrera cuesta arriba (horas)	-	4	8	-	-	-	8	12	-	-	4	-	36	
(km)	-	6	11	-	-	-	8	16	-	-	4	-	45	
Salto largos (km)	-	3	7	-	-	-	5	5	-	-	1	-	21	
Salto cortos (n)	-	-	-	500	200	-	-	-	300	200	150	50	1400	
Carrera sobre terreno variado (horas)	5.5	4	4	-	-	5	2	-	-	-	-	-	20.5	
Especial para reforzar músculos abdominales y dorsales (horas)	2	2	2	1	2	2	1	2	-	1.5	-	-	19	
Tiempo total de entrenamiento, Fuerza veloz (horas).	14	18	20	2.5	2.5	14	21	19	2.5	2.5	8	1	125	

Cuadro 8.- Subdivisión del volumen de los medios principales de entrenamiento de la fuerza veloz (de Polunin, Nareskin 1989).

En la práctica se pueden cambiar:

- el nivel de la carga (extensiva, intensiva, submáxima, máxima, supermáxima);

- el tipo de contracción (isométrica, concéntrica, excéntrica);
- la velocidad de contracción;
- el tipo de ejercicio.

En lo que se refiere a cada uno de los "tipos" de fuerza, estas son las ideas que expone Kemp:

Fuerza veloz.

Normalmente el desarrollo de la fuerza veloz (FV) conlleva un incremento de la fuerza máxima (FM). Este presupuesto se puede evitar utilizando los métodos siguientes:

- entrenamiento con el balancín (contrapeso) según la fórmula: $35/50\% \times 7 \text{ r} \times 5$ vueltas con ejecución rápida, 3-4 minutos de recuperación entre las series. La aceleración del peso se produce sólo en la fase concéntrica;
- levantamiento de sobrecargas ligeras;
- entrenamiento con oposiciones al movimiento reducidas (carrera en descenso);
- entrenamiento reactivo pliométrico.

Los ejercicios se deben hacer con una intensidad casi máxima.

Resistencia a la fuerza (RF).

El entrenamiento de la resistencia a la fuerza requiere cargas con oposiciones superiores al 30% de la fuerza máxima del atleta. Se hacen diferencias leves entre los atletas que practican disciplinas de resistencia con duraciones breve, media y larga. En efecto:

- la resistencia de duración breve aumenta al aumentar la fuerza máxima;

- la resistencia de duración media:

a) se entrena con el esquema 40-60% x 10-20 r x 3-5 series con intervalos de recuperación de 1 a 1'5 minutos, o bien

b) con circuitos que prevean de 6 a 12 estaciones, 40 segundos de trabajo en cada estación, de 20 a 30 segundos de pausa, con un total de 2 a 6 pasos del circuito;

2 la resistencia de duración larga: se puede entrenar con el esquema 30-40% x 30 r x 4-6 series, con fases de recuperación de 1-1'5 minutos.

La fuerza específica.

El entrenamiento de la fuerza específica comporta el empleo, por lo menos parcial, de elementos del movimiento de competición, para poder realizar una transferencia de fuerza. Las formas de entrenamiento posibles son:

- ejercicios de imitación;
- ejercicios generales de fuerza con la velocidad, el ritmo, o la intensidad del ejercicio de competición;
- ejercicios dirigidos a los principales grupos musculares, implicados en el ejercicio de competición;
- ejercicios en los que se produce el mismo tipo de contracción muscular que en el ejercicio de competición.

Actualmente la ciencia del deporte se interesa no sólo por las expresiones ya conocidas de la fuerza (fuerza máxima, potencia, resistencia a la fuerza), sino también por otra componente de la fuerza, a saber, la capacidad de producir energía mediante la "deformación elástica". En principio se trata de alcanzar una gran eficacia en la ejecución del movimiento, utilizando al mínimo el trabajo mecánico.

Este fue el objeto de las investigaciones de los australianos Getmanets y Travin (1989). El punto de partida es que los músculos producen energía potencial durante la fase excéntrica de trabajo, para después liberarla durante la fase concéntrica. La fase de contracción muscular

es tanto menor, cuanto mayor sea el nivel de prestación del corredor. Así el tiempo de relajación puede elevarse al 40-60%. Por lo que el aumento del impulso de fuerza durante la contracción lleva a la ejecución del mismo trabajo en menos tiempo.

El ruso Cernysov (1990), junto con otros especialistas estableció una jerarquía de los medios de la preparación especial para el entrenamiento de la fuerza de los esquiadores de fondo:

1. ejercicios para el desarrollo de la resistencia a la fuerza;
2. ejercicios para el desarrollo de la fuerza explosiva y de la fuerza veloz;
3. ejercicios para el desarrollo de la fuerza máxima.

Siguiendo esta jerarquía, la subdivisión porcentual anual del entrenamiento de estas tres expresiones de la fuerza sería 70:20:10 para los esquiadores y 65:25:10 para las esquiadoras. Cernysov habla además de la utilización de dos formas de organización de la carga en el periodo preparatorio: el desarrollo global de las capacidades y el separado.

La forma separada ofrece la posibilidad de un aumento importante del nivel de fuerza de los principales grupos musculares. La realización de cargas especiales, en forma global por un periodo de tiempo prolongado (de 9 a 12 semanas) lleva a una disminución de su acción de entrenamiento sobre el organismo, sobre todo en lo referente a la cualidad de fuerza veloz. Las investigaciones realizadas con esquiadores de fondo, demostraron que una restricción de los medios para el desarrollo de la fuerza y de la resistencia, crea posibilidades netamente mucho mejores de adaptación a la actividad especial de competición. Luego hay que subrayar que esta forma "separada" de organización de la carga especial, no está en contradicción con la tradicional forma global de entrenamiento, sino que supera claramente las posibilidades potenciales.

En lo que se refiere a las carreras de mediofondo y de fondo, el búlgaro Bonov (1990) clasifica los medios fundamentales y los métodos de preparación de la fuerza en dos grandes categorías: no específicas y específicas. De las primeras forman parte los ejercicios de carga natural y los ejercicios en los que se supera una resistencia externa. Los métodos más utilizados son el de la repetición y el de circuito.

En la segunda categoría entran los medios y métodos que se orientan, principalmente, en índices cinemáticos y sobre requerimientos de la disciplina de competición, teniendo también en cuenta el efecto funcional sobre los principales sistemas fisiológico vegetativos. En el entrenamiento con los medios especiales se utilizan el método del esfuerzo prolongado con variaciones, los métodos de intervalos y los de repetición.

Los principios metodológicos para el desarrollo de las capacidades de fuerza son:

- del general al especial;
- de volúmenes elevados con poca intensidad, a intensidades elevadas con poco volumen;
- el carácter cíclico en la utilización de los diferentes medios de entrenamiento;
- una marcha "ondulatoria" de las cargas de entrenamiento.

Para la eficacia del entrenamiento de la fuerza no sólo es importante el uso de medios y métodos óptimos, sino también su colocación, igual de óptima, en la estructura anual. El checoslovaco Kucera (1989), basándose en sus investigaciones en corredores de mediofondo, afirma que, para el desarrollo de los resultados, es mejor un desarrollo gradual de las capacidades especiales de fuerza a lo largo de todo el periodo preparatorio que su concentración por un periodo breve. Sin embargo, entre el entrenamiento especial de la fuerza y la fase de competición debe transcurrir un periodo de 10 a 12 semanas.

Getmanets y Travin (1989) en la estructura anual, para el entrenamiento de la fuerza de los corredores de medio fondo, planifican 6 etapas:

1. etapa: comienzo del periodo preparatorio; duración 60 a 80 días.

Objetivo: desarrollo de la fuerza relativa hasta un 120-125% y de la resistencia a la fuerza hasta un 130-140% (el 100% es igual al resultado obtenido en las pruebas realizadas durante el periodo de transición);

2. etapa: parte central del periodo, duración de 25 a 30 días;

Objetivo: aumento de la resistencia a la fuerza hasta un 220-240%; mantenimiento de la fuerza relativa (evitando que descienda por debajo del 15%);

3. etapa: Periodo de competición invernal, duración de 25 a 30 días;

Objetivo: mantenimiento del nivel de resistencia a la fuerza en un 240% y de la fuerza relativa en un 110-115%, aumento de la energía producida gracias a la deformación elástica de los músculos hasta un 130-150%;

4. etapa: final del periodo preparatorio, duración 50-60 días;

Objetivo: Incremento de la fuerza relativa hasta un 120-125% y de la resistencia a la fuerza hasta 250-280%;

5. etapa: periodo precompetición, duración 25-30 días;

Objetivo: incremento del nivel de RF hasta el 300-350%; incremento de la energía de deformación elástica de la musculatura hasta el 130-140% y mantenimiento de la fuerza relativa en un 115-125%;

6. etapa: periodo de competición, duración de 120 a 150 días;

Objetivo: mantenimiento del nivel de RF en 250-300%; de la fuerza relativa en 108-115% y de la energía de deformación elástica de la musculatura en 140-150%.

En el transcurso del año, el entrenamiento de la fuerza según Polumin y Nareskin 1990, se reparte porcentualmente como se indica en el cuadro 7.

En Cernisov el entrenamiento de la fuerza se realiza concentrándolo en las dos etapas de la preparación, mientras que en la primera prevalecen el desarrollo de las funciones vegetativas del organismo en el sector aerobio y la preparación del aparato muscular y del tejido conjuntivo.

En la utilización de los medios especiales de entrenamiento de la fuerza en la segunda etapa (ligándolos con medios especiales de entrenamiento de la resistencia de larga duración y de alta intensidad), se pasa desde el desarrollo de la fuerza máxima (circuit training) a través del entrenamiento de la fuerza explosiva (ejercicios de imitación de la carrera y saltos, etc.) hasta el desarrollo de la resistencia a la fuerza.

Volumen y medios de entrenamiento de la fuerza.

Si bien en la literatura se encuentran todavía datos sobre ejercicios y sobre las posibles formas de entrenamiento de la fuerza, las publicaciones sobre el volumen de entrenamiento resultan más raras.

Los rusos Polunin y Nareskin (1989) en su plan de entrenamiento de la fuerza dan preferencia a la acentuación.

Según sus investigaciones, la concentración de cargas para el desarrollo de la fuerza y de la fuerza veloz en determinadas etapas del año de entrenamiento es más eficaz que su repartición uniforme. Y hablando de un número total de horas de entrenamiento de la fuerza de un mínimo de 120 a 130 horas al año, es decir, aproximadamente un 10-12% del tiempo global de entrenamiento. La subdivisión en porcentajes sería:

1. periodo de preparación: 41-42%;
2. periodo de preparación: 43-44%;
3. periodo precompetición: 6-7%.

El 7-10% restante se distribuye entre el tiempo restante del año de entrenamiento.

La repartición de los medios principales del entrenamiento de la FV se hace como se indica en el cuadro 8.

En cada una de las unidades de entrenamiento los medios de entrenamiento de la fuerza veloz se aplican como en el cuadro 9.

Los mesociclos que prevén un gran volumen de entrenamiento de la fuerza, deberían tener una duración de unas 10 a 12 semanas.

Suslov (1989) para las tres primeras etapas del año de entrenamiento, aconseja un entrenamiento general de la fuerza para los grupos musculares principales. Y aconseja una concentración de la fuerza veloz al final de la "etapa de base". La resistencia a la fuerza debería entrenarse durante 9 a 10 semanas, por lo que estas cargas de fuerza veloz se deberían aplicar de 2 a 3 semanas antes de la competición.

Suslov parte de un volumen total anual de entrenamiento de la fuerza de 100 a 120 horas, dando esta sucesión a los ejercicios usados durante el año:

Ejercicios generales de fuerza máxima.

Volumen: 10%.

Intensidad de la carga: 70-80%.

Distribución durante el año: concentrados al comienzo de un macrociclo.

Medios preferidos: ejercicios atléticos de fuerza, circuit training.

Ejercicios de fuerza veloz:

Volumen: 20%.

Intensidad de la carga: 30-50%.

Distribución en el transcurso del año: uniforme, con acentuación en cada etapa.

Medios preferidos: ejercicios de salto.

Entrenamiento de la resistencia a la fuerza.

Volumen: 70%.

Intensidad de la carga: 20-40%.

Distribución en el transcurso del año: casi durante todo el año.

Medios preferidos: carrera campo a través sobre terreno variado, saltos cuesta arriba.

Zuk (1990) sostiene la idea de que, en el mediofondo, el entrenamiento de la fuerza y de la fuerza veloz deben cambiarse fundamentalmente: debe haber una nueva concentración de los medios en cada una de las etapas del ciclo anual, como también lo propusieron Polunin y Nareskin.

Para poder proporcionar una evaluación objetiva del entrenamiento de la fuerza y de la fuerza veloz del equipo nacional de la ex- URSS, se estructuró y analizó este entrenamiento según el método asimétrico-alternado (= los miembros inferiores, en los ejercicios de fuerza y de salto no trabajan a la vez, sino de forma alternativa).

Si se emplea este método, cada uno de los miembros inferiores debe soportar el 100% de la masa corporal, favoreciendo así una carga específica de competición. Se trata de un tipo de trabajo que hasta ahora, en el entrenamiento, ha sido descuidado (Zuk 1990). En efecto, en el entrenamiento de los atletas en los deportes de resistencia se realizaban con preferencia ejercicios con pequeñas sobrecargas, o bien un gran volumen de ejercicios poco eficaces. Para compensar la insuficiencia de la masa de la sobrecarga en los ejercicios que prevén el empleo de los dos miembros inferiores, se debería aplicar sobrecargas suplementarias.

En el entrenamiento de la fuerza-fuerza veloz de los mediofondistas, en cada unidad de entrenamiento no deberían faltar nunca:

- carrera cuesta arriba, de hasta 5 km, o bien
- pasos "a saltos", hasta 3 km;
- carrera sobre terreno accidentado, hasta 60 minutos;
- carrera en la nieve, o en la arena, hasta 40 minutos.

5. EL ENTRENAMIENTO EN ALTITUD.

En los años 90 el entrenamiento en altitud representará una reserva de prestación, ya que ofrece la posibilidad de aplicar estímulos que van más allá de los que son posibles con las metodologías habituales del entrenamiento a nivel del mar; en pocas palabras ofrece la posibilidad de producir estímulos "suplementarios". Los efectos de adaptación que produce el entrenamiento en altitud, una vez de vuelta a nivel del mar pueden:

- provocar un aumento del nivel y de la estabilidad de la resistencia de base (RB) y de la RF;
- crear condiciones que permitan tolerar y reelaborar mejor las cargas específicas de competición;

2. fase de aclimatación (de 3 a 5 días, con un contenido del entrenamiento de carácter primordialmente extensivo; entrenamiento aerobio con medios generales, semiespecíficos y específicos);
3. fase principal de carga en condiciones de altitud (en el caso de una permanencia de tres semanas, duración de 16 a 18 días, con dos días de descarga aerobia después de unos 10 días y antes del retorno a condiciones normales);
4. fase de reaclimatación a las condiciones normales después del retorno a nivel del mar (de 5 a 10 días, durante los cuales existe un estado psicofísico de inestabilidad, entrenamiento de resistencia aerobioanaerobia, entrenamiento de la velocidad y de la resistencia a la fuerza veloz);
5. fase de la utilización controlada del efecto de la altitud (comienza unos 10 días después del retorno a las condiciones normales y dura hasta 30 días, aproximadamente) (Reiss 1990).

La condición fundamental para el aprovechamiento del efecto de la altitud, según Reiss, es que ésta sea una cota no inferior a los 2000 metros. Se ha demostrado que la duración más favorable del periodo de permanencia en altitud es de tres semanas. El aprovechamiento pleno del efecto de "altitud", se alcanza con un periodo de permanencia de hasta seis semanas.

El entrenamiento en altitud, en la estructura anual del entrenamiento, se debería utilizar sobre todo para el desarrollo de la resistencia de base y de la resistencia a la fuerza y en la preparación inmediata a la competición (PIC). En el entrenamiento plurianual, el estímulo de la altitud, debería aumentarse continuamente (frecuencia, duración, intensidad, carga de entrenamiento).

Ivancenko (1991) acumuló varias experiencias en su trabajo con nadadores de alto nivel de la ex-URSS durante encuentros en altitud desarrollados en Armenia, en Bulgaria y en Francia en cotas de 2000-2200 m. De ellas sacó la conclusión de que para una PIC óptima, de la que el entrenamiento en altitud es una componente esencial, se utilizan 9 semanas. También según él, el periodo más favorable de permanencia en altitud para mejorar las propias prestaciones en llanura llega a unas 3-4 semanas, exactamente treinta días con 3-5 días arriba o abajo. Las oscilaciones dependen sobre todo de la posición de la localidad de competición.

Nissar y Palmgren con sus estudios sobre el efecto sobre parámetros fisiológicos del entrenamiento en alturas elevadas (2.700 m), obtuvieron estos resultados:

- con la permanencia en alturas elevadas se pueden alcanzar pequeños cambios positivos en los parámetros cardiovasculares;
- las variaciones en el consumo de oxígeno, en los valores de los tests y en la economía de la carrera alcanzan casi los mismos valores que en condiciones normales.

El lento cambio en el consumo de oxígeno que se tiene en condiciones normales no se acelera con el entrenamiento en altitud. El aumento del valor de Hb está provocado por la salida del plasma en los tejidos circundantes. Por consiguiente la sangre se hace más densa. Las variaciones significativas del valor de Hb sólo son evidentes después de más de 20 días del encuentro en altitud. El consumo de fluidos en la altitud fue mayor que en condiciones normales y eso se atribuye a una mayor ventilación. Los análisis dirigidos a establecer la producción de ácido láctico demostraron que a alturas elevadas, en el entrenamiento sobre la distancia se alcanzan concentraciones hemáticas de ácido láctico mayores que en condiciones normales. El pulso bajo esfuerzo permanece invariable. En alturas elevadas la sensación de esfuerzo estuvo por debajo de la experimentada en condiciones normales.

Mizuno y otros (1990), en un entrenamiento de dos semanas a 2.700 m, no consiguieron establecer ninguna influencia sobre la capacidad de consumo máximo de oxígeno; sin embargo, hablan de una mejora de la capacidad de prestación de duración breve, como resultado del incremento de la capacidad tampón del músculo. Perronet y otros notaron que el rendimiento mecánico de la carrera aumenta constantemente con la altitud, mientras que la reducción de la potencia máxima aerobia debida a la altitud está ligada, inevitablemente, a una disminución de los resultados tanto en media distancia como en larga (desde los 800 m al maratón). Sobre todo en alturas superiores a los 2.500 m la reducción de la densidad del aire no es bastante para compensar la disminución de la máxima potencia aerobia, y esto lleva a un empeoramiento de la prestación (Perronet y otros 1991).

En la literatura se encuentran diversas indicaciones sobre la acción negativa del entrenamiento en altitud. Y en efecto, el entrenamiento en cotas altas puede tener efectos negativos en los casos siguientes:

- un estado de salud frágil;
- un nivel inicial de capacidad aerobia muy bajo;
- un entrenamiento lactácido demasiado frecuente;
- una fase de recuperación demasiado escasa;
- una alimentación inadecuada;
- poco respeto a las condiciones necesarias para la aclimatación y la reaclimatación.

También Hahn (1991) recuerda que, además del efecto positivo general, una permanencia muy prolongada en alturas elevadas provoca, a causa de la disminución de la intensidad del entrenamiento, una pérdida de velocidad, de fuerza y de otras capacidades musculares. Si se quieren singularizar y frenar los efectos indeseables del entrenamiento en altitud, es preciso un control diario del entrenamiento (frecuencia cardiaca, lactato, fosfocreatina, etc.).

Notas.

(1). Para las abreviaturas usadas en este trabajo y para las definiciones de los conceptos utilizados ver M. Reiss, "Problemas del entrenamiento de alto nivel en los deportes de resistencia", Sds -Rivista di cultura sportiva, IX, 1991, 22, 33-39.

(2). Sobre el entrenamiento en condiciones de hipoxia ver Fuchs U., Herzberger P., "Training unter künstliche Hypoxiebedingungen. Ein wirksame Methode zur Unterstützung der Ausdauerentwicklung, Training und Wettkampf", 28, 1990, 5, 31-41. Para un resumen amplio de este artículo ver Trainer's Digest, Sds -Rivista di cultura sportiva, X, 1991, 21, 76-78.

(3). Sobre este punto ver también el resumen del seminario "El entrenamiento de la resistencia, un encuentro internacional" desarrollado en Manigod, La Clusaz (Francia) del 26 de setiembre al 1 de octubre de 1992, pág. 28 del nº 26, 1992 de la Rivista di cultura sportiva.

COMPONENTES EN EL DESARROLLO AEROBICO

Autor: Ken Grace, City College de San Francisco

Este artículo original analiza el entrenamiento del umbral y ofrece aplicaciones útiles para utilizar este entrenamiento.

(Cantidad contra calidad) El valor de una u otra variable sola es cuestionable. Por ejemplo, una carrera de diez millas no tiene significado sin una información mas amplia. Las dos variables, cantidad y calidad, proporcionan sólo una comprensión limitada del proceso de entrenamiento sin el conocimiento del nivel de habilidad corriente del atleta y la historia pasada de su entrenamiento.

La cantidad debe preceder siempre a la calidad (Vigil). Sin embargo, si el volumen de trabajo no alcanza un umbral crítico de calidad, no se producir un efecto de entrenamiento. La cantidad de entrenamiento para corredores de media y larga distancia se mide de muchas formas: minutos, horas, millas o kilómetros. La carga de entrenamiento no deber aumentar mas de un 10% por semana o microciclo (TAC Educación de Entrenadores nivel II). La frecuencia de los ejercicios de entrenamiento, otra medida de cantidad, se registra por microciclos (de una semana a diez días), mesociclos (dos a cuatro microciclos), y macrociclos (plan anual o de temporada).

El entrenamiento en calidad esta directamente relacionado con el nivel actual de capacidad individual. Hay varios métodos para medir la intensidad de entrenamiento: % del paso de carrera, % de consumo de oxígeno ($V_{O_2 mx}$), niveles de lactato en la sangre, ritmo cardiaco (HR) y esfuerzos observados en el ejercicio. El pulso, durante el ejercicio y en la recuperación, es una herramienta excelente para evaluar la intensidad y el progreso del entrenamiento. Un control preciso de HR permite al entrenador medir individualmente el estrés del ejercicio de entrenamiento y los sistemas de energía que se están utilizando.

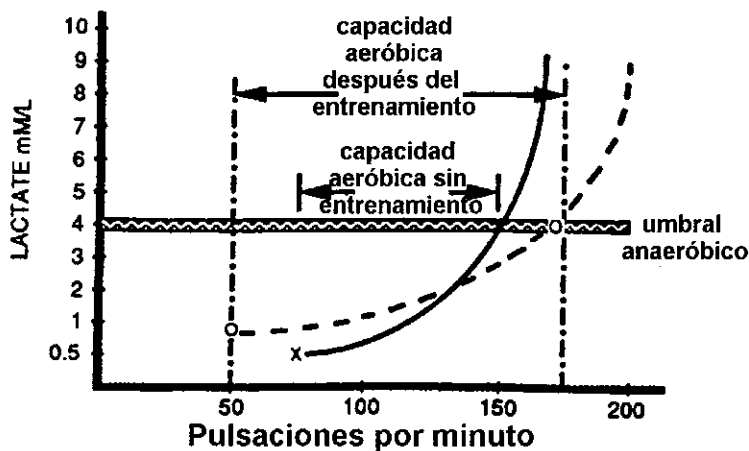
El sistema de energía que es dominante en un acontecimiento atlético se determina por el tiempo (cantidad) y por la intensidad (calidad) de la actividad. La energía para la contracción de todos los músculos viene de la división de un compuesto denominado trifosfato de adenosina (ATP). Hay tres sistemas de energía para generar ATP:

- Sistema alactato anaeróbico: Los músculos tienen almacenes de fosfato de creatina y de ATP que duraran de 6 a 7 segundos. El oxígeno no se utiliza y no se produce ácido láctico (lactato).
- Sistema lactato anaeróbico: Empieza después de 8 segundos y produce ATP por la descomposición de glucosa o glicógeno sin oxígeno para producir energía y ácido láctico. Este sistema es poco efectivo y trabaja sólo en funciones de 20 a 60 segundos.
- Sistema aeróbico: Necesita de dos a tres minutos para activarse totalmente. La descomposición aeróbica, u oxidativa, de hidratos de carbono y grasas son la principal fuente de combustible para este sistema. La producción de ATP por medio del sistema aeróbico se origina en el interior de las mitocondrias de las células musculares (Costill). La proliferación y desarrollo de las proteínas especializadas llamadas "enzimas oxidativas" dentro de las mitocondrias está relacionada con la capacidad individual para ejecutar trabajo aeróbico (Costill).

Los sistemas de energía anaeróbico lactato y aeróbico funcionan simultáneamente en actividades mas largas de 45 segundos. El grado en que funciona cada sistema es dependiente de la duración e intensidad del acontecimiento y del nivel de capacidad del atleta (Bompa).

Hay dos umbrales críticos para el entrenamiento del sistema de energía aeróbico. El primero, umbral aeróbico, tiene lugar cuando los niveles de lactato se elevan sobre los valores de cuando se está en reposo, en unos 2 milimoles por litro (mM/L). El umbral aeróbico empieza generalmente a un ritmo cardiaco (HR) de 130 a 140 pulsaciones por minuto (bpm) (TAC Nivel II). El umbral segundo, llamado umbral anaeróbico (AT), o umbral ventilatorio/lactato, es el punto en que los niveles de lactato en la sangre se empiezan a acumular rápidamente junto con un fuerte incremento de la respuesta respiratoria (Coe y Martín, 1991). Al cambio del umbral aeróbico al umbral anaeróbico (AT) se le denomina zona de paso aerobio-anaeróbica (Janssen, 1989).

Por razones prácticas se supone que AT ocurra a los 4 mM/L de lactato sanguíneo. El AT, punto en el que el ser humano empieza a estar falto de oxígeno, le ocurre a todo el mundo, pero debido a diferencias individuales no sería preciso asumir que el AT ocurre a los 4 mM. Una vez que se haya sobrepasado el AT, tendrá lugar una creciente acidificación. Dependiendo del grado y de la duración con que se sobrepase el AT puede llegar un tiempo en el que el atleta se vea forzado a parar (Janssen). La capacidad aeróbica se desarrolla por el entrenamiento en y justamente por encima de la zona de paso aerobio-anaeróbica, por lo general a valores de lactato de 2 mM/L a 5 mM (Janssen).



x = sin entrenar, o = después del entrenamiento

Figura 1.- Capacidad aeróbica aumentada con mejoramiento del AT.

Por medio del entrenamiento el atleta no sólo puede elevar su VO_2 max, la capacidad del cuerpo para utilizar oxígeno, sino también el AT (Figura 1). Cuando se mejora el AT, se mejora también el ritmo máximo sostenible por el atleta (Coe y Martín).

Con la mejora en el AT se consigue una capacidad aumentada para correr cerca del VO_2 max sin los efectos debilitantes de la acidificación (Janssen).

Para evaluar el entrenamiento se pueden usar HR, AT, VO_2 max, velocidad y actuación. Estas medidas, cuando se emplean conjuntamente, proporcionan al entrenador y al atleta una información básica para el desarrollo de los planes de entrenamiento.

Fuera del laboratorio de investigación, donde se ven forzados a trabajar muchos entrenadores, se han desarrollado métodos no invasores y pragmáticos para ayudar al entrenador a evaluar el AT, el VO_2 max, y la intensidad de entrenamiento apropiada.

Hay dos métodos para establecer la frecuencia cardiaca y la velocidad por el AT:

(1) En atletas que están capacitados aeróbicamente la velocidad media de la carrera de una hora o tiempo de prueba se iguala aproximadamente con la AI (Conconi, 1982).

(2) Mientras el atleta lleva el dispositivo de control de HR, se le instruye para que corra continuamente 400 metros, empezando muy lentamente. El atleta ha de aumentar su velocidad de 1 a 2 segundos cada 400 metros. Cada 400 m se mide el tiempo y las pulsaciones del atleta. Se trazan en un gráfico la HR y el tiempo en cada 400m (Figura 2). Aparece un punto de deflexión cuando un aumento en velocidad no causa un aumento lineal en el pulso. Este punto se considera el AT (Conconi).

Una vez se ha establecido el AT usando el primer método para determinarlo, en una última sesión se controla el pulso del atleta mientras corre a la velocidad establecida. La HR se iguala con el AT. Los niveles reales de lactato en la sangre no se miden usando ninguno de estos métodos.

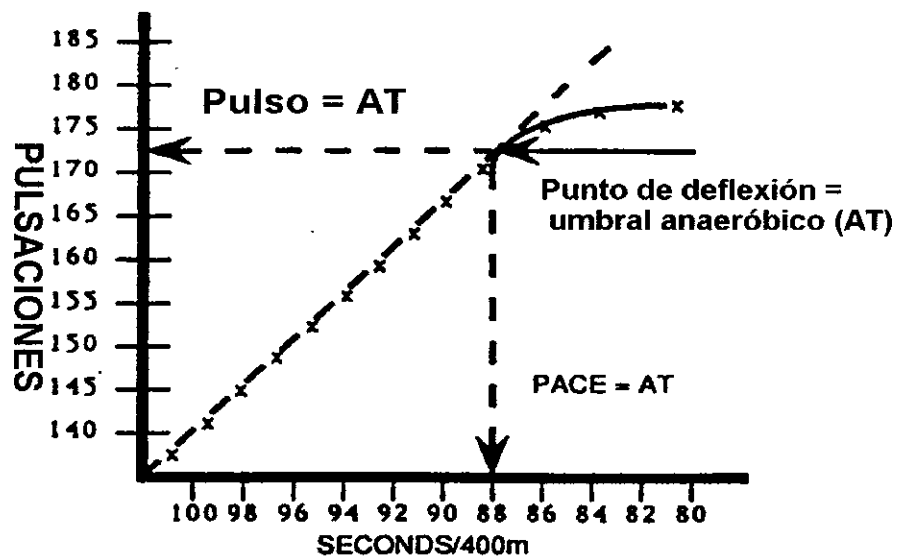


Figura 2.- Ejemplo del Test de Conconi para determinar el AT.

El VO_2 max se alcanza a una marcha que no se puede tolerar mas allá de 10 a 12 minutos. Usando las mejores actuaciones para una y dos millas, se puede calcular la VO_2 max (Costill) del siguiente modo:

$$\begin{aligned} VO_2 \text{ máx} &= 133'61 - (13'89 \times \text{una milla, tiempo en minutos}) \\ &= 128'81 - (5'95 \times \text{dos millas, tiempo en minutos}) \end{aligned}$$

VO_2 Demandas del entrenamiento = $(329/\text{velocidad en minuto por milla} - 5'24)$

$\% VO_2 \text{ máx} = (VO_2 \text{ Demandas del entrenamiento}/VO_2 \text{ máx}) \times 100$

La frecuencia cardiaca máxima (HR mx.) ocurre después de 5 minutos de esfuerzo duro. Para medir la HR mx, después de que el atleta ha ejecutado un precalentamiento continuo de 15 a 20 minutos, se le instruye al atleta para que corra toda una milla mientras lleva el dispositivo de control de HR. Recalque que los últimos 300 m los corra con el máximo esfuerzo. Inmediatamente controle y registre las pulsaciones del atleta hasta el final.

Pasee con el atleta durante 60 segundos vigilando sus pulsaciones.

Registre la recuperación de pulso a los 30 y a los 60 segundos.

Al usar los resultados de las evaluaciones sobre el terreno por el entrenador, el entrenamiento puede progresar si se observa la relación entre $VO_2 \text{ máx}$, AT, HR mx, y actuación en una milla (Cuadro 1) (Coe y Martín, Costill, Daniels, 1990, Janssen, Vigil).

El porcentaje de HR MAX (% HR máx) alcanzado durante varios tipos de entrenamiento - tiempo en las carreras, intervalos de AT y intervalos intensivos - depende de las pulsaciones en AT. Pulsaciones más elevadas en AT significarían un aumento en los valores del % de HR Máx. y viceversa.

Ejemplo: Un corredor con una victoria reciente de 5:00 para la milla, usando el cuadro 1.

Resultados de la prueba: HR máx = 192 ppm

AT = 175 ppm = 5:55/milla

$VO_2 \text{ máx} = 5:22/\text{milla}$

	Velocidad/milla	HR/ppm
Carrera larga uniforme	7:08-:39	147-152
Carrera de recuperación	7:41-:52	142-146
Carrera m	6:31-:40	159-161
Carrera de ritmo	6:10-:15	170-171
Intervalos de AT (3-8 min)	5:55	175
Intervalos intensivos (2-5 min)	5:22-:26	180 +

En la Figura 3 se da una representación gráfica de las intensidades de entrenamiento apropiadas para el corredor del ejemplo.

	%Milla mejor	%AT HR	%V02 max	% Max HR	mM/L (teórico) Lactato
Carrera larga uniforme (1'5-2 horas)	70	87	70	79	1
Carrera media (30-60 min)	75	91	82	83	2
Carrera de ritmo (30-60 min)	80	97	87	89	3
Intervalos de AT (3-8 min)	85	100	90	91	4
Intervalos intensivos (2 - 5 min)	92	100'0	100	94	5

Cuadro 1: Referencias de actuación

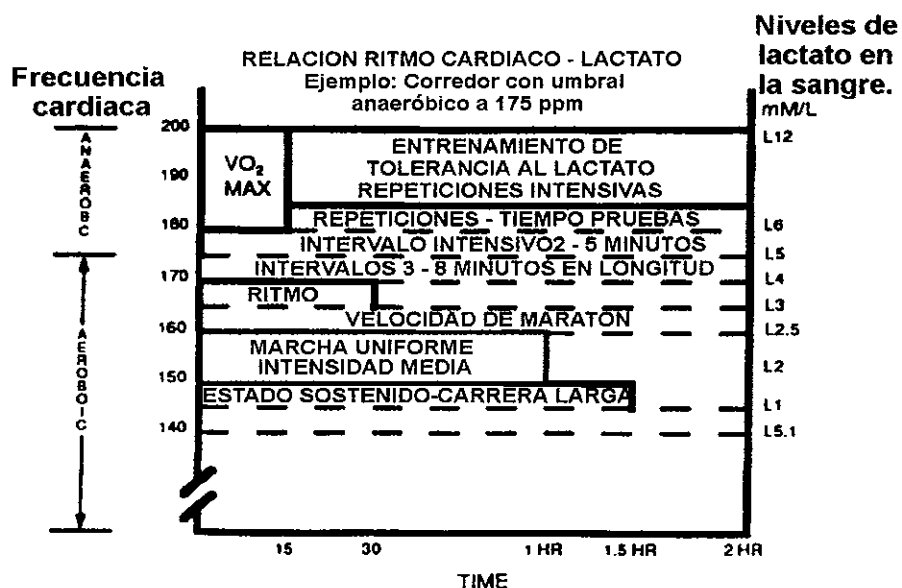


Figura 3.- Relación de HR, AT y forma de entrenamiento.

Complicaciones en el entrenamiento

1 Una capacidad aeróbica fuerte estabiliza la velocidad (Bompa). La consistencia de las actuaciones anaeróbicas se ve afectada a menudo por un trabajo exageradamente lleno de tensión.

2 El entrenamiento de la tolerancia al lactato no deber sobrepasar dos días a la semana en una fase no competitiva y una vez a la semana en la temporada competitiva (Freeman, 1989). Un entrenamiento excesivo de la tolerancia al lactato puede dañar temporalmente el sistema enzimático aerobiótico (Costill).

3 Por encima de las 180 pulsaciones por minuto, ppm, el corazón no se llena completamente entre las contracciones, resultando menos oxigenada la sangre que manda a los músculos que trabajan. En este punto o un poco antes, debe cesar el entrenamiento (Bompa).

4 El mejoramiento en el sistema aeróbico excede con mucho a la cantidad de mejoramiento que se puede efectuar en el sistema anaeróbico lactato (Costill). Cuanto mas alto sea el AT, mayor ser la capacidad aeróbica.

5 Se puede producir un sobreentrenamiento por un aumento repentino del volumen de entrenamiento, mayor de un 10% por microciclo, o un incremento rápido en intensidad. Una frecuencia cardiaca elevada en reposo, muestras de sueño intranquilo, y rápida pérdida de peso corporal son todo síntomas de sobreentrenamiento (Grace, 1988).

6 Sesiones ligeras de recuperación deben seguir a los días de entrenamiento pesado para acelerar la adaptación. Durante las sesiones de recuperación la intensidad de carrera no deber exceder de 150 ppm o de HR equivalente a un nivel de lactato de 2 mM/L.

7 Utilizando la HR como guía durante el entrenamiento, con o sin AT o VO_2 max , se consigue una información inmediata y precisa de como responde el atleta.

8 Los cuadros disponibles relacionados con el funcionamiento de los sistemas de energía en los acontecimientos deportivos han sido establecidos con actuaciones de élite. Su duración determina cual es el sistema de energía dominante.

9 Generalmente un microciclo de 7 días no competitivo, debe incluir dos carreras medias; una carrera larga y uniforme; una sesión de intervalos de AT o de intervalos de intensidad; y tres carreras de recuperación. Podría efectuarse cada 14 días una carrera uniforme de AT (Daniels, Vigil).

10 La clave para un entrenamiento fructífero del umbral es el evitar correr mas rápido que la marcha prescrita (Daniels, Janssen).

ENTRENAMIENTO EN HIPOXIA ARTIFICIAL

Autor: M. Gulinelli

Con la caída del muro de Berlín y la reunificación de Alemania, comienzan a salir de los armarios de la ex RDA, además de algunos esqueletos relacionados con el doping, los "secretos" metodológicos y científicos que sirven, parcialmente, para explicar los resultados de sus atletas. Así, la caída del secreto de estado que pesaba sobre todo lo que se refiriera a los estudios sobre el deporte de alto nivel, ha permitido descubrir que desde hace veintiocho años se venía publicando una revista, *Theorie und Praxis der Leistungssport*, con artículos tanto de investigación científica, como de teoría y metodología del entrenamiento de diversos deportes, de una rigidísima circulación interna y conocida solamente por un círculo restringido de entrenadores.

Tales artículos no podían ser difundidos y tan estrecho era el control sobre ellos que estaba prohibido directamente el citarlos en las bibliografías de otras revistas, de mayor difusión (y no secretas). En 1990 esta publicación cambió de nombre, ha dejado de ser secreta, y ha sido editada, con la nueva cabecera *Training und Wettkampf*, hasta que la RDA fue cancelada definitivamente del número de las naciones. En el número 5 de 1990 se publicó un interesante artículo acerca de las experiencias hechas en la ex-RDA sobre el entrenamiento en condiciones naturales y artificiales de hipoxia en los deportes de resistencia -de los que hasta ahora no se tenían mas que unos conocimientos escasos- realizadas por Ulrich Fuchs y Peter Herzberg (el primero, colaborador del Departamento de deporte estival de la presidencia federal del Dtsb; el segundo, del Instituto de investigación para la cultura física y el deporte de Lipsia) (U. Fuchs, P. Herzberg, "Training unter k stlichen Hipoxiebedigungen. Eine wirksame Methode zur Unterst zung der Ausdauerentwicklung", *Training und Wettkampf*, 28, 1990, 5, 31-41).

En el comienzo, los autores hacen constar como el entrenamiento en altura había adquirido una posición de primer plano en la preparación

para lograr resultados de alto nivel en los deportes de resistencia y cómo en pocos países subsisten las condiciones para su aplicación eficaz (clima, regiones que se encuentran en la altitud deseada, instalaciones adecuadas, etc.). Por lo cual, puede constituirse una alternativa, pero también un medio de la potencialidad autónoma, de un entrenamiento en condiciones artificiales de hipoxia, en el que se utilizan instalaciones y un ambiente acondicionado para una asistencia completa al atleta, en condiciones de una altitud normal. En base a estas reflexiones, hasta 1979 en la Escuela Deportiva de Kienbaum (una localidad a 40 km de Berlín), se utilizó una cámara hipobárica adaptada a las exigencias del entrenamiento de alto nivel, que permitía el entrenamiento simultáneo de treinta y nueve atletas en condiciones artificiales de hipoxia. La cámara estaba preparada en un edificio de dos plantas, estaba dotada de cintas transportadoras, cicloergómetros, aparatos para el entrenamiento general y especial de la fuerza, un estanque para remar (canoa) y otros espacios donde poder colocar otros aparatos y para el acondicionamiento general. Estas son sus características principales:

- posibilidad de variar y regular relaciones de presión, tales como para simular un "nivel de cota" (o sea, una reducción artificial de la presión parcial de oxígeno correspondiente a las relaciones de presión que se encuentran en diferentes altitudes en condiciones naturales) entre los 1000 y los 4000 m;
- posibilidad de poderse entrenar en hipoxia en condiciones de vida habituales, o de poder hacer entrenamiento en hipoxia y a la vez en condiciones normales dentro de la misma jornada;
- posibilidad limitada (o ausencia) de condiciones de entrenamiento específicas para los diversos deportes de resistencia, con posibles efectos negativos sobre la técnica;
- eliminación de viajes costosos, de adaptaciones debidas al cambio de huso horario y de clima, de riesgos de enfermedades del estómago e intestinales.

Las numerosas investigaciones científicas desarrolladas, y las experiencias prácticas acumuladas, permiten a los autores formular algunos principios generales, válidos no solo para el entrenamiento en hipoxia artificial, sino también para condiciones naturales de escasez de oxígeno (altitud). Su aplicación práctica en los diversos deportes y disciplinas, debe tener en cuenta la estructura de la prestación en el deporte considerado, la especificidad de la construcción de la prestación du-

rante el año de entrenamiento, y el nivel individual de los resultados. Para los autores, la permanencia en la cámara hipobárica abre el camino a una forma específica de entrenamiento en condiciones de hipoxia, que ayuda al desarrollo de la prestación de resistencia con mucha más eficacia que el entrenamiento desarrollado exclusivamente en condiciones naturales. Tanto en condiciones artificiales como naturales (altitud) de hipoxia, el factor principal de estímulo suplementario está representado por la disminución de la presión parcial de oxígeno. Para ello, según Fuchs y Herzberg, existe una serie de principios de aplicación de la hipoxia en el entrenamiento que vale para cada una de estas dos condiciones:

1. el entrenamiento en hipoxia ofrece la posibilidad de un mejoramiento suplementario de la prestación, solamente si se inserta en un plan global y estable en conjunto de un entrenamiento anual o plurianual. Sin embargo, aun si se utilizan las condiciones de hipoxia, no se deben efectuar cambios en la estructura de la carga prevista. Estos cambios en este tipo de entrenamiento solo conduce a errores en el desarrollo de los resultados y excluye toda posibilidad de programación;

2. programas de entrenamiento comparables, en condiciones normales y en condiciones de hipoxia, producen efectos diferentes. Estas diferencias se caracterizan por:

a) cambios en el desarrollo cronológico de muchas reacciones biológicas antes, durante y después de la carga;

b) la prolongación consiguiente de las pausas de recuperación entre las cargas en las unidades de entrenamiento y la duración de la recuperación entre las diversas unidades;

c) aumento de la intensidad del estímulo representado por la carga;

3. en los atletas entrenados, el aumento del grado de eficacia del entrenamiento en hipoxia es debido siempre a la unión entre entrenamiento y condiciones de hipoxia, donde el factor principal viene a ser el entrenamiento. En efecto, en sujetos entrenados, la simple permanencia pasiva en condiciones de hipoxia no produce adaptaciones que provoquen incremento de la prestación.

4. para utilizar eficazmente las condiciones de hipoxia es necesario que exista ya un buen nivel de resistencia de base. De otro modo, la construcción general de la prestación se desordena y muestra oscilaciones de duración larga.

5. en las reacciones a la hipoxia y a la carga, hay diferencias individuales que, con respecto a las condiciones normales, obligan a una especificidad mayor y a una modulación a corto plazo del entrenamiento.

Ademas de estos principios generales, en la planificación y organización del entrenamiento con el uso de la camara hipobárica, deben considerarse estas particularidades y estas posibilidades:

1. la posibilidad de variar las "altitudes", permite estudiar los niveles de "cota" elegidos en función de las exigencias (tareas) del entrenamiento;

2. según el acento propio del periodo de entrenamiento considerado, la tarea y el contenido del entrenamiento en condiciones artificiales de hipoxia (Cai), se realizan y planifican asumiendo el carácter de entrenamiento complementario o determinante, con las proporciones relativas entre condiciones normales de entrenamiento y la hipoxia artificial;

3. en la planificación hay que considerar que el entrenamiento en condiciones artificiales de hipoxia se desarrolla sobre todo con medios semiespecíficos y generales. De esto se derivan consecuencias metodológicas ligadas al periodo de entrenamiento, que tienen por finalidad garantizar la unidad entre exigencias condicionales y técnicas, tanto en condiciones de hipoxia como en condiciones normales;

4. al planificar la estructura de los microciclos, al organizar el entrenamiento y el horario (régimen) diario, debe tenerse en cuenta que el empleo de la camara hipobárica permite tiempos mayores, antes y después del entrenamiento.

Para los principios metodológicos a aplicar en este tipo de entrenamiento, los autores hacen tres recomendaciones:

1. En base por una parte a las posibilidades que la camara hipobárica (Cai) ofrece, y por la otra por las escasas condiciones para un entrenamiento específico, se asigna la prioridad a la variante metodológica de la alternancia diaria entre el entrenamiento en condiciones artificiales de hipoxia y el realizado en condiciones normales (llamada por los autores entrenamiento sostenido de la hipoxia, Asi). Este debe ser planificado, realizado y analizado como un conjunto, en los periodos de entrenamiento correspondientes. O sea que las tareas señaladas a esta fase determinada de construcción de la prestación durante el año, determinan contenidos, métodos, medida y relaciones entre las cargas en

condiciones normales y cargas en Cai. En el marco de esta variante principal, partiendo del objetivo y de la tarea de un determinado periodo de entrenamiento durante el año, las Cai están correlacionadas, como ya se ha dicho, con un entrenamiento de carácter complementario o determinante. La elección de esta dirección principal está determinada por la parte en que se marca el acento en el desarrollo de la estructura de la prestación, por la estructura del año de entrenamiento, y por el grado específico de posibilidades de realización de la técnica del deporte considerado, existentes en la Ca (figura 1).

El entrenamiento con carácter complementario se aplica cuando:

- el punto central del mesociclo considera el incremento de la velocidad en condiciones de competición, y por consiguiente, en el centro del entrenamiento hay cargas de resistencia a la velocidad y de resistencia de competición;
- por las condiciones particulares de la Ca, no se puede realizar la unidad necesaria entre el desarrollo de las capacidades condicionales y el de la técnica.

Por lo tanto, el entrenamiento en condiciones artificiales de hipoxia con carácter complementario tiene la finalidad de "sostener" el entrenamiento dirigido a garantizar el desarrollo deseado y la consolidación del nivel de resistencia de base que se ha alcanzado. El nivel de cota y la carga, se eligen de tal forma que en primer lugar se responda a las exigencias establecidas para el entrenamiento de la resistencia de base 1 (RB1) (para los conceptos de resistencia de base 1 y resistencia de base 2, ver la nota 2 del artículo de H. Scheumann, "Deporte de resistencia y planificación del entrenamiento" Sds, IX, 1990, 19, 31-38).

El entrenamiento de carácter determinante se aplica cuando:

1. en Cai se puede obtener, incluso empleando medios semiespecíficos, un desarrollo considerado mas eficaz de la velocidad en condiciones aeróbicas y Arerobico-anaerobias, por medio del entrenamiento de las RB1, RB2 y de la resistencia a la fuerza;
2. hay que elevar el nivel de las presuposiciones fundamentales de prestación, sobre todo de la capacidad general de resistencia y de resistencia a la fuerza.

El fin de este tipo de entrenamiento es por consiguiente el de favorecer con mayor eficacia el acento de desarrollo que se ha puesto en un periodo determinado; el entrenamiento en condiciones naturales sostiene este proceso predominantemente por medio de un entrenamiento específico de la RB1.

Cualesquiera que sean las soluciones metodológicas de entrenamiento sostenido en hipoxia, según los autores, después hay que tener en cuenta algunos factores y aspectos especiales:

1. el "nivel de cota" elegido;
2. la duración de la carga;
3. el grado de realización de la técnica deportiva;
4. la estructuración de la fase de aclimatación "aguda";
5. la estructuración de la fase de readaptación.

1. el "nivel de cota" elegido. Fuchs y Herzberg afirman que en alturas entre 2.500 y 3.000 m, desde el punto de vista biológico no hay factores limitantes en los sistemas de producción y de consumo de la energía, de transporte de oxígeno, en el sistema cardiocirculatorio y en la activación nerviosa central. Por el contrario, una carga de entrenamiento desarrollada en una altitud de 4.000 m, lleva ya a solicitaciones límite con respecto a las exigencias para el alto nivel de una carga eficaz y bien controlable.

Un empleo breve, de una a dos horas en el primero y en el segundo día, tiene un influjo positivo sobre la formación de las adaptaciones deseadas, sobre todo del suministro de oxígeno, pero no es absolutamente necesario desde el punto de vista metodológico. Si se parte de la disminución de la capacidad de prestación aerobia (figura 2), con la reducción de la velocidad y de la frecuencia de movimiento, la menor resistencia al avance y la flexión del empuje, producida por el "nivel de cota", se consigue que, desde el punto de vista metodológico, para determinar este último se debe partir siempre de la función dominante en el contenido del entrenamiento y de las cargas que lo realizan. La garantía de que se reúnan los fines del entrenamiento tiene prioridad sobre los niveles de cota". Deben preferirse los niveles de cota" entre los 2.500 y los 3.000 m.

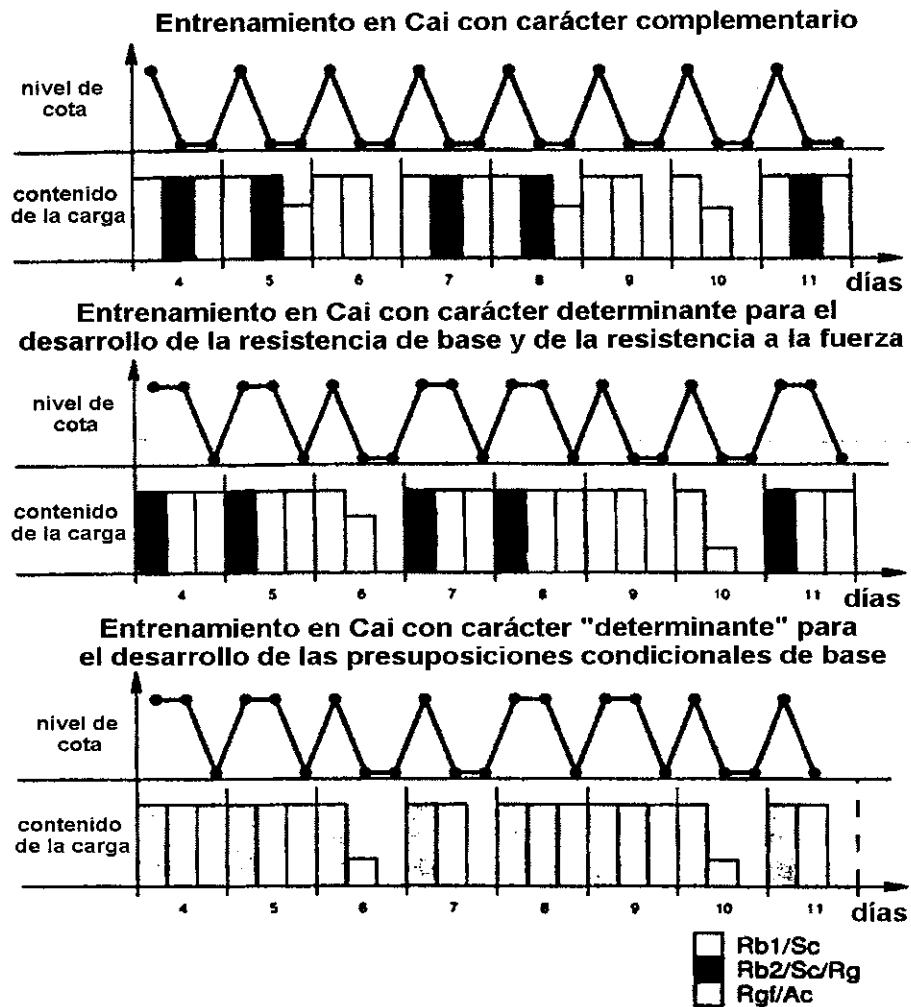


Figura 1.- Tipos de micro ciclos que representan soluciones generales para el entrenamiento sostenido en hipoxia (Cia = condiciones artificiales de hipoxia). Leyenda: RB1 = resistencia de base1; RB2 = resistencia de base2; Sc = sector de compensación; Rsf = entrenamiento según el método de carga prolongada o a intervalos con impulsos de fuerza en cada uno de los ciclos de movimiento superiores a los movimientos medios en competición; RG = resistencia de competición; RGF = entrenamiento específico o semiespecífico, según el método de carga prolongada, a intervalos o de competición, contra resistencias similares a las requeridas en competición; Ac = entrenamiento de complemento.

En base a las investigaciones sobre la evaluación de la prestación, se fija la carga por medio de la velocidad, de la duración, etc.; no obstante se pueden utilizar también las variaciones del nivel de cota, para garantizar eficazmente los fines del entrenamiento.

El aumento de la tasa de lactato y la disminución de su eliminación, con respecto a las condiciones normales, obliga a un cambio en las relaciones entre carga y recuperación. Los autores dan este marco general de referencia orientativa, sujeto a oscilaciones que dependen de los requerimientos específicos impuestos al atleta por los medios de entrenamiento aplicados, del nivel de entrenamiento y de la tolerabilidad individual hacia la hipoxia:

- en las cargas para el entrenamiento de la RB1 (concentraciones de lactato inferiores a los 2 mM/L) la estructura de la pausa es la de las condiciones normales;
- en las cargas de entrenamiento de la RB2, para el desarrollo de la capacidad de prestación aerobia del sector aerobio-anaerobio (concentraciones de lactato de 4 a 7 mM/l) si el "nivel de cota" es de 2.500 m se debe aumentar en un 15% la pausa de recuperación y si es de 3.000 m, en un 30%;
- en las cargas de entrenamiento de la RB2, funcionales para la prestación de competición (concentración de lactato 7 mM/l y mas) es necesario alargar la pausa de recuperación en un 30% y hasta un 60% si el "nivel de cota" es de 3.500 m.

2. Duración de la carga. El grado y la estabilidad de la adaptación a la hipoxia se determinan, fundamentalmente, por la duración de la carga. Para garantizar un entrenamiento que provoque adaptación, la duración de la carga activa en hipoxia (con esta expresión Fuchs y Herzberg entienden el conjunto de cada una de las cargas y de las pausas de recuperación) por nivel de cota, no debe ser inferior a las dos horas, mientras que la distancia entre las unidades de entrenamiento no debe ser superior a las 36 horas. Teniendo en cuenta la dinámica de la adaptación biológica, la cantidad de tiempo prevista para los diversos objetivos y tareas de entrenamiento sería:

- para la preadaptación al entrenamiento en condiciones de altitud natural: de 5 a 6 días con una carga activa de 15 a 20 horas;
- para las tareas encaminadas a la estabilización de la capacidad de resistencia de base: doce días con además 20 horas de carga activa;
- para las tareas de desarrollo de la capacidad de resistencia de base y de resistencia a la fuerza, en las que el entrenamiento en condiciones artificiales de hipoxia tenga carácter determinante, mas de doce días y 30 horas de carga activa.

Para esta orientación es importante que, gracias a la sucesión de mas sesiones con entrenamiento sostenido de la hipoxia o con entrenamiento en altitud, la dinámica de la adaptación, sobre todo en los primeros tres a cinco días, pueda acelerarse. Al mismo tiempo se au-

menta la estabilidad de las adaptaciones conseguidas por el entrenamiento en condiciones normales.

3. Grado de realización de la técnica deportiva. Si se desea responder a la exigencia del desarrollo unitario de la técnica deportiva y de las capacidades condicionales, una parte del entrenamiento se debe hacer en buenas condiciones específicas al exterior de la cámara hipobárica, y al mismo tiempo, se debe aplicar un método específico en la cámara hipobárica misma y garantizar el mantenimiento de determinados parámetros técnicos (valores de frecuencia y amplitud de marcha, parámetros de impulso, otras estructuras dinámico-temporales, posiciones del cuerpo). Los errores se van corrigiendo sistemáticamente y es importante enseñar al atleta a regular conscientemente sus movimientos. Las proporciones entre el entrenamiento en condiciones artificiales de hipoxia y en condiciones normales, se establecen según los contenidos y objetivos del mesociclo, y según las condiciones específicas existentes en la cámara hipobárica. Independientemente de las proporciones, en cada unidad de entrenamiento en condiciones de hipoxia artificial o normal, se debe exigir con rigidez que el atleta haga correctamente tanto los movimientos requeridos por la técnica de competición, como los previstos para cada uno de los ejercicios de entrenamiento. En el entrenamiento sostenido en hipoxia, el porcentaje de entrenamiento en condiciones normales debe ser tanto mayor, cuanto más se ponga el acento sobre el desarrollo y la construcción de la prestación compleja de competición, siendo menor el grado de realización de la técnica deportiva en la cámara hipobárica. No obstante, sin descender por debajo de los requerimientos mínimos de duración de la carga en C_{ai} . En los deportes en los que no existen condiciones específicas o semiespecíficas de entrenamiento en C_a , el entrenamiento sostenido en hipoxia deber usarse solamente en los mesociclos, cuando el acento cae sobre condiciones generales de la prestación, sobre todo sobre la capacidad de resistencia y de resistencia a la fuerza.

4. Estructuración de la fase "aguda" de aclimatación. Cuando se planifican y se realizan periodos de preparación sostenidos en condiciones de hipoxia, en la construcción de la carga del microciclo hay que poner una atención extremada a la fase de aclimatación aguda. El comienzo de los procesos de ajuste, en los sistemas biológicos funcionales del organismo sometido a esfuerzo, lleva realmente a una inestabilidad de la capacidad de prestación. Normalmente, la fase aguda de aclimatación dura de tres a seis días. Esta se prolonga si aumenta la altitud, o en presencia de un nivel bajo de capacidad de prestación aerobia y de una experiencia pequeña en hipoxia. Se acorta si la altitud disminuye, si se tiene un nivel alto de capacidad de prestación aerobia y experiencia grande en hipoxia. Pero no desaparece del todo

en las altitudes de entrenamiento aconsejadas. En el comienzo, debe basarse el entrenamiento en cargas de RB1, con las medidas de compensación que sean necesarias. La duración de la carga, como norma, no se debe reducir con respecto a la de las condiciones normales. El control se realiza sobre la base de la capacidad de prestación probada en condiciones artificiales de hipoxia.

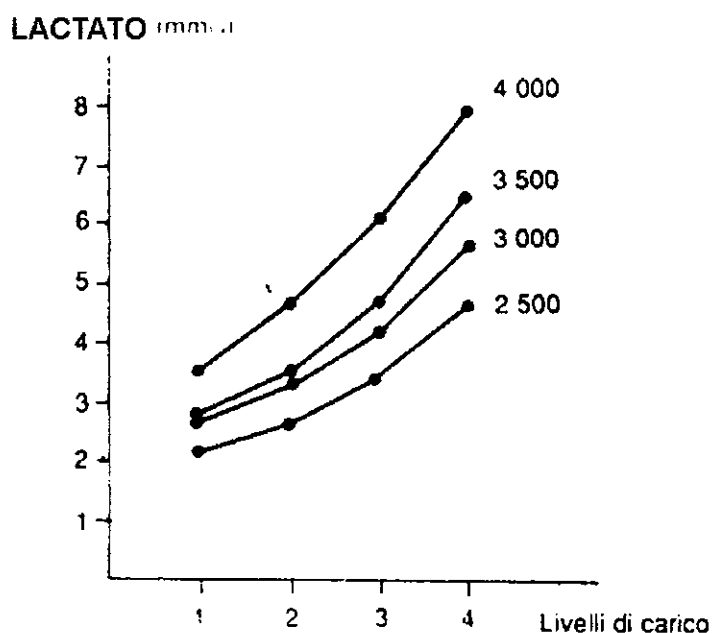


Figura 2.- Curva lactato-velocidad en un test con cargas crecientes a diversos niveles de cota (cota = altitud en metros)

No se aplican cargas intensivas de entrenamiento de la RB2, o del sector de la resistencia de competición. Se pueden determinar la marcha y la terminación de esta fase por medio de la disminución de los valores de la carga y de la recuperación en los patrones de entrenamiento y por medio de la frecuencia cardiaca de base. También proporcionan datos ciertos las mediciones de la creatinacinasa. Además puede ayudar si se determina cómo se siente subjetivamente el atleta. Las cargas se van incrementando gradualmente, siguiendo la marcha de esta fase. En esta fase hay que dedicar una atención especial a los atletas que se hayan entrenado poco tiempo y que no tengan experiencia en hipoxia.

5. Estructuración de la fase de readaptación. Igual que para el entrenamiento en altitud, la fase de readaptación después de un entrenamiento sostenido en hipoxia, se caracteriza por una marcha ondulatoria de la capacidad de prestación deportiva. Las tendencias fundamentales que se siguen para imponer entrenamiento después de hipoxia, parten de la comprobación de que haya un influjo positivo sobre la capacidad de prestación física inmediatamente después de la última permanencia en una cota.

Sucesivamente tenemos una fase depresiva, entre el tercero y el décimo día de readaptación, que difiere de un sujeto a otro y que también está influida por el entrenamiento precedente. A partir del duodécimo día, si el entrenamiento sostenido en hipoxia ha tenido una marcha positiva, puede esperarse un aumento de la capacidad de prestación con respecto al nivel inicial en condiciones normales. Se puede conocer el momento y la marcha de esta fase depresiva con pruebas dirigidas a la valoración funcional del atleta; con observaciones cuidadosas del entrenamiento, teniendo en cuenta cómo se sienta el atleta, la experiencia que tenga y la experiencia del entrenador sobre la dinámica individual. Esto permite realizar un entrenamiento racional y eficaz durante esta fase. En cualquier caso, en este periodo, hay que evitar como norma el insistir sobre el entrenamiento de la RB2 y sobre cargas de resistencia de competición.

En lo que se refiere a la competición, pueden preverse mejoras de la prestación inmediatamente después del periodo de entrenamiento en hipoxia (de uno a tres días), o después del décimo día de readaptación. En general, si se quiere encontrar datos ciertos sobre el efecto del entrenamiento precedente, Fuchs y Herzberg desaconsejan que se efectúen pruebas complejas de valoración de la prestación antes del décimo día de readaptación.

Realmente hasta entonces, se debe esperar siempre que se sobrepongan diversas reacciones biológicas, que pueden falsear los resultados de los tests que consideran los factores de la prestación. Esto puede producir interpretaciones erróneas, que a su vez llevan a conclusiones metodológicamente inexactas para el entrenamiento. Las informaciones sobre el nivel de prestación, necesarias para la conducción y la regulación del entrenamiento antes de esta valoración funcional compleja se obtienen de un análisis comparativo de los patrones de carga desarrollados.

En conclusión, Fuchs y Herzberg afirman que estos son los contenidos de las tareas asignadas a un mesociclo de entrenamiento en el que se haya utilizado el sostenimiento de la hipoxia, con soluciones eficaces y ahora ya experimentadas:

- desarrollo de la capacidad de RB y de la resistencia a la fuerza en el periodo preparatorio y en el comienzo de la preparación inmediata a la competición;
- estabilización de la capacidad de RB antes de los mesociclos que prevén, en el entrenamiento, porcentajes altos de cargas intensas

y de tipo competición o con una serie de competiciones con carácter constructivo;

- desarrollo de condiciones fundamentales de la prestación, orientadas hacia la resistencia;
- preparación de carreras en condiciones normales de altitud;
- preadaptación para un entrenamiento en condiciones naturales de altitud.

Por consiguiente para los autores, el estímulo producido por la hipoxia solo puede ser eficaz si se integra en un sólido programa global de entrenamiento. Para ello, antes de emplear un entrenamiento de este tipo tienen que verse claro las funciones y los objetivos a largo plazo y cual va a ser la dirección de sus contenidos en los mesociclos de la estructura anual del entrenamiento. Sólo entonces estar elaborada con detalle la solución necesaria.

En lo que se refiere a la finalidad y funciones a largo plazo, éstas serían:

- apoyar la construcción de la prestación de competición que constituye la componente fundamental de la estructura del entrenamiento;
- crear nuevos estímulos eficaces de entrenamiento para los atletas con antigüedad de entrenamiento elevada;
- facilitar la preparación de atletas jóvenes para la actividad internacional;
- sostener el desarrollo de un nivel funcional nuevo o la estabilización y el refuerzo de un nivel funcional ya conseguido.

ENTRENAMIENTO DE LA FLEXIBILIDAD: PNF modificada como sistema de acondicionamiento físico

Autores: Mel C. Siff, Ph.D. Escuela de ingeniería mecánica. Universidad de Witwatersrand. Johannesburgo, África del Sur.

La facilitación neuromuscular propioceptiva (PNF) es contemplada invariablemente por los entrenadores del acondicionamiento como un tipo especial de estiramiento sofisticado, junto a un estiramiento estático, balístico y pasivo. La PNF es mucho más que otra de las diversas técnicas de estiramiento; es realmente un sistema completo de terapia que abarca un amplio espectro de técnicas y de procedimientos de rehabilitación para pacientes con diversas incapacidades o lesiones musculoesqueléticas. El estiramiento es sólo uno de los muchos aspectos en el repertorio total de métodos de PNF, pero incluso los entrenadores bien informados que utilizan la PNF solamente alaban sus virtudes como sistema de estiramiento.

Mi primer concepto de la PNF fue igualmente así de estrecho. Sólo al comienzo de 1970 cuando se me pidió que ofreciera cursos de acondicionamiento de fuerza y de biomecánica para estudiantes de Fisioterapia en la Universidad de Witwatersrand fue cuando descubrí que la PNF ofrecía realmente un régimen completo de entrenamiento. Entonces me intrigó que un cuerpo tan extenso y potencialmente útil de conocimiento del ejercicio hubiera permanecido siempre casi enteramente confinado al campo de la práctica clínica desde que Knott y Voss introdujeron formalmente la PNF en su texto clásico de 1956 (1).

Sin embargo, esto no es sorprendente si se tiene en cuenta que ese libro de texto establece que la PNF debe aplicarse meticulosamente con las manos. Aquellos que estudiaron bajo Knott en Vallejo, California recuerdan vivamente su firme insistencia sobre la aplicación precisa de la PNF por medio de manos bien entrenadas, imponiendo

modelos de contracción y relajación cuidadosamente cronometrados. Hubiera sido una herejía el haber pensado modificar la PNF para usarla en condiciones menos rígidas.

Sin embargo, la semejanza tan sorprendente entre los modelos de movimiento y las técnicas de acondicionamiento en la PNF y sus homólogos en los deportes y entrenamientos de carga me llevó a modificar el extenso campo de la PNF para que los estudiantes de Fisioterapia y los entrenadores deportivos puedan aplicar la PNF con aparatos de entrenamiento para prevenir simplemente más que para rehabilitar las lesiones. Desde 1977 otras rutinas de PNF modificadas han formado parte de mis clases de aeróbica en la Universidad. Estas modificaciones fueron necesarias debido a que algunos movimientos deportivos altamente eficientes no obedecen a todas las reglas de la PNF, aunque ofrezcan una ejecución y un acondicionamiento efectivos sin lesiones. Por otra parte, la disciplina de la PNF según fue formulada por Knott y Voss incluye algún procedimiento que cuenta no sólo con la propiocepción sino también con otras estrategias cognoscitivas y sensoriales, tal como el empleo de los oídos y de los ojos y de comandos verbales específicos que producen procesos de orden mental más elevado.

Sin la ayuda de Ken Kontor, director ejecutivo de la NSCA, mi programa de PNF modificada hubiera permanecido probablemente sólo como un curso más de la Universidad. En el año 1988 una demostración casual a Ken de las técnicas de PNF en la sede de la NSCA en Lincoln tuvo como resultado que yo presentara mi PNF modificada como un sistema de acondicionamiento físico en las conferencias de 1989 y 1990 de la NSCA.

¿Qué es la PNF?

La PNF fue desarrollada por Herman Kabat entre los años 1946 y 1951 basándose en los trabajos de fisiólogos renombrados, incluyendo a Sherrington, Hellebrand y McGraw, y Pavlov. Se creó un sistema práctico de rehabilitación mediante la aplicación de los descubrimientos sobre los reflejos corporales, el desarrollo motor del niño y las respuestas neuromusculares del adulto. La PNF reconoce esencialmente que todo el acondicionamiento físico depende principalmente de procesos neuromusculares que envuelven a los propioceptores en los músculos, tendones y articulaciones que capacitan a una persona para estabilizar y mover el cuerpo y sus diferentes partes. Por tanto el refuerzo apropiado de los diversos reflejos de elasticidad del cuerpo es una parte vital del acondicionamiento en PNF.

La PNF se define formalmente como un sistema que promueve la respuesta de los mecanismos neuromusculares por medio de la estimulación de los propioceptores. Knott y Voss establecen simplemente que las técnicas de la PNF implican el establecer una demanda allí donde se requiera una respuesta. Su relación con el bien conocido principio de la SAID (Adaptación específica a demandas impuestas) se hace clara entonces.

Esencialmente, se pueden reconocer dos tipos de PNF: clásico y modificado. El primero se refiere al enfoque clínico, de práctica manual descrito en el texto de Knott y de Voss, mientras que el último se refiere a un enfoque que adapta algunas técnicas y principios de la PNF para su aplicación manual o mediante aparatos en el acondicionamiento físico.

Al aplicar la PNF clásica, el fisioterapeuta estabiliza partes específicas del cuerpo con las manos o con el cuerpo, mientras con la otra mano sujeta una extremidad o una parte relevante del miembro del paciente para un modelo de resistencia altamente específica. La mano del fisioterapeuta presiona en una dirección y manera determinada para forzar al paciente a ejecutar un modelo, o la trayectoria del miembro que restablece más efectivamente los músculos adecuados. Estos modelos se imponen por lo general de modo que se obliga a la extremidad del miembro del paciente a seguir una trayectoria espiral o diagonal a través de la línea media sagital del cuerpo. Dependiendo de la naturaleza y severidad de la lesión o incapacidad, el fisioterapeuta animará al paciente a que produzca durante un tiempo apropiado contracciones isométricas o dinámicas contra la resistencia de la mano.

La PNF estipula que la contracción muscular debe ser máxima en todo el recorrido del movimiento y por ello hay que asegurarse de que la adición ocurra en todo momento. La adición se refiere a la suma total del conjunto de contracciones musculares individuales para producir movimientos musculares cooperativos y fuertes. Se produce al imponer ejercicios de alta intensidad o de duración prolongada para aumentar bien sea el número de unidades motoras que se contraen simultáneamente o bien su relación de excitación (o ambas).

El fisioterapeuta puede producir a veces una contracción involuntaria fuerte en un músculo debilitado imponiéndole una brusca sacudida durante la extensión de la articulación, provocando el reflejo miotico de estiramiento producido por los husos musculares. Esto es particularmente útil si al paciente le resulta difícil iniciar o sostener una contracción muscular. La PNF reconoce que el reflejo de estiramiento

miotico consiste realmente en un reflejo de estiramiento (físico) corto y poderosamente dinámico y en otro reflejo de estiramiento (tónico) estático más largo y más débil. Como consecuencia, se imponen en la PNF cargas de estiramientos de larga y de corta duración para alcanzar diferentes respuestas musculares.

Otras veces, se puede aumentar o prolongar la resistencia para intensificar la activación del reflejo del tendón de Golgi, tendiendo por ello a reducir tensión en un músculo y promover una relajación local, que es a veces deseable al ejecutar un modelo determinado.

La PNF cuenta también con el fenómeno de inhibición recíproca, en el que una contracción fuerte de los músculos agonistas causa una relajación refleja de los músculos antagonistas para evitar que éstos se lesionen. La aplicación de esta técnica puede producir una contracción sensiblemente más fuerte de los agonistas.

En el sector clínico, la PNF requiere del fisioterapeuta que haga un uso regular de señales verbales y no verbales, incluyendo contactos con las manos o con órdenes verbales altamente específicas para dirigir, instruir o motivar al paciente.

En ocasiones, la PNF utiliza métodos suplementarios tales como vibración, masaje, electroestimulo, hielo, calor, ultrasonidos o golpes para aumentar la facilitación producida por otros medios principales.

Como se relaciona la PNF con el acondicionamiento físico

El acondicionamiento físico se refiere a la imposición de cargas de ejercicio específicas para aumentar los factores S (que en inglés empiezan con la letra "S") de adaptación: fuerza, vigor (resistencia cardiovascular general y resistencia muscular local), elasticidad (flexibilidad), velocidad, destreza (cinestesia, control y coordinación motora), estructura (tamaño, forma) y espíritu (adaptación psicológica). Dentro del contexto de esta definición, la PNF puede proporcionar un enfoque altamente sistemático para perfeccionar todos los factores "S" excepto la resistencia cardiovascular y la adaptación psicológica.

La PNF enseña a los fisioterapeutas a aplicar repeticiones de resistencia graduada, a incorporar fases de relajación, a despertar reflejos para facilitar la contracción y un intervalo de movimientos mayor, a imponer modelos específicos de movimiento activo y pasivo, a usar procedimientos suplementarios para mejorar la actuación y generalmente a

estimular todos los procesos neuromusculares relacionados con los movimientos voluntario e involuntario. A ningún método de entrenamiento se le puede pedir que ofrezca mucho más que este repertorio para calificarle como sistema de acondicionamiento holístico en todas las partes.

Fundamentos de la PNF

La PNF se puede clasificar en términos de cinco factores P (cinco palabras que en inglés empiezan con "P"): principios, procedimientos, modelos, posiciones y posturas, que unen puntos fundamentales como una subcategoría importante. Los métodos que comprenden estos factores se formularon con los hallazgos en el desarrollo neuromuscular, tales como total a individual, próximo a lejano, móvil a estable, basto a selectivo, reflexivo a premeditado, coincidente parcial a integrativo, y no coordinado a coordinado.

Principios de la PNF

Los principios básicos de la PNF se pueden resumir como sigue:

1. Empleo de modelos de movimiento espiral y diagonal.
2. Movimiento que cruce la línea media sagital del cuerpo.
3. Refuerzo de todos los componentes del movimiento, especialmente, flexión-extensión, aducción-abducción, y rotación interna-externa.
4. Adiestramiento de los grupos musculares afines.
5. Provocación discreta de reflejos.
6. Movimiento libre de dolor pero no libre de esfuerzo.
7. Movimiento confortable y amplio.
8. Aplicación de una resistencia máxima a través del campo de movimiento no balístico.
9. Uso de acción muscular y articular múltiple.
10. Comienzo de movimiento en la gama más fuerte.
11. Empleo de condiciones estáticas y dinámicas.
12. Colocación apropiada de las articulaciones para mejorar el acondicionamiento.
13. Ejercitar los músculos agonistas y antagonistas
14. Contracciones repetidas para facilitar el aprendizaje motor, el acondicionamiento y la adaptación.

15. Selección de la señal sensorial apropiada (táctil, auditiva, visual) para facilitar la acción.
16. Poner énfasis en la coordinación visuomotora y audiomotora.
17. Uso de secuencias de lejano a próximo en sujetos maduros neuromuscularmente.
18. Empleo de los músculos más fuertes para aumentar los débiles.
19. Progresión desde acciones primitivas a complejas.
20. Planificación de cada fase para establecer las bases para la fase siguiente.
21. Todas las actividades están integradas y dirigidas a un fin determinado.
22. Uso de técnicas adjuntas (frío, electroestimulación, masaje, vibración, golpes).

Procedimientos de la PNF

Los procedimientos (o técnicas) usadas en PNF incluyen:

1. Empleo de contactos manuales específicos con el cuerpo para facilitar y dirigir el movimiento.
2. Aplicación de la resistencia máxima tolerada.
3. Uso de órdenes orales y matizaciones no verbales para facilitar el movimiento correcto.
4. Extraer el reflejo de estiramiento máximo en el espacio del músculo estirado (Ley de Starling).
5. Uso de cronometración y seguimiento apropiados de todas las acciones.
6. Aplicación de tracción o de aproximación (compresión) para estimular los receptores de la articulación.
7. Inclusión de movimiento recuperativo para reducir o evitar la fatiga que se produce en una actividad con resistencia.
8. Uso de Técnicas de Activación Específica para el desarrollo amplio del movimiento voluntario.
9. Uso de Técnicas de Relajación Específica.

Las Técnicas de Activación Específica se han de elaborar del modo siguiente:

Contracciones repetidas. La repetición de la contracción del músculo es necesaria para el aprendizaje motor y para el desarrollo de fuerza, resistencia del músculo y flexibilidad. La PNF utiliza secuencias o

modelos precisos de contracción isométrica, concéntrica y excéntrica, a veces aumentada por la aplicación de reflejos neuromusculares (por ejemplo, métodos que a veces son equivalentes a pliométricos).

Iniciación rítmica. Esta técnica emplea fases de relajación voluntaria, movimiento pasivo y contracciones dinámicas repetidas de los grupos musculares mayores envueltos en el modelo agonístico de movimiento. Es estimable en sujetos que luchan para iniciar la actividad debido a rigidez o espasticidad.

Inversión de antagonistas. Esta acción se produce naturalmente en numerosas actividades tal como paseando, corriendo o serrando madera. Si el antagonista no se invierte completamente en términos de fuerza, velocidad y coordinación, se perjudica la eficiencia motora. La PNF usa tres métodos de inversión: inversión lenta, inversión lenta sostenida y estabilización rítmica.

La inversión lenta ocasiona la contracción dinámica del antagonista seguida lentamente por la contracción dinámica del agonista. La inversión lenta sostenida emplea la contracción dinámica seguida por la contracción isométrica del antagonista, seguida finalmente por la misma secuencia de contracciones para el agonista. La estabilización rítmica comprende la contracción isométrica del antagonista, seguida por la contracción isométrica del agonista, produciendo por lo tanto la co-contracción de los antagonistas.

Las Técnicas de Relajación Específica necesitan del mismo modo desarrollarse ampliamente, ya que incluyen las llamadas técnicas de estiramiento PNF popularmente empleadas en el acondicionamiento atlético.

Contracción-relajación. Esta acción comprende una contracción dinámica del antagonista contra una resistencia máxima, seguida por una fase de relajación. Esta técnica se repite varias veces, empezando y continuando desde un punto en el que el miembro se mueve hasta su límite de acción exenta de dolor. El practicante resiste las contracciones lo mas fuerte que puede y luego instruye al paciente para que se relaje antes de disminuir la fuerza y aguarda a que se produzca la relajación. El miembro es movido pasivamente hasta su nuevo límite de extensión y se continúa el proceso suavemente con unas pocas repeticiones.

Sostenimiento-relajación. Esta acción es similar a la de contracción-relajación excepto que hay una contracción isométrica mas que dinámica contra una resistencia máxima que se aplica al límite de movimiento del paciente antes de que se ordene la relajación.

Inversión lenta-sostenimiento-relajación. Este movimiento comprende cuatro etapas: contracción dinámica de los antagonistas implicados, contracción isométrica de los antagonistas, relajación voluntaria breve y contracción dinámica de los agonistas. Estas etapas se aplican a los músculos en el modelo específico necesario para relajar el grupo de músculos afectado, usando varias repeticiones para realzar la flexibilidad funcional.

Modelos de PNF

Probablemente el aspecto mas desatendido de la PNF por la comunidad atlética es el empleo de modelos específicos de movimiento de articulaciones y miembros para restablecer y acondicionar músculos de la forma más eficaz. Los fisioterapeutas gastan un tiempo considerable aprendiendo las complicaciones de los modelos para estabilizar algunas partes del cuerpo y para activar otras partes usando los procedimientos arriba resumidos.

Cuando se acondiciona el desarrollo del sistema neuromuscular de un paciente, principiante o infantil, se enfatiza siempre sobre la progresión desde primitivo a complejo, de basto a individual, de móvil a estable, de reflexivo a deliberativo, de próximo a lejano y de no coordinado a coordinado. Contrariamente a la creencia común, al principiante se le debe enseñar, desde una base de movilidad, a progresar hacia la estabilidad, lo mismo que un niño aprende a tenerse de pie por un primer movimiento, tambalendose y explorando el entorno.

Los modelos de movimiento comprenden la aplicación de todos los principios arriba señalados de la PNF, tales como el empleo de espirales y diagonales, cruzamientos de la línea media del cuerpo, producción juiciosa de reflejos y énfasis de acciones musculares por el uso de un cronometraje correcto. El movimiento es favorecido con los ojos siguiendo las extremidades o con las extremidades siguiendo a los ojos.

Debido a que todo acondicionamiento físico requiere una interacción constante de movilidad y estabilidad, todos los modelos implican algunas partes del cuerpo en la estabilización y otras en la movilización. Por ejemplo, tanto la fuerza muscular estática como la resistencia muscular estática se deben haber desarrollado en los músculos posteriores de un atleta, mientras que la fuerza dinámica tridimensional, la resistencia muscular dinámica y la flexibilidad dinámica se deben desarrollar en lo alto de la pierna. Este tipo de acondicionamiento no se puede aplicar con maquinas, aunque se puede usar un sistema de poleas para producir los modelos apropiados de movimiento requerido

para todo el cuerpo. En otras situaciones, la meta del entrenamiento debe ser prevenir el movimiento y estimular la estabilidad o mantener el equilibrio. Los movimientos compensatorios de grupos musculares adicionales pueden ser resistidos o producidos por breves y repentinas acciones o desviaciones de modelos óptimos.

Algunos dispositivos tales como "pec decks", maquinas de hiperextensión trasera, maquinas de presión de asiento, maquinas de "hack squat" y maquinas de extensión de piernas, producen unas desviaciones tan grandes de los modelos de PNF recomendados que estas maquinas podrían imponer cargas excesivas en determinadas articulaciones por lo que sólo son convenientes para una pequeña parte del entrenamiento de atletas altamente condicionados. Aun entonces, el entrenamiento con maquina a menudo no es funcionalmente similar a los modelos naturales de ejercicio de movimiento en los que se basa la PNF, por lo que requiere un número desproporcionado de maquinas para aproximarse al entrenamiento que ofrece el efectuado con poleas y peso libre en un espacio tridimensional en condiciones de cronometraje normal (otro principio mas de la PNF). El cronometraje normal se refiere a la medición de las fases de un movimiento o de series de movimientos que se producen naturalmente en un paciente saludable llevando a cabo una actividad prescrita eficientemente y sin peligro.

La PNF ofrece un repertorio de modelos enorme, incluyendo aquellos para sentarse, incorporarse, girar, estar de pie, arrodillarse, andar a gatas, alzar la cabeza, levantar y bajar los brazos o los pies, mover el tronco y levantar o bajar el cuerpo. Hay modelos distintos para acciones con los miembros estirados, flexionados o extendidos.

Debido a que el entrenamiento de carga tiene por finalidad el acondicionamiento muscular máximo por medio del empleo de técnicas experimentadas por los levantadores de pesas, culturistas y "powerlifters" durante muchos años con todo tipo concebible de aparatos, no hay mejor entorno para aplicar la PNF modificada para la mejora del acondicionamiento general. Es imposible dentro de lo restringido de este artículo llegar a abarcar como si se tratara de una enciclopedia, las técnicas de PNF que se pueden adaptar al entorno del gimnasio, por lo que artículos futuros deberán enfocarse hacia aplicaciones específicas. Entretanto, el lector puede remitirse a las cintas de video del sistema de entrenamiento de PNF modificada presentado por el autor en la conferencia de la NSCA en 1989. Estas ilustran gran parte de la teoría básica así como algunos modelos de movimiento típico.

Posiciones y posturas de la PNF

Las posiciones y posturas son una parte integral del empleo de los modelos de la PNF. El cuerpo y sus miembros se han de mantener en las posturas cuidadosamente prescritas, con las articulaciones y los miembros mantenidos en determinadas posiciones o movidos para establecer la estabilidad de algunos sistemas y la movilidad de otras con el fin de mejorar el desarrollo muscular y la seguridad. Entonces toda acción puede tener lugar alrededor de articulaciones específicas como ejes. Por ejemplo, un rizo "dumbbell" (pesa de gimnasia) ejecutado con el codo sujeto firmemente en el lado producir modelos de activación y resultados que son distintivamente diferentes de los rizados dumbbell hechos con el codo y el hombro libres de flexionar, extender o girar. Además de la posibilidad de trampa o de implicación del trapecio para el rizo del codo no sujeto, la tracción hacia abajo puede ocurrir en la articulación del hombro.

¿Qué es la PNF modificada?

La PNF modificada se refiere a la adaptación de aspectos de la PNF estricta para su uso en el establecimiento del acondicionamiento atlético o de una clase de capacidad. No sólo modifica alguna PNF con compañero sino que extiende su empleo a individuos no asistidos, pero puede incluir también la aplicación o la adaptación de cualquiera de los principios, procedimientos, modelos, posiciones y posturas en el entorno del acondicionamiento normal.

Poleas y dumbbells son especialmente convenientes para la aplicación de las técnicas PNF de cruce de la línea media, espiral y diagonal. El ejercicio de pie, en toda la escala, de paso por cable con rotación externa-interna de la articulación del hombro es sólo un ejemplo de un modelo PNF adaptado. El entrenamiento de barra con pesas proporciona menos oportunidades para el uso de entrenamiento PNF, mientras que las máquinas ofrecen las menores posibilidades para el uso de la PNF modificada.

Esto no implica que haya que evitar el entrenamiento con barra de pesas y con máquina. Por el contrario, pueden usarse efectivamente bajo circunstancias especiales, a veces para causar desviaciones intencionadas de los modelos PNF para adaptar el cuerpo a acciones potencialmente dañinas que pueden ocurrir en situaciones de deporte real. El mayor error en el uso de máquinas es que se considera invariablemente que ofrecen mayor estabilidad y seguridad para los principiantes que las pesas libres. De hecho, su diseño impone posiciones del

cuerpo, posturas y activación de pivotes o ejes que difieren normalmente de una forma considerable de los que se recomienda en PNF y compromete la eficacia y seguridad del ejercicio. En otras palabras, los instructores deben observar siempre a los usuarios de maquinas tanto como a los de pesos libres, lo mismo que los fisioterapeutas usan regularmente el contacto manual y el reforzamiento verbal.

Conclusión

Aunque alguno de los que estamos en la profesión de fuerza y acondicionamiento hemos usado el término "PNF modificada" durante muchos años, las propiedades deben volverse a examinar por varias razones. Primero, es deseable a veces desviarse de los principios de la PNF estricta para alcanzar una meta determinada. Segundo, hay otras disciplinas de movimiento, tales como Feldenkrais, Alexander, yoga, tai chi y Laban, que ofrecen métodos adicionales inapreciables de acondicionamiento del cuerpo. Tercero, La PNF debe abarcar no sólo procesos neuromusculares, porque la actividad contráctil en un músculo puede facilitarse por una descarga local posterior del mismo músculo. Cuarto, el repertorio PNF incluye métodos que no pueden ser clasificados precisamente como propioceptivos, tales como el cognoscitivo, el perceptual y otros mecanismos sensoriales.

Finalmente, el término facilitación neuromuscular propioceptiva es demasiado desanimador para el entrenador o el atleta medio.

Como consecuencia, sería mas apropiado el término acondicionamiento neuromuscular funcional (FNC), porque PNF y otras disciplinas del movimiento resaltan la importancia de mejorar el efecto de acondicionamiento para producir una capacidad funcional del sistema neuromuscular en el trabajo y en el juego. Porque la ley de Wolff establece que la función precede a la estructura, puede comprobarse cómo la PNF abarca el desarrollo holístico de función y estructura. Así es precisamente como debería contemplarse la PNF, como un sistema completo de acondicionamiento que es capaz de desarrollar cualquier tipo de capacidad del musculoesqueleto.

ENTRENAMIENTO Y REGENERACION EN EL DEPORTE DE ALTO RENDIMIENTO

Autor: JOSEF KEUL

Después de reflexiones introductorias sobre el concepto del "cansancio" se discuten distintos criterios que indican o caracterizan al cansancio (entre otros la frecuencia cardiaca, la toma (admisión de oxígeno), la excitabilidad muscular y distintos parámetros metabólicos). En detalle también se acepta la pérdida de agua y electrolitos por causa de cargas de entrenamiento intensas. El autor señala los criterios mencionados como inespecíficos para una evaluación objetiva del cansancio. Con el empleo de medidas regenerativas hay que considerar las componentes de carga del proceso de entrenamiento, la estructuración de la carga de las unidades de entrenamiento tendrían que efectuarse de tal forma que no molesten a los procesos regenerativos.

Palabras importantes: carga de entrenamiento, regeneración, cansancio, criterios de cansancio, medidas regenerativas.

Hay que tener en cuenta la necesaria regeneración del organismo después de cargas de entrenamiento cuando la eficacia y la organización del entrenamiento está estructurada lógicamente, para conseguir procesos de adaptación necesarios.

Los procesos regenerativos se colocan inmediatamente después de un impulso de entrenamiento, de tal forma que los procesos de restauración para el organismo empiezan dentro del entrenamiento, sobre todo cuando se colocan distintos impulsos de entrenamiento, por ejemplo, cuando un nadador cambia un trabajo sólo de piernas por otro sólo de brazos, o cuando el trabajo de fuerza sólo afecta a la musculatura de las piernas o a la de la espalda.

En un entrenamiento se requieren distintos sistemas orgánicos en diferentes proporciones. El sistema orgánico que más fuertemente es requerido o el órgano que limita el rendimiento, es el alcanzado en mayor medida por el cansancio y es el que necesita un restablecimiento más largo y continuo de la regeneración.

La organización del entrenamiento en deportes de alto rendimiento requiere en muchas especialidades deportivas un entrenamiento repetido, diario, voluminoso y de alta intensidad. El conocimiento del cansancio que aparece por estos motivos y la posibilidad de la regeneración son por tanto necesarios para la planificación de los entrenamientos, sobre todo en algunas especialidades deportivas donde el entrenamiento ha aumentado tanto, que la eliminación (desmontaje) de los restos de cansancio y la regeneración se convierten en grandes limitantes del entrenamiento.

Pero antes de que aceptemos procesos de regeneración, hay que comprobar que es lo que entendemos por cansancio. Tanto en general como en el lenguaje científico, a una disminución del rendimiento causada por una carga previa, le acompaña un cansancio. El término "cansancio" (o fatiga) tiene sin embargo distintos aspectos claramente separables, sin que sea posible una estricta definición.

Factores limitantes
volumen-corazón-minuto
capacidad de difusión
capacidad de intercambio
capacidad de transporte
INTERCAMBIO DE SUSTRATOS
LIBERACION DE ENERGIA
ALMACENAMIENTO DE ENERGIA (ATP)
UTILIZACION DE ENERGIA (contracción)

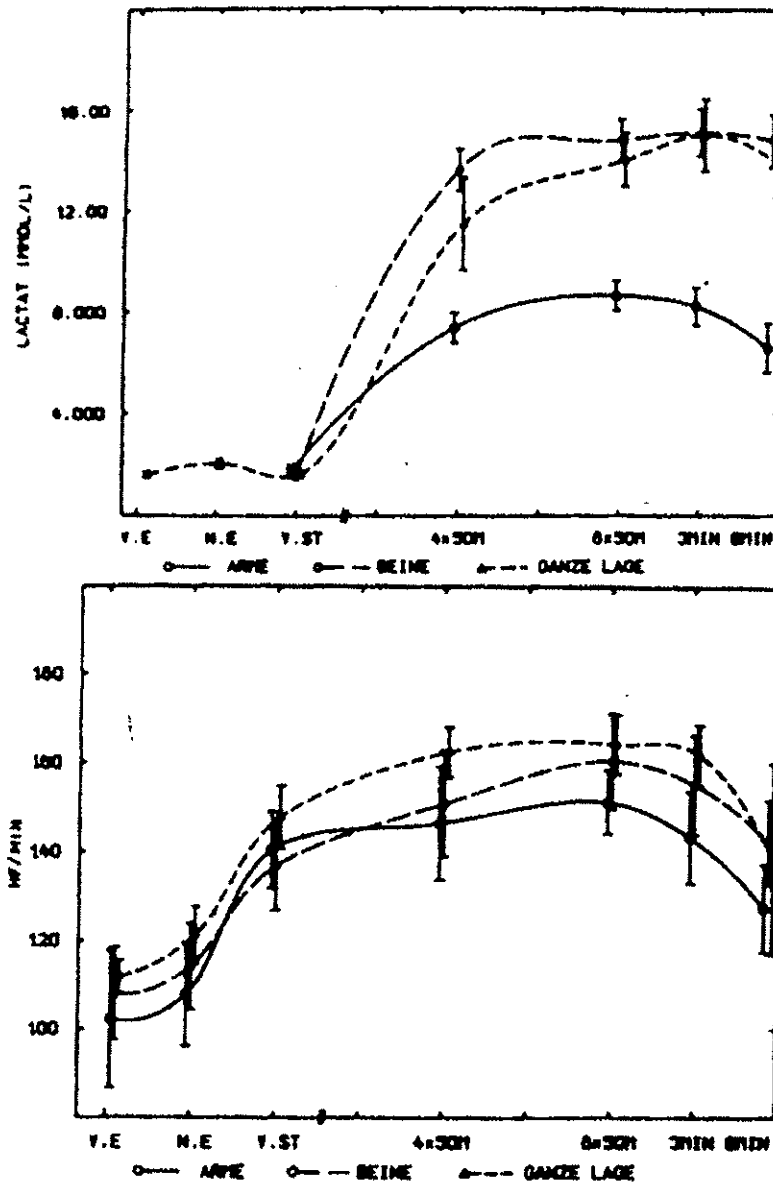
TABLA I :

El cansancio en relación con los ritmos día/noche o por falta de sueño quedan de momento sin atención. Nos limitaremos al "cansancio" como resultado de cargas físico-psíquicas, que puede servir como una reducción de las capacidades funcionales de un órgano o del organismo. El cansancio es, en este caso, un proceso reversible. Las cargas llevadas a cabo por el organismo han llevado a un trastorno del equilibrio biológico, con lo que la respuesta a sensaciones de carga o bien a sensaciones de entrenamiento se suceden de forma incompleta, cambiadas e incluso no llegan a tener lugar. Por razones didácticas se ha probado como oportuno diferenciar entre cansancio "periférico y central". Así el cansancio muscular puede estar en el propio músculo, p.e. mediante el agotamiento de las reservas energéticas o por las pérdidas

de electrolitos o ser condicionado centralmente, es decir, a través del sistema nervioso y por lo tanto independiente del estado funcional del músculo. El cansancio depende del tipo de carga y de los órganos requeridos para ello.

Si se prueba que órganos aislados son requeridos especialmente para determinadas cargas deportivas o que acaso limiten la capacidad de rendimiento, no se puede en parte mostrar criterios para un cansancio o una regeneración. Posiblemente no se cansen distintos sistemas y como en el marco de la carga corporal actúan pasivamente, no necesitan regeneración, como p.e. los pulmones y el cauce capilar (tabla 1). Aunque la propia sangre pueda variar fuertemente en la carga corporal, estas variaciones pueden ser mayoritariamente una expresión de la carga de todo el organismo, no obstante influyen poco en el propio rendimiento. La sangre refleja el transporte de distintas sustancias en el organismo como p.e. azúcar, ácido láctico y electrolitos entre otros, así como el esfuerzo y el grado de fatiga. Durante mucho tiempo se atribuyó a los cambios de ácido láctico en sangre una gran importancia en el cansancio, aunque se demostraba que para ciertas formas de carga que reflejaban altas concentraciones de láctico, p.e. entrenamientos de intervalos, se lograban buenos resultados y que para valores bajos de lactato, p.e. después de un maratón o una carrera de 100km, se llegaba a estados de agotamiento totales. Cada uno de los ámbitos de función exigen por lo tanto una dependencia de la actividad deportiva. Así un lanzador de jabalina utiliza procesos musculares y coordinativos, mientras que a un nadador o a un corredor de fondo se les exige además fuertemente del sistema cardiaco. Para una gran cantidad de deportistas tiene prioridad el cansancio del sistema nervioso y la regeneración de este órgano.

Con nadadores se ve claramente que la utilización de todos los músculos, de sólo los brazos o de sólo las piernas son cuantitativamente claramente distintos si nos fijamos en efectos en el organismo, como p.e. la frecuencia cardiaca, acidez y producción de ácido láctico, y que en cada una de estos tipos, una parte de la musculatura no se utiliza en estas formas de entrenamiento. Así el entrenamiento de brazos muestra un nivel de ácido láctico bajo, mientras que la frecuencia cardiaca no muestra grandes diferencias (cuadro 1). Unidades de entrenamiento sucesivas de distintos grupos musculares son llevadas a cabo sin el menor problema por el sistema cardiaco. Es posible, que debido a la carga, se exija al sistema nervioso en la misma medida sin importar que el trabajo sea de piernas, de brazos, o de piernas y brazos a la vez, y que los factores que disminuyen el rendimiento sean factores como la coordinación y la concentración.



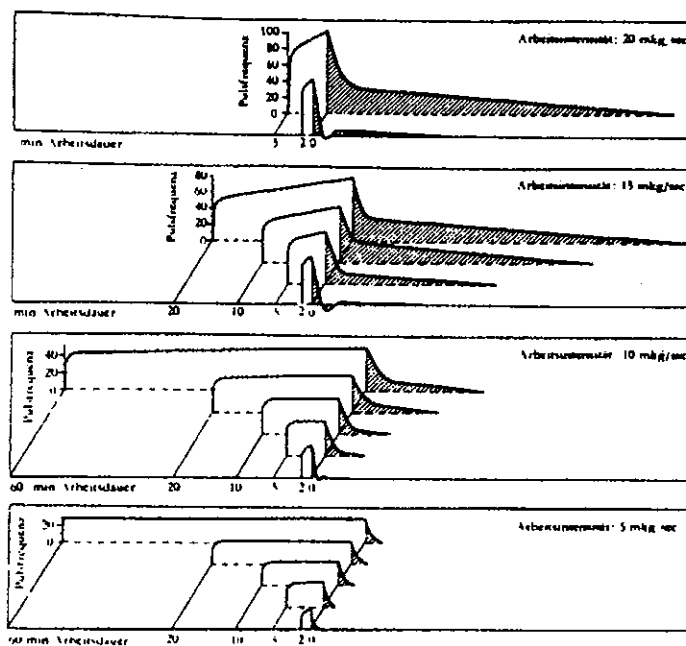
CUADRO 1 : Al nadar sólo de brazos, sólo de piernas o con brazos y piernas a la vez, se producen distintas exigencias tanto de la musculatura esquelética como del circuito cardíaco. En el trabajo sólo de brazos, los valores de lactato son los más bajos, por contra, la frecuencia cardíaca no es claramente distinta a los otros modos. En este caso se exigen distintos grupos musculares para distintos resultados sobre todo el organismo, por contra el resultado sobre el circuito cardíaco es indistinto.

Cuando se tiene que llevar a cabo la regeneración programada después de los procesos de entrenamiento, tenemos que preguntarnos, si podemos entender (registrar) la dimensión del cansancio o del agotamiento. La carga corporal en el entrenamiento lleva a una alteración del equilibrio entre los procesos metabólicos, y cuando el encarrilamiento a un nuevo nivel de equilibrio no es posible, se llega al cansancio o incluso al agotamiento. La posible rápida vuelta al nivel de equilibrio es precisamente necesaria en el deporte de alto rendimiento, ya que si no, no se puede construir un entrenamiento.

Medidas fisiológicas	Medidas bioquímicas
1.frecuencia cardiaca	1.glucosa
2.presión sanguínea	2."lactato-pyruvato"
3.ventilación	3.FFS,glicerol, "Keton"-cuerpo
4.admisión de O ₂	4. pH
5.cociente respiratorio	5.bicarbonato standart
6.saturnación de O ₂	6.electrolitos
7.temperatura	7.encimas
8.eritrocitos, leucocitos	8.proteinas
9.excitabilidad muscular	9.urea
10.dinámica neurocerebral	10.aminoácidos

TABLA 2 : Distintos parámetros fisiológicos y bioquímicos indican sobre cansancio respectivamente regeneración del organismo. Cuantos más parámetros se tomen, más segura será la declaración. Medidas individuales son limitadamente utilizables.

La pregunta es, qué criterios hay (comparar tabla 2) que indiquen o marquen el cansancio, y si se pueden reforzar las cargas del organismo realizadas en periodos de entrenamiento anteriores, o que la adaptación a los estímulos del entrenamiento ya no son posibles y que sea necesario recuperaciones más largas en los entrenamientos.

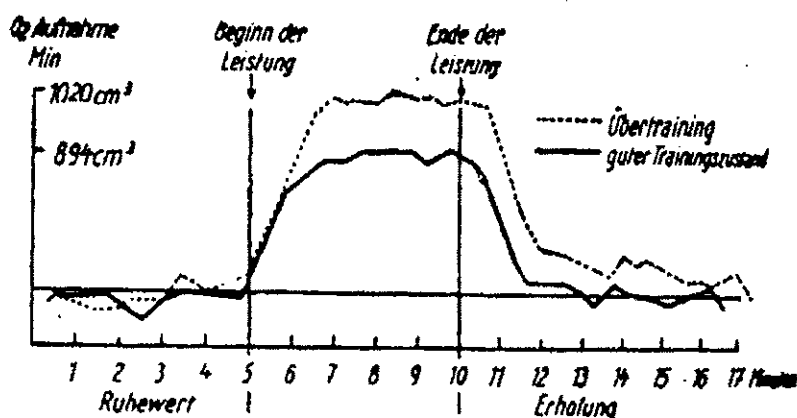


CUADRO 2: Dependencia de la frecuencia cardiaca de la intensidad de carga. Se ve claramente que para intensidades de carga altas, la vuelta de la frecuencia cardiaca a la normalidad requiere mucho tiempo. En cargas a largo plazo con intensidades de carga bajas se recupera antes la frecuencia cardiaca.

Para medir la carga directamente en relación con cambios estáticos se puede utilizar la altura de la frecuencia cardiaca (cuadro 2). En relación directa con tamaños de carga definidos, la frecuencia cardiaca da indicaciones fiables sobre la carga y el posible grado de cansancio. Para la dimensión de los procesos regenerativos o sobre el efecto del entrenamiento que se extienden a lo largo de periodos de horas o días, la frecuencia cardiaca y la presión sanguínea no dan indicios impor-

tantes. En caso de sobreentrenamiento, la frecuencia cardiaca y la presión sanguínea podrían servir como indicadores. Aquí se entiende el sobreentrenamiento como una sobreexigencia, que muestra la suma de excesivas sensaciones en el entrenamiento, cargas personales en el ámbito privado y laboral, falta de horas de sueño, mala alimentación y cualquier otra perturbación. Si la capacidad de regeneración del organismo en continuo no se alcanza para las cargas llevadas a cabo, se observa a menudo una ligera elevación de los valores de frecuencia cardiaca y de presión sanguínea.

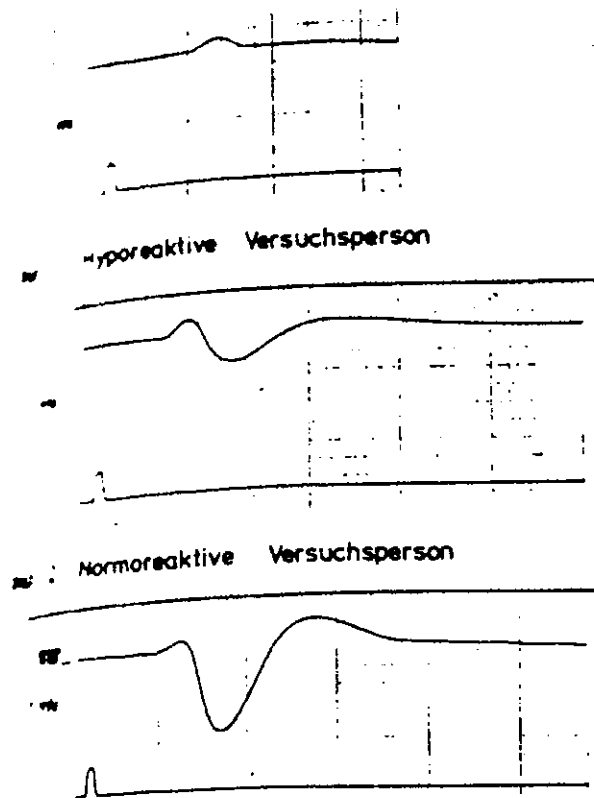
Estos cambios pueden ser motivados por otros factores, con lo que esta afirmación no es específica. Nöcker pudo mostrar que en un corredor de fondo, en el que la regeneración ya no era posible y ya se formaba el sobreentrenamiento, los valores de la toma de oxígeno ($\dot{V}O_2$) estaban claramente por encima de los valores habituales en un control (ergometría) (cuadro 3).



CUADRO 3: Como consecuencia de una sobreexigencia en el ámbito privado y familiar, eventualmente superpuesta con infecciones, puede aparecer un sobreentrenamiento, que puede ir acompañado con distintas alteraciones de la regulación. En el ejemplo del gráfico se muestra la alteración de la regulación como un aumento de la toma de oxígeno durante y después de la carga.

En total, la frecuencia cardiaca, la presión sanguínea y la respiración dan indicaciones fundamentales sobre el grado de carga; pero no son suficientes para describir el grado de cansancio ni la regeneración.

Mediante el reflejo electrodermal se pueden obtener datos sobre el estado de funcionamiento del sistema nervioso vegetativo. Se mide la conductividad de la piel (cuadro 4). Se pueden diferenciar distintos tipos: hiperreactivos, hiporeactivos y normoreactivos. Si un tipo normoreactivo del reflejo electrodermal se transforma en un hiperreactivo, esto puede mostrar una mayor irritabilidad y una restitución insuficiente. A menudo una variación en el reflejo electrodermal como consecuencia de estados de cansancio está relacionado con una mayor irritabilidad, señal que se puede utilizar para el dictamen del atleta.

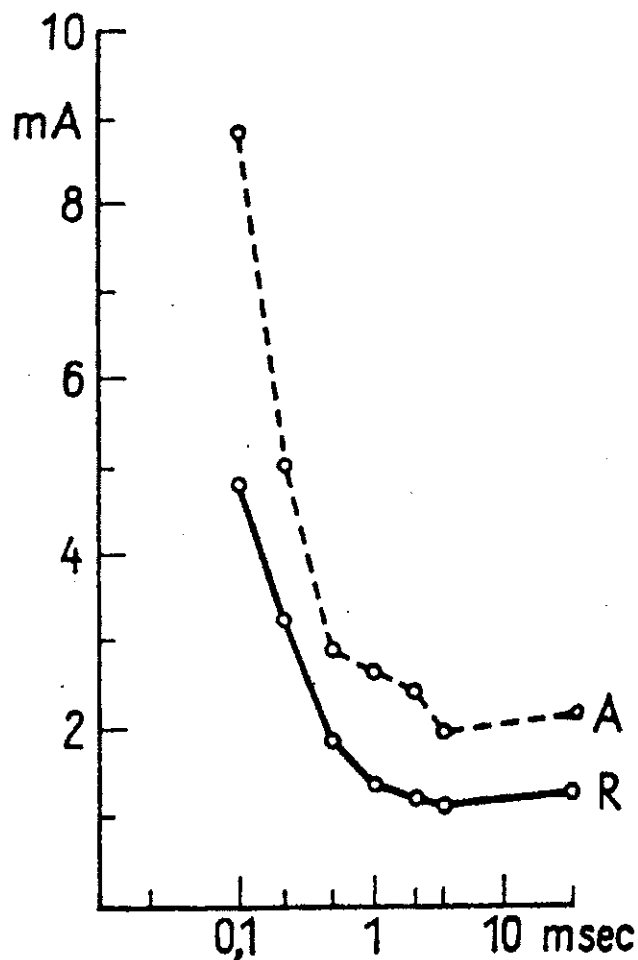


CUADRO 4 : Mediante la conductividad de la piel en el reflejo electrodermal se pueden hacer comentarios sobre el estado de funcionamiento del vegetativo. Sobre todo resultan útiles controles a largo plazo, ya que así se puede ver si se ha desarrollado un estado hipo- o hiperreactivo, y ver si es necesario un cambio en el entrenamiento o otras medidas.

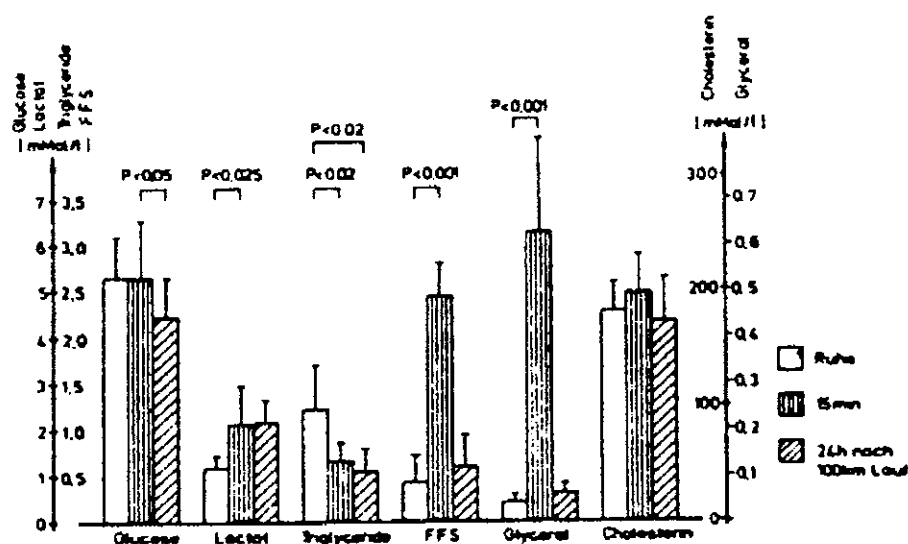
También se puede utilizar la excitabilidad muscular como criterio para evaluar el estado de cansancio. Se puede ver que la excitabilidad muscular después de la carga ha disminuido respecto a los valores previos al esfuerzo, mientras que después de la toma de un preparado electrolítico, la excitabilidad muscular no se ha apartado tan fuertemente (comparar cuadro 5). La excitabilidad muscular puede aumentar después de exigencias de descanso por competiciones o cargas de entrenamiento, donde este resultado puede ser consecuencia de un sobreentrenamiento, pero también por otros factores molestos independientes del entrenamiento, como situaciones conflictivas privadas o laborales, falta de sueño, etc. Un tono muscular elevado puede aumentar la posibilidad de una lesión y tiene que ser vigilada y una vez eliminada la causa y dado el caso ser tratado además con Sedativa (¿sedantes?) o con Alfa-Simpaticolítica.

Distintos parámetros metabólicos de la sangre muestran claras variaciones en relación con las cargas corporales. Así el azúcar en sangre disminuye lentamente en cargas de larga duración y lleva para valores por debajo de 30mg% al deterioro de funciones del cerebro y también de la musculatura. Ya que las reservas de azúcar en el músculo solo son suficientes para cargas de 1 a 2 horas, tienen que administrarse

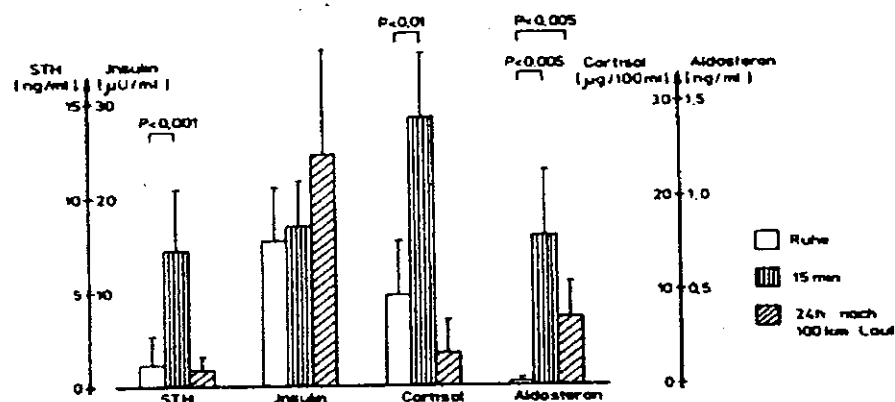
hidratos de carbono extra en cargas de larga duración. Así se puede entender que en una carga extremadamente fuerte, una carrera de 100km (cuadro 6), al cabo de 24 horas no se observe un descenso del azúcar en sangre, lo que puede valorarse como consecuencia de los procesos regenerativos. Las grasas han disminuido claramente y después de 24 horas no se ha notado ninguna recuperación. Ácidos grasos libres y glicerol muestran solo variaciones agudas y se han normalizado al cabo de 24 horas. De la misma forma, ocurre igual para distintas hormonas, como la hormona del crecimiento y también el cortisol (comparar cuadro 7). Con ello, las agudas variaciones de la carrera de 100km, que puede considerarse como de gran exigencia desde el punto de vista de la duración, se puede considerar que la recuperación es absoluta al cabo de 24 horas, dejando aparte la recuperación de las grasas, de la hormona cortisol y de la aldosterona. Estas magnitudes no dejan suficientes indicaciones sobre la regeneración del organismo, sobre todo porque son influenciadas por otros factores como la alimentación.



CUADRO 5: El estado de excitabilidad de la musculatura cambia en dependencia de la recuperación y del trabajo activo. Con ello el estado de excitabilidad de la musculatura depende mucho del nivel de magnesio. Sobre todo altas pérdidas de magnesio después de un trabajo corporal llevan a un cambio en el perfil de la excitabilidad. La curva A se dibujó después de una carga corporal y con un nivel de magnesio de 1,9mg/100ml.

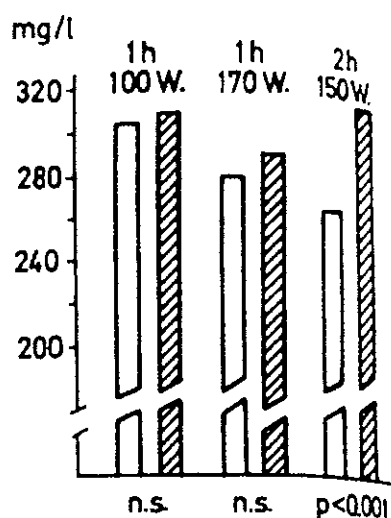


CUADRO 6: Los cambios de distintos sustratos en la sangre inmediatamente después (15min.) de una carrera de 100km, y pasadas 24 horas. Como muestra de los procesos de regeneración, después de 24 horas, el nivel de azúcar en sangre ha bajado y el nivel de ácido láctico todavía está alto. A notar es el descenso seguido de las grasas (triglicéridos), cuya resíntesis al cabo de 24 horas todavía no ha terminado.



CUADRO 7: De entre las hormonas, la insulina marca valores altos, que se ha de ver en relación con la síntesis del glucógeno en la musculatura. A notar que el nivel de aldosterona está claramente elevado, como resultado de una regeneración todavía sin acabar.

Las variaciones de urea y aminoácidos son muy significativos (ver cuadro 8). En trabajos corporales con duraciones de horas se llega a un aumento de la urea y a un descenso de los aminoácidos. Con ello se ha demostrado, que en deportistas que se han expuesto a cargas de entrenamiento muy intensas, no aparece una normalización de las medidas de la urea. Por consiguiente aparece una reforzada reducción de las proteínas, ya que el suministro de energía no puede ser cubierto suficientemente mediante la descomposición de hidratos de carbono y grasas. Un alto nivel de urea necesita ser vigilado, ya que se ha observado que en deportistas con alto nivel de urea se manifiestan con asiduidad lesiones. Desde los parámetros bioquímicos, hay que evaluar los índices de urea como una magnitud que nos da indicaciones sobre una exigencia de entrenamiento muy fuerte y como una expresión de una eventual regeneración insuficiente. En regla general, el aumento de encimas puede verse como expresión de una fuerte exigencia muscular, pero no como un criterio para medir la sobreexigencia.



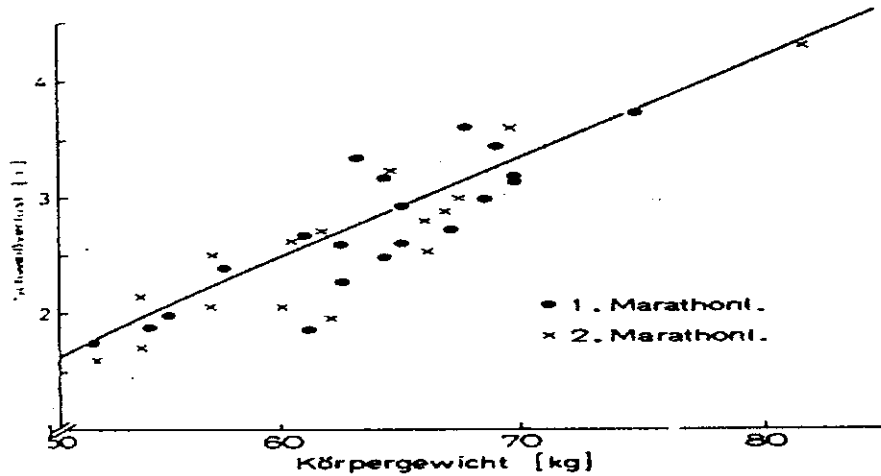
CUADRO 8: Valores de urea en suero antes e inmediatamente después del trabajo físico (columna rayada). Después de una carga de una hora de duración, el nivel de urea no ha cambiado notablemente. Si la carga se alarga más de una hora, como resultado de la descomposición de proteínas aparece un aumento continuo del nivel de urea en la sangre.

ELECTROLITOS (mEq/l)					
	SODIO	CLORO	POTASIO	MAGNESIO	TOTAL
PLASMA	140	100	4	1,5	245,5
SUDOR	40-60	30-50	4-5	1,5-5	75,5-120

TABLA 3: Las sustancias que se van con el sudor pueden llevar a un perjuicio fundamental de la capacidad de rendimiento corporal, si no se efectúa una sustitución. Hay que resaltar que la composición del sudor en potasio y magnesio equivale a la que hay en la sangre. Por contra, la cantidad de sal común (cloruro sódico) en el sudor es mucho menor que la de la sangre.

En cargas corporales se llega claramente a una pérdida de líquidos, y como consecuencia se pierden valiosos electrolitos. En el sudor se expulsa no sólo sal común, sino también potasio y magnesio, mediante lo cual, sobre todo en periodos de entrenamiento repetitivos, aparezcan claras pérdidas de electrolitos, si es que no son repuestas mediante la alimentación (ver tabla 3). Así cuando se suda un litro, se expulsan de 50 a 120 mEq/l en electrolitos. Pérdidas de 2 ó 3 litros de sudor durante un proceso de entrenamiento no son nada de extrañar (ver cuadro 9). En especial hay que prestar atención a este punto cuando se realizan diariamente dos sesiones de entrenamiento. Cuando la pérdida de líquidos en varios litros es diaria, continua y repetitiva, se puede llegar a un déficit de agua crónico, además de a un déficit de sales, debido a la pérdida de electrolitos relacionada con el sudor, en el que se involucran en distintas proporciones sal común, potasio y magnesio. Un déficit en sales y/o agua han de ser compensados necesariamente, y que la concepción que hay todavía a veces, que el beber a menudo durante y después del entrenamiento es una expresión de un mal estado de entrenamiento, ha de ser contradecida totalmente. Se muestra mucho más claramente, que un déficit de agua y/o sales está unido a una disminución del rendimiento, y que en cuadros graves lleva a calambres musculares e incluso al colapso. Para nosotros, tenien-

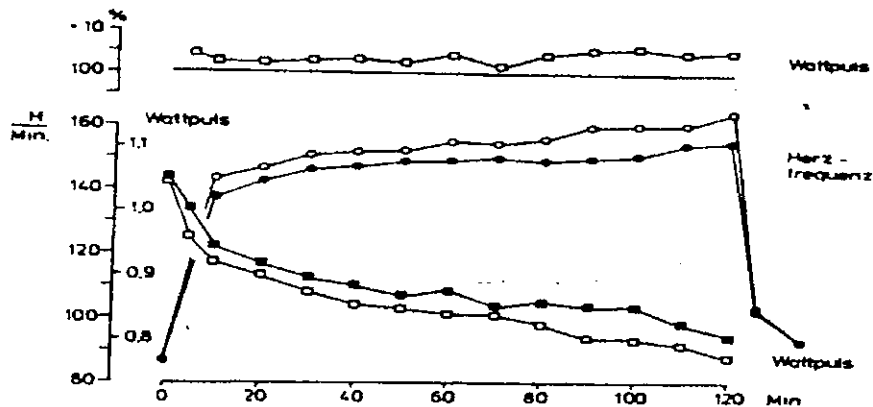
do en cuenta cuadros más suaves, serán característicos la lasitud (abatimiento), debilidad, mareo, irritabilidad y creciente tono muscular y tienen que ser vigilados en cualquier caso en estancias y entrenamientos bajo exigencias climáticas de calor.



CUADRO 9: Hay una estrecha relación entre la temperatura corporal en entrenamiento y competición, y la pérdida de agua. La pérdida de agua en una carrera de maratón pueden llegar hasta los 5 litros. Si no se compensa durante la competición la pérdida de líquidos y electrolitos se llega a una limitación de la capacidad de rendimiento. Si se realizan fuertes cargas repetidamente, estas pérdidas se suman y aparecen limitaciones funcionales básicas.

Bajo este aspecto, la regla que en el maratón hay que ofrecer agua por primera vez a partir de los 15km, es totalmente ilógica.

En el caso de un déficit de electrolitos latente es comprensible, que para trabajos corporales de larga duración se aprecian claras mejorías o adecuadas influencias del comportamiento del rendimiento. Así la frecuencia cardíaca está por debajo en etapas de carga estandarizadas, con lo que resulta una mejora del "pulso de Watio", que muestra diferencias significativas en cargas de larga duración a partir de la segunda hora de carga (cuadro 10).

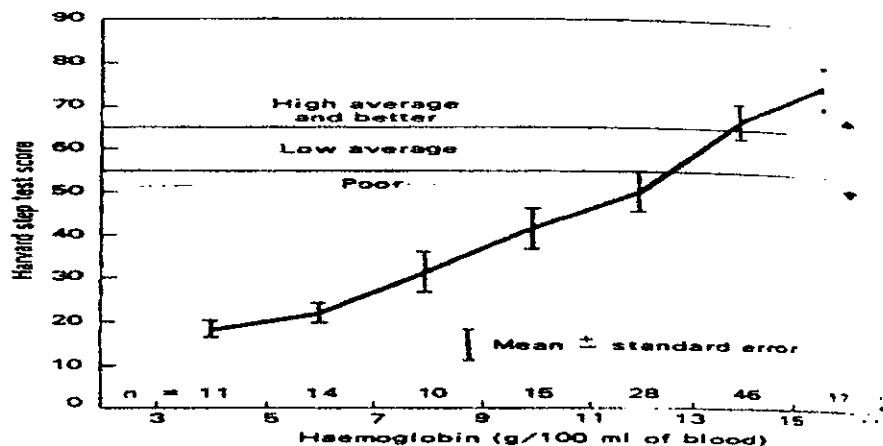


CUADRO 10: Después de la toma de potasio-magnesio-aspartato se llega a una mejora del "pulso-vatio" y a una disminución de la frecuencia cardíaca para un mismo nivel de carga. Estos cambios se ven sobre todo en la segunda mitad de una carga de dos horas de duración, que eventualmente hay que valorar como el resultado de la pérdida de electrolitos durante el trabajo.

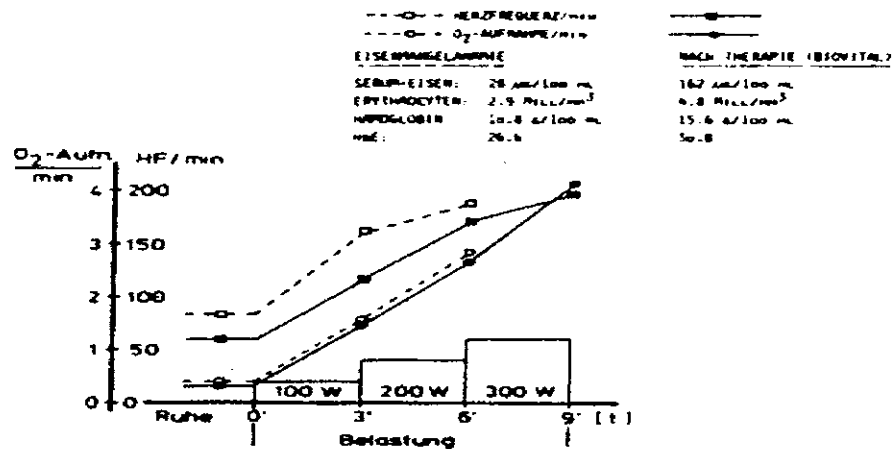
Arlborg ya indicó, que la capacidad de rendimiento del cuerpo se podía mejorar con Potasio-Magnesio-Aspartato. Para ello se utilizaron personas que fueron sometidos a cargas que les llevaron al agotamiento. Sin Potasio-Magnesio-Aspartato aparecía (el agotamiento) a los 90 min, después de la toma del preparado electrolítico, se daba a los 128 min. En todo esto, el criterio de ruptura se estableció de forma subjetiva.

Un aumento tan grande del rendimiento es seguramente improbable y metódicamente explicable. Por otro lado se detectó objetivamente una disminución de la frecuencia cardíaca para un mismo rendimiento en el trabajo de un 3%. Seguramente no puede influir en el comportamiento del rendimiento el aporte adicional de potasio y magnesio si el "presupuesto" electrolítico está ya compensado. De todas formas, si la pérdida de electrolitos es muy fuerte y el envío es insuficiente hay que contar con una disminución del rendimiento, y mediante una bien calculada administración de electrolitos se pueda mejorar el comportamiento del rendimiento.

También es de gran importancia una administración suficiente de hierro. Si el índice de hierro está muy bajo, disminuye la capacidad de rendimiento (ver cuadro 11). Una escasa toma de hierro puede traer consigo una clara disminución de la producción de sangre, y por lo tanto, una considerable limitación en la capacidad de rendimiento. Debido a que en deportistas punteros también se ha encontrado a menudo valores bajos de hemoglobina así como pocos glóbulos rojos para correspondientes índices de hierro bajos, tendría que administrarse hierro de forma intermitente, sobre todo para que el organismo pueda almacenar el hierro. Esto afecta sobre todo a las mujeres, ya que la pérdida fisiológica de hierro por la menstruación no siempre es repuesta por el hierro de la alimentación. Es suficiente, p.e. si para mujeres en un mes tiene lugar una toma sustitutoria de hierro durante dos semanas (ver cuadro 12).



CUADRO 11: Entre el contenido de hemoglobina, respectivamente el número de glóbulos rojos, y la capacidad de rendimiento existe una estrecha relación. En estos valores extremos se puede reconocer en qué medida se reduce la capacidad de rendimiento.



CUADRO 12: Para valores bajos de hemoglobina y un número reducido de eritrocitos se encuentra una clara limitación de la capacidad de rendimiento. Después de una mejora en el nivel de sangre mediante una sustitución de hierro se llega a un claro aumento de la capacidad de rendimiento.

No hay duda, que para la evaluación del cansancio o de determinadas medidas de regeneración existen pocos parámetros objetivos. Todos los criterios nombrados son inespecíficos y pueden ser alterados por otros factores. Los parámetros del circuito cardiaco dan en regla general conclusiones a cargas inmediatamente precedentes. Los parámetros de sangre y orina permiten en verdad indicaciones, pero se superponen mediante factores de necesidad alimenticia. Los síntomas generales como lasitud, cansancio, irritabilidad, etc. pueden servir como indicadores. Las medidas regenerativas tienen que verse sobre todo desde el conocimiento básico de los procesos fisiológicos, de los que arrancan las cargas de entrenamiento y competición (tabla 4). Desequilibrios en el organismo han de ser evitados por adelantado. Con ello las medidas regenerativas tienen en general distintos campos donde incluirse y tienen que considerar siempre duraciones de carga y alturas de carga en el entrenamiento. En cargas intensivas, sobre todo por encima del umbral anaeróbico, es a toda costa necesaria una regeneración de las reservas de glucógeno (tabla 5). Para la construcción de glucógeno es necesario el potasio, con lo que junto a una alimentación rica en hidratos de carbono, es lógica la toma de potasio. Cuando hay un volumen alto de hidratos de carbono aparecen necesidades de vitaminas, sobre todo de vitamina B1, que no siempre se puede equilibrar con los alimentos ingeridos. El nivel de electrolitos ha de estar equilibrado, y se ha acreditado que lo mejor es la toma de preparados electrolíticos, eventualmente enriquecidos con hidratos de carbono. Ha de verificarse la composición de cada uno de los distintos preparados, que deben de contener potasio y magnesio, y si el esfuerzo implica grandes pérdidas de sudor, debe tener también sal común. Para los procesos de obtención de energía en el músculo también se muestra como aconsejable la presencia de uniones de fosfato. El contenido de glucógeno no puede ser repuesto para unas sesiones de entrenamientos diarios de unos 20km, aunque el 60% de la alimentación

sean hidratos de carbono (cuadro 13). En fases de entrenamiento como estas han de administrarse mayores cantidades de hidratos de carbono, sobre todo a base de concentrados y alimentación extra.

RED DE MEDIDAS REGENERATIVAS	
ALIMENTACION	hidratos de carbono grasa proteinas electrolitos agua vitaminas
DESCANSO	sueño entrenamiento autógeno cambios de ambiente sedativa
PROCESOS FISICOS	masajes baños sauna cambios de clima altura
CONSTRUCCION ENTRENAMIENTO	DE entrenamiento de resistencia velocidad fuerza técnica coordinación

TABLA 4: Cada uno de los campos fundamentales en los que las medidas regenerativas han de tenerse en cuenta. Se observa que no es una única medida importante, sino un amplio conjunto de parámetros.

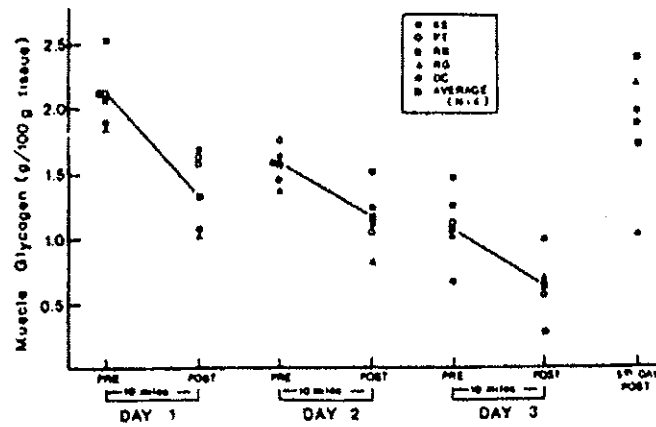
COMPOSICION EN 20ml DE AGUA	
Mezcla de glucosa y oligosacáridos enriquecida con:	40g
ácido ascórbico (vitamina C)	35mg
vitamina B1	0,9mg
riboflavina (vitamina B2)	1mg
vitamina B6	0,9mg
niacinamina	7mg
calcio	2mval
potasio	10nval
magnesio	4mval
todo ello con sabor naranja. Un contenido de 60g equivale a unas 200kcal.	

TABLA 5: Composición de una disolución de hidratos de carbono y electrolitos que da buenos resultados para la preparación de competiciones, realizada con medidas regenerativas.

En todas las especialidades deportivas de fuerza resulta ventajosa la toma de proteínas, que posiblemente tengan un efecto anabólico añadido.

El consumo de alcohol por encima de una botella de cerveza debe de ser evitado, al producir un descenso persistente del nivel de testosterona y no venir efectos anabólicos (cuadro 14). Para saber qué cantidad de sueño es suficiente en el proceso de entrenamiento, sólo se podrá leer que en el sueño, se vierta la hormona del crecimiento, que en los adultos tiene gran importancia en la regeneración y el crecimiento ce-

lular. Otras referencias hablan sobre discusiones particulares psicológicas como masajes, baños, etc. El siguiente cuadro trata de mostrar la influencia que tienen los masajes en las cualidades de rendimiento de larga duración (cuadro 15).



CUADRO 13: Después de un fuerte entrenamiento, el nivel de glucógeno en la musculatura disminuye y no alcanza a las 24 horas los niveles de partida, aunque la alimentación haya consistido en un 60% en hidratos de carbono. Con cada nueva carga de entrenamiento, segula disminuyendo el nivel de glucógeno, con lo que se hizo necesaria la administración extra de hidratos de carbono. A notar que en casos aislados, algunos días después del final de los entrenamientos, el nivel de glucógeno no había recuperado el nivel de partida.

1. Sustancias que aportan energía
1.1 hidratos de carbono (glucosa, fructosa, oligosacáridos)
1.2 proteínas y aminoácidos (concentrados de proteínas e hidrolisatos, glutamato, aspartato, glicina, lisina, metionina,...)
1.3 sustancias fosfatadas y otros productos intermedios (glucosa-1-fosfato, succinato, adenosin-nucleotidos,...)
2. Activadores de energía y catalizadores
2.1 electrolitos (potasio, sodio, fosfato, calcio, magnesio,...)
2.2 oligoelementos (hierro,...)
2.3 vitaminas
2.4 hormonas (corticoides, andrógeno, anticonceptiva, hormona tiroides,...)
3. Otras sustancias
3.1 fosfatidas
3.2 extractos de órganos

TABLA 6: Conjunto de sustancias importantes para la capacidad de rendimiento.

En la tabla 6 se muestran las sustancias que son importantes en la regeneración de procesos de entrenamiento. Sufren alteraciones directa o indirectamente en el trabajo corporal, y su gasto o pérdida han de ser compensados. La utilización de estas sustancias muestra distintas utilidades y efectos (ver tabla 7) y pueden tener un correspondiente descenso a lo largo del entrenamiento. De todas formas hay que con-

siderar que algunas de estas sustancias pueden desarrollar efectos secundarios (ver tabla 8).

1. Hidratos de carbono	
1.1 después de una fuerte carga de entrenamiento.	sube el glucógeno
1.2 antes de competiciones (60 min) oligosacáridos.	aumentan las reservas de hidratos de carbono.
1.3 antes de competiciones (10-30min) oligosacáridos.	disminuye la utilización de grasas.
2. Proteínas y aminoácidos	
2.1 entrenamiento de fuerza:	aumenta músculo y efecto anabólico
2.2 glutamato, aspartato: cargas de larga duración:	envío suplementario de ácido bicarbónico al ciclo de krebs.
2.3 metionina: cargas de larga duración:	metabolismo del hígado (metilación).
3. Electrolitos	
3.1 sodio, potasio, magnesio:	después de fuertes cargas con alta pérdida de sudor.
3.2 hierro:	cargas de larga duración aumenta Hb (entrenamiento en altura).

TABLA 7: UTILIZACION Y EFECTO DE SUSTANCIAS COMPLEMENTARIAS

Posibles efectos secundarios de sustancias complementarias	
1. glucosa en grandes dosis:	aumento de la necesidad de agua y de vitamina B1 nauseas, diarreas
2. proteínas en grandes dosis:	aumento de la necesidad de vitamina B2 y B6 hiperazotemia (reducción parcial de aminoácidos aromáticos)
3. glutamato:	efecto hiperadrenérgico pérdida del sueño, sobre todo por la administración de vitamina C.

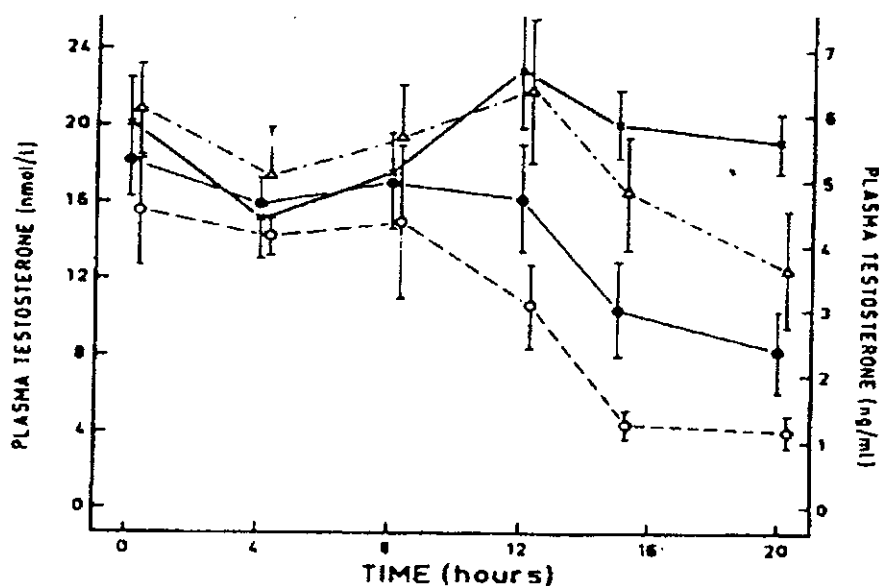
TABLA 8:

Cuando se vayan a realizar dos sesiones de entrenamiento diarias, la estructuración del entrenamiento ha de ser desde el punto de vista de la medicina deportiva de tal forma que los procesos regenerativos no sean molestados. Así en un día de entrenamiento hay que acoplar dos formas de entrenamiento que cargen distintos sistemas, p.e. entrenamiento de resistencia por debajo del umbral aeróbico y trabajo de tiempo "tempoarbeit" o entrenamiento de fuerza y trabajo de lanzamiento. En la segunda fase de trabajo, la regeneración de la anterior (fase) no ha de ser molestada en demasía. La duración de la síntesis de las proteínas muestra que bastantes horas después de la carga no se han alcanzado los valores de partida y que una nueva carga tan pronto estropea la síntesis de las proteínas (ver cuadro 16). En un agotamien-

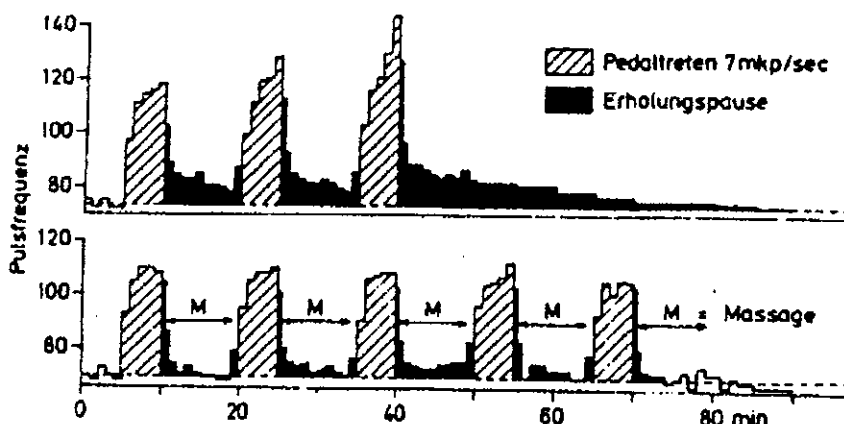
to total de las reservas de glucógeno pueden necesitarse más de 24 horas para un reestablecimiento completo, igualmente este puede ser el caso para los niveles de sustratos y hormonas (ver cuadros 6 y 7).

El éxito del entrenador dependería sobre todo de en qué medida es capaz de estructurar cambios en las distintas formas de entrenamiento permitiendo una amplia regeneración y adaptación.

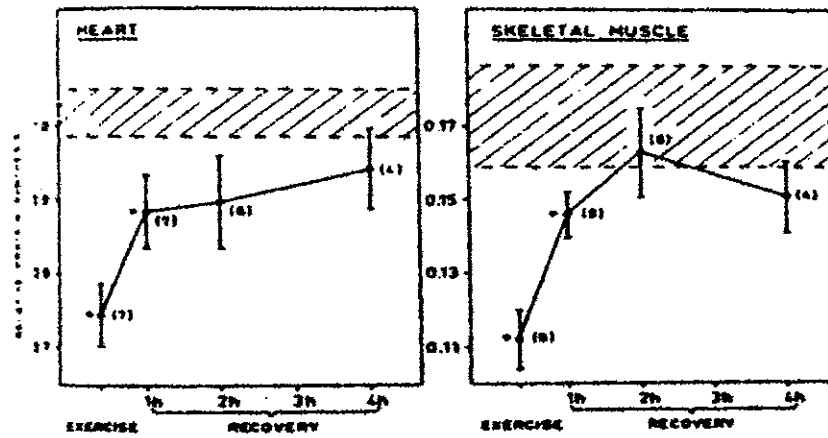
Para los procesos de regeneración es de fundamental importancia qué órganos son los que soportan la carga corporal. Para algunos sistemas como los pulmones y los capilares no se conocen procesos regenerativos especiales, con lo que aparentemente la recuperación de estos sistemas orgánicos no ha de ser muy importante.



CUADRO 14: A notar que con una fuerte toma de alcohol, el nivel de testosterona en sangre disminuye mucho, y que se mantiene bajo durante varias horas, lo que seguro no es bueno para especialidades deportivas de fuerza.



CUADRO 15: Si entre dos cargas de entrenamiento se realiza un masaje, se llega a una recuperación más rápida, con lo que se pueden llevar a cabo cargas de entrenamiento más altas.



CUADRO 16: Después de una carga de entrenamiento intensiva, disminuye claramente la síntesis de proteínas tanto en la musculatura cardíaca como en la esquelética. Son necesarias varias horas para que la síntesis de proteínas en los tejidos musculares vuelva de nuevo a la normalidad, por lo que es inapropiado meter cargas de entrenamiento de este mismo tipo en esta fase de regeneración.