

Colección Entrenamiento Deportivo

BASES TEÓRICAS *del* ENTRENAMIENTO DEPORTIVO



PRINCIPIOS Y APLICACIONES

Juan Manuel García Manso
Manuel Navarro Valdivielso
José Antonio Ruiz Caballero

GYMNOS
EDITORIAL

**Juan M. García Manso
Manuel Navarro Valdivielso
José A. Ruiz Caballero**

**BASES TEÓRICAS
DEL
ENTRENAMIENTO DEPORTIVO**

(PRINCIPIOS Y APLICACIONES)

 **GYMNOS**
EDITORIAL

© Gymnos, Editorial Deportiva, S.L.
García de Paredes, 12. Madrid 28010

Composición y montaje: Editorial Gymnos, S.L.
Dirección Editorial y Diseño: Editorial Gymnos, S.L.

I.S.B.N.: 84-8013-053-9
Depósito Legal: M-24089-1996

Impresión: TGA, S.L. Mantuano, 27 - Madrid 28002

Reservados todos los derechos. De conformidad con lo dispuesto en el Art. 534-bis, del Código Penal vigente, podrán ser castigados con penas de multa y privación de libertad, quienes reprodujeran o plagiaran, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica fijada en cualquier tipo de soporte, sin la preceptiva autorización.

Impreso en España - Printed in Spain

DEFINICIÓN DEL CONCEPTO ENTRENAMIENTO

Introducción	15
1. Mecanismos que se producen durante el entrenamiento	21
1.1. Enfoque sistémico del entrenamiento deportivo	22
2. La adaptación en el deporte	27
2.1. Concepto de adaptación en el deporte	27
2.2. Tipos de adaptación deportiva	31
2.2.1. La adaptación inmediata o rápida	31
2.2.2. La adaptación crónica o a largo plazo	32
2.2.3. La reserva de adaptación	34
2.3. La fatiga	37
2.3.1. Definición de la fatiga	37
2.3.2. Tipos de fatiga	38
2.3.3. Puntos de origen de la fatiga	42
2.3.4. Mecanismos de producción de la fatiga	45
2.3.5. La pérdida de rendimiento en relación con la fuerza ..	47
2.3.6. Detección de la fatiga	51
2.4. La recuperación	53
2.4.1. Factores que influyen en la recuperación	55
2.4.2. Medios de recuperación	55
3. La carga de entrenamiento	75
3.1. Definición	75
3.2. Aspectos que determinan la carga	75
3.2.1. El contenido de la carga	76
3.2.2. El volumen de la carga	77
3.2.3. La organización de la carga	84
4. La forma deportiva	85
4.1. Concepto de forma deportiva	85
4.2. Fases de la forma deportiva	86
4.3. Síntomas que caracterizan el estado de forma deportiva	88

5. Principios del entrenamiento deportivo	91
5.1. Principios biológicos	91
5.1.1. Principio de la unidad funcional	92
5.1.2. Principio de la multilateralidad	93
5.1.3. Principio de la especificidad	94
5.1.4. Principio de la sobrecarga	96
5.1.5. Principio de la supercompensación	97
5.1.6. Principio de la continuidad	100
5.1.7. Principio de la progresión	105
5.1.8. Principio de la individualidad	108
5.1.9. Principio de los retornos en disminución	110
5.1.10. Principio de la recuperación	111
5.2. Principios pedagógicos	113
5.2.1. Principio de la participación activa y consciente	113
5.2.2. Principio de transferencia	114
5.2.3. Principio de periodización	117
5.2.4. Principio de accesibilidad	119

MEJORA DE LA CAPACIDAD MOTRIZ. ENTRENAMIENTO DE LAS CAPACIDADES CONDICIONALES Y COORDINATIVAS

Introducción	123
1. El entrenamiento de la fuerza. Concepto	129
1.1. Factores que determinan la fuerza	129
1.1.1. Factores biológicos	130
1.1.2. Factores mecánicos	152
1.1.3. Factores funcionales. Modalidades de contracción muscular	158
1.1.4. Factores sexuales	159
1.2. Manifestaciones de la fuerza	167
1.2.1. Manifestación activa de la fuerza	167
1.2.2. Manifestación reactiva de la fuerza	186
1.3. Modo de diseño de entrenamiento de la fuerza	193
1.3.1. Entrenamiento de la fuerza máxima	194
1.3.2. Entrenamiento de la fuerza velocidad	208
1.3.3. Entrenamiento de la fuerza resistencia	210
1.3.4. Entrenamiento de la fuerza reactiva	211
1.4. Resumen de propuestas de entrenamiento de la fuerza especial en diferentes modalidades deportivas	215
1.4.1. Ciclismo	215
1.4.2. Piragüismo	216
1.4.3. Natación	216
1.4.4. Entrenamiento de la capacidad de salto en los deportes de cooperación-oposición	217

1.5.	Recomendaciones prácticas en el entrenamiento de la fuerza .	222
1.6.	Vocabulario básico de musculación	224
1.7.	Variantes en los movimientos básicos de halterofilia	227
1.7.1.	Ejercicios especiales	228
1.7.2.	Ejercicios especiales combinados	229
1.8.	Indicadores de la carga de entrenamiento de fuerza con pesas .	229
1.9.	La fuerza en la edad escolar	233
1.9.1.	Edad	236
1.9.2.	Sexo	239
1.9.3.	Entrenamiento de la fuerza para niños y jóvenes	241
1.9.4.	Los métodos de entrenamiento de la fuerza en jóvenes .	243
2.	La resistencia. Concepto	249
2.1.	Manifestaciones de la resistencia	250
2.2.	Factores que determinan la resistencia	254
2.2.1.	Factores fisiológicos. Planos funcional y constitucional .	258
2.2.2.	Factores tácticos	303
2.2.3.	Factores biomecánicos	313
2.3.	Sistemas de entrenamiento para la mejora de la resistencia . . .	323
2.3.1.	Métodos de entrenamiento para la mejora de la resistencia	324
2.3.2.	Métodos de entrenamiento utilizados en función de las manifestaciones de la resistencia	340
2.4.	Indicadores de la carga de entrenamiento de resistencia en carreras	342
2.5.	Entrenamiento de resistencia en niños	345
2.5.1.	Metabolismo aeróbico	346
2.5.2.	Metabolismo anaeróbico	354
2.5.3.	Entrenamiento aeróbico en niños	356
2.5.4.	Esfuerzos anaeróbicos en niños	358
2.6.	Entrenamiento en altura	359
2.6.1.	Adaptaciones que se producen con el entrenamiento de altura	360
2.6.2.	Rendimiento deportivo en altura	361
2.6.3.	Entrenamiento en altura	363
3.	La velocidad. Concepto	367
3.1.	Manifestaciones de la velocidad y su preparación	369
3.1.1.	Rapidez. Velocidad de un movimiento aislado	369
3.1.2.	Velocidad de movimientos complejos	377
3.2.	Entrenamiento de velocidad en niños	428
3.3.	Valoración de la capacidad anaeróbica aláctica	429
4.	Movilidad	431
4.1.	Movilidad vs flexibilidad	431
4.2.	Tipos de movilidad	432
4.3.	Factores limitantes de la movilidad	434
4.4.	Ventajas de una buena movilidad	436
4.5.	Desventajas potenciales de un exceso de movilidad	437
4.6.	Entrenamiento de la movilidad	437
4.7.	Evaluación de la movilidad	440
4.8.	Evolución de la movilidad	441
4.9.	Entrenamiento de la movilidad en niños	442

5. Cualidades coordinativas	445
5.1. La capacidad de diferenciación	447
5.2. La capacidad de acoplamiento	451
5.3. La capacidad de orientación	451
5.4. La capacidad de equilibrio	452
5.5. La capacidad de cambio	454
5.6. Capacidad de ritmización.	455
5.7. Capacidad de relajación.	456
6. La técnica deportiva	459
6.1. Entrenamiento de la técnica.	462
6.2. Métodos de enseñanza de la técnica.	466
6.3. Control del nivel de preparación técnica.	469
Bibliografía	471

PRESENTACIÓN

El objeto fundamental de la obra que presentamos es realizar una recopilación de aquellos temas relacionados con la Teoría y Metodología del Entrenamiento Deportivo que, a nuestro parecer, configuran el cuerpo fundamental de conocimientos.

A lo largo de los años que venimos ejerciendo docencia en esta materia en la Universidad y Escuela de Entrenadores nos hemos visto con la dificultad de no tener una obra que nos pudiera servir como punto de partida y, a la vez, ser la base documental a la que acceder con facilidad en aspectos puntuales en los que profundizar de acuerdo a las necesidades que cada alumno tenga. Esta razón nos animó a realizar esta modesta contribución que nos pudiera facilitar nuestro ejercicio profesional.

Somos conscientes que este área del mundo del Deporte es demasiado extenso e importante como para ser abordado en profundidad en una obra de estas características, por lo que tan sólo pretendemos hacer un compendio de aquellos aspectos que entendemos son los más relevantes y que pudieran ser de mayor interés para los profesionales de este área.

Esta obra es el punto de arranque de una colección sobre el entrenamiento deportivo que verá la luz de forma periódica en los próximos meses. Aspectos como la planificación del entrenamiento deportivo, la evaluación de la condición física, el control del entrenamiento deportivo, la preparación del futbolista, las carreras atléticas, etc., son algunos de los libros que darán continuidad a esta colección.

Queremos dejar constancia de nuestro profundo agradecimiento a todos aquellos profesores y compañeros que, mediante sus enseñanzas, comentarios y consejos, han ido configurando nuestras opiniones en este campo que hoy en día constituye nuestro quehacer profesional.

Hacer una relación detallada de todas aquellas personas que en el Instituto Nacional de Educación Física de Madrid, la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, el Comité Olímpico Español, la Escuela Nacional de Entrenadores de Fútbol, la Escuela Nacional de Entrenadores de Atletismo han contribuido en nuestra formación durante los

últimos veinte años supondría realizar una lista interminable de personas, por lo que con toda seguridad se nos quedarían olvidadas algunas de las que con todo merecimiento deberían estar incluidas. No obstante, el lector de esta obra descubrirá los principales artífices de los que se nutren los profesionales del mundo de la actividad física y el deporte a la hora de crear un cuerpo de conocimientos específicos del entrenamiento deportivo.

Por razones que se nos antojan de justicia y oportunidad, sí queremos hacer mención especial de una persona que a nosotros, igual que a cientos de profesionales del deporte en nuestro país, supo transmitir un sesgo especial sobre la forma de comprender y vivir esta hermosa profesión. Estamos seguros que José María Cagigal sabrá comprender la ilusión que para nosotros, sus alumnos, supone rendirle este modesto homenaje.

A nuestros alumnos de la Facultad, Escuela de Formación del Profesorado y Escuelas de Entrenadores esperamos, con esta obra, poderles aportar un camino que les facilite la comprensión de estos temas durante su formación y su aplicación en el posterior ejercicio profesional.

LOS AUTORES

**DEFINICIÓN
DEL CONCEPTO
DE ENTRENAMIENTO**

INTRODUCCIÓN

Utilizando un símil militar, el logro de los máximos rendimientos deportivos pasa por la elaboración de una adecuada "estrategia deportiva". En todos los casos, la estrategia deportiva se caracteriza por la amplitud y complejidad de todos los aspectos que en ella confluyen. Se recurre a la *maniobra* con los esfuerzos propios, preparando la *confrontación* con los futuros adversarios, y elaborando la *táctica* más idónea para desarrollar la misma.

Estas maniobras que configuran el camino hacia el logro de las metas deportivas propuestas, precisan de un adecuado ordenamiento (organización), el cual podemos resumir en el siguiente organigrama:

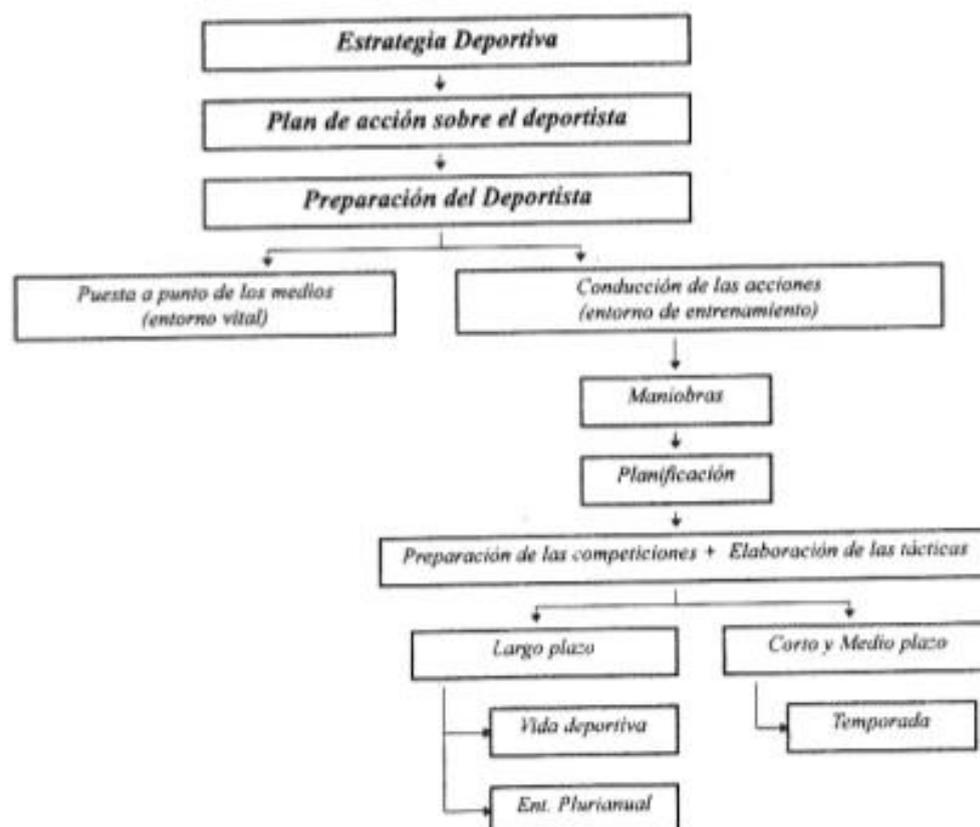


Figura 1. Organización del camino que lleva a la consecución de metas deportivas.

Es corriente encontrarnos, en el "argot" popular utilizado dentro del deporte, con el empleo indiferenciado de las palabras "preparación" y "entrenamiento". Desde nuestra perspectiva, la de la actividad física, las dos palabras son coincidentes pero no iguales en su contenido. Desde el punto de vista del lenguaje y atendiendo al significado que puede englobar una palabra, podemos asimilar la preparación a una estructura conceptual, mientras que el entrenamiento es un tecnicismo.

Para Matveiev (1985), la **preparación** de un deportista "es un proceso multifacético de utilización racional del total de factores (medios, métodos, formas y condiciones) que permiten influir de forma dirigida sobre la evolución del deportista y asegurar el grado necesario de su disposición a alcanzar elevadas marcas deportivas".

Por *medios* se entiende todos los aparatos o materiales utilizados durante la realización de la preparación del deportista y que sirven para desarrollar la capacidad de rendimiento de forma sistemática. Son, ante todo, los aparatos deportivos y los instrumentos de medición.

Por *métodos* se entiende el procedimiento sistemático y planificado de ordenación de los contenidos propios de la preparación de un deportista, de la ordenación de los objetivos parciales, de las formas de organización, de las interacciones entrenador-atleta, de la elección de los medios de trabajo y su dosificación, todo ello con el propósito de alcanzar los objetivos marcados de antemano. Los métodos de entrenamiento autónomos fueron desarrollados ante todo para la mejora de la condición física (ej. interval-training, fartlek, isocinético, etc.).

Por *forma* describimos la manera en que se emplean los métodos de entrenamiento.

Por *condiciones* hacemos referencia a la situación en que vamos a poder desarrollar los dos aspectos anteriores. Algunos aparecen intrínsecos al propio deportista, pero otros lo son externos a él (instalaciones, entrenador, club, situación económica, etc.).

Todo lo anteriormente expuesto nos demuestra que la preparación es un concepto más amplio de lo que habitualmente se le reconoce, y que incluye no sólo el entrenamiento, sino también otros aspectos como las competiciones y cualquier otra circunstancia o fenómeno que incida sobre la capacidad de rendimiento de un deportista.

Con la llegada del profesionalismo al mundo del deporte, nos encontramos con que el logro de los máximos rendimientos está vinculado con un complejo entramado que constituye el sistema de preparación de un deportista.

Este complejo sistema se encuentra sustentado básicamente en el binomio que forman el entrenador y el deportista y/o deportistas.

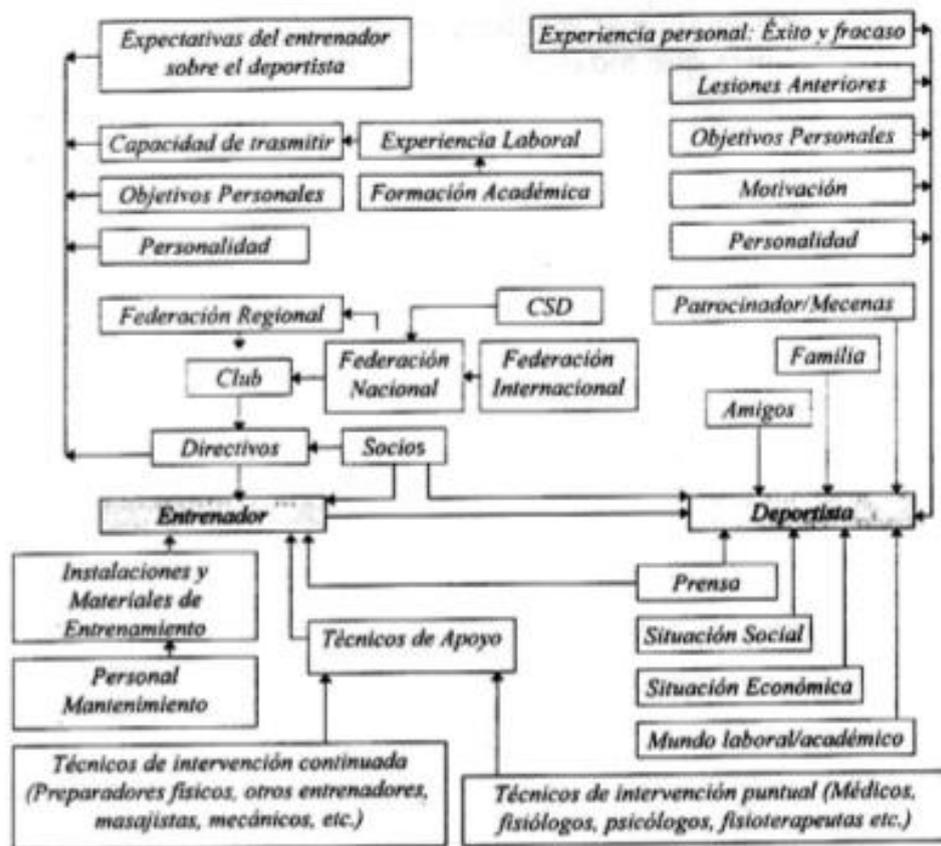


Figura 2. Sistema que configura el mundo del rendimiento deportivo.

Así, Sánchez-Bañuelos (1994) propone las siguientes condiciones que engloban un proceso de preparación que debe concluir con el logro de altos rendimientos deportivos :

Tabla 1. Entornos de la preparación deportiva

PREPARACIÓN DEL DEPORTISTA	
ENTORNO VITAL	ENTORNO DE ENTRENAMIENTO
CONDICIONES BÁSICAS DE VIDA ESTABILIDAD EMOCIONAL RECONOCIMIENTO SOCIAL PERSPECTIVAS DE FUTURO	APOYO TÉCNICO APOYO CIENTÍFICO APOYO TECNOLÓGICO INFRAESTRUCTURA DEDICACIÓN PRIORITARIA

Fuente: Sánchez-Bañuelos (1994).

Por su parte, el **entrenamiento**, aspecto de la preparación del deportista, es definido por Matveiev (1983) como "la forma fundamental de preparación del deportista, basada en ejercicios sistemáticos, y la cual representa, en esencia, un proceso organizado pedagógicamente con el objeto de dirigir la evolución del deportista".

Para el *Diccionario de las Ciencias del Deporte* (1992), una acción sistemática de entrenamiento implica la existencia de un plan en el que se definen igualmente los objetivos parciales, además de los contenidos y de los métodos de entrenamiento,

cuya realización debe evaluarse mediante controles del mismo. Estar orientado hacia el objetivo significa que todas las acciones se ejecutan de forma que conduzcan directamente al fin deseado, a una acción específica o a un nivel de actuación determinado.

Por su parte, T. Bompa (1983) define el entrenamiento como *una actividad deportiva sistemática de larga duración, graduada de forma progresiva a nivel individual, cuyo objetivo es conformar las funciones humanas, psicológicas y fisiológicas para poder superar las tareas más exigentes.*

Para este autor, los objetivos del entrenamiento son:

- a) *Lograr y aumentar un desarrollo multilateral y físico.*
- b) *Asegurar y mejorar los desarrollos físicos específicos determinados por las necesidades de cada deporte en particular.*
- c) *Realizar y perfeccionar la técnica del deporte escogido.*
- d) *Mejorar y perfeccionar las estrategias necesarias.*
- e) *Cultivar las cualidades volitivas.*
- f) *Asegurar y procurar una preparación óptima para el equipo.*
- g) *Fortalecer el estado de salud de cada atleta.*
- h) *Prevenir lesiones.*
- i) *Incrementar el conocimiento teórico del atleta.*

La realidad nos demuestra que cada día es mayor la complejidad que rodea el entrenamiento moderno. Esto nos obliga a afrontar el entrenamiento con mayor rigurosidad y profundidad, dando paso a la aplicación de una metodología científica que sustituya al trabajo empírico del entrenador.

Un entrenamiento concebido según criterios científicos implica cumplir en su elaboración una serie de pre-requisitos similares a los de cualquier disciplina científica. Aceptar una concepción científica con la que abordar el entrenamiento deportivo **no** implica entrar en la discusión sobre el dilema de si el contenido que configura su cuerpo de conocimientos es o no una ciencia en sí misma, o si por el contrario es una ciencia multidisciplinar. Tener claro el objeto de estudio o disponer de una metodología con la que abordarlo no le garantiza su reconocimiento como ciencia¹, ya que por el momento se carece del desarrollo de una teoría que integre su cuerpo de conocimientos, ni existe un marco teórico universalmente aceptado.

Sánchez-Bañuelos (1993), desde una perspectiva científica, define al entrenamiento como *una actividad de búsqueda continua de los límites físicos a los que puede llegar el ser humano en el contexto de la competición deportiva, bajo el método científico y el abandono sistemático del método empírico.* Esto lleva consigo:

¹ Según Serrano (1996), en una profunda y muy acertada reflexión, puede afirmarse que la confusión que suscita el carácter científico de los conocimientos relacionados con la actividad física y el deporte se sustenta, básicamente, en las siguientes cuestiones: (1) una indefinición del objeto de estudio y de la denominación de la ciencia; (2) el carácter dependiente o independiente respecto a otras ciencias; (3) la ausencia de una teoría con amplia aceptación en la comunidad científica; (4) el método adecuado para su investigación.

- 1) Una actitud de duda sistemática y de autocrítica constante y su relación con los procesos cíclicos en el entrenamiento deportivo.
- 2) La identificación de los problemas pertinentes y su definición precisa. La formulación tentativa de hipótesis sobre la solución de los mismos.
- 3) Los datos empíricos, los procesos de interpretación inductivos y deductivos y el sometimiento a las reglas formales.
- 4) Metodología del entrenamiento basada en la selección y priorización del trabajo.

Este autor hace una correcta interpretación del proceso de entrenamiento, la cual se basa en una adecuada interacción de sus dos pilares básicos: *el deportista y el entrenador*.

Para ello, adjudica al entrenador una dimensión que sobrepasa la puramente *psicopedagógica* que tradicionalmente se le venía dando. A esta dimensión, que sin duda supone el sustrato fundamental, le añade las dimensiones de *coordinador* y de *líder* más la de *gestor* y "*mánager*", además de la imprescindible dimensión *humana*.

Una función tan compleja obliga a los entrenadores a ser el centro coordinador de diferentes estamentos que influyen con su trabajo, pero siempre a través suyo (del entrenador), en la preparación del deportista. Estos estamentos se pueden englobar en cinco grupos (Sánchez-Bañuelos, 1993): (1) *los promotores y directivos institucionales*; (2) *el personal relacionado con actividades y servicios*; (3) *los medios de comunicación*, (4) *el personal de apoyo (médicos, masajistas, etc.)*; (5) *el equipo de colaboradores técnicos y auxiliares (2º entrenador, utilleros, etc.)*, y que nosotros tratamos de plasmar en la figura 2, donde estos puntos son readaptados.

1. MECANISMOS QUE SE PRODUCEN DURANTE EL ENTRENAMIENTO

De forma esquemática, podemos entender el entrenamiento como un proceso en el cual el deportista es sometido a cargas conocidas y planificadas que provocan en él una fatiga controlada que después de los suficientes y adecuados procesos de recuperación, se alcanzan superiores niveles de rendimiento que aparecen de manera estable y específica para cada disciplina deportiva.

Los mecanismos que de forma secuencial se van produciendo en el proceso de entrenamiento pueden ser analizados de manera parcial o global, y formarán el orden secuencial con el que, desde el punto de vista metodológico, abordaremos nuestro trabajo.



Figura 3. Dinámica general de un proceso de entrenamiento.

1.1. ENFOQUE SISTÉMICO DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

Durante siglos para el estudio científico de los fenómenos ha predominado el enfoque analítico. Éste parte del principio de considerar con gran detalle una porción muy reducida de la realidad, lo que supone llevarnos a perder la visión de conjunto de un fenómeno. Este tipo de enfoque de la realidad no deja de tener un gran interés, pero resulta insuficiente para explicar una gran cantidad de fenómenos complejos.

El concepto de Teoría General de Sistemas fue utilizado por Bertalanffy (1920-1930) para referirse a la descripción matemática de los sistemas definidos sobre la naturaleza, siendo posteriormente ampliado para referirse a cualquier clase o tipo de sistemas (Martínez y col., 1988). No obstante, algunos autores se muestran opuestos a la TGS. En ese sentido, Kaplan (cfr. García Cotarelo, 1979) se opone a la Teoría General de Sistemas argumentando que la realidad obliga a elaborar tantas teorías de sistemas como sistemas existen.

Desde el punto de vista conceptual, un *sistema* es una estructura compuesta de partes que se interrelacionan. Los niveles de dependencia varían en función del tipo de sistema a que hagamos referencia.

Interpretar la teoría del entrenamiento deportivo como un complejo dinámico que puede ser dirigido es algo que viene siendo aceptado ampliamente dentro del mundo de la actividad física y el deporte.

Por tanto, aceptar la TGS para explicar el entrenamiento deportivo nos obliga a conocer algunas de las formas en que éstos se manifiestan, aspecto este que queda reflejado en las clasificaciones que sobre ellos existen, y decantarnos hacia alguna concreta, ya que éstas varían en función del autor que las referencia.

Bertalanffy divide los sistemas en *abiertos* o *cerrados*. La definición de los mismos puede resultar compleja, pues puede ser contradictoria según los diferentes autores. Nosotros utilizaremos la definición de Forrester. Según este autor, un sistema abierto es aquel en el que las salidas de información están aisladas de las entradas y no tienen ninguna influencia sobre ellas, produciendo un mecanismo simple de estímulo-respuesta que impide la participación consciente de su propia realización, mientras que un sistema cerrado es un sistema de retroalimentación: en él la estructura cíclica del mismo permite que las salidas afecten a las entradas y viceversa.

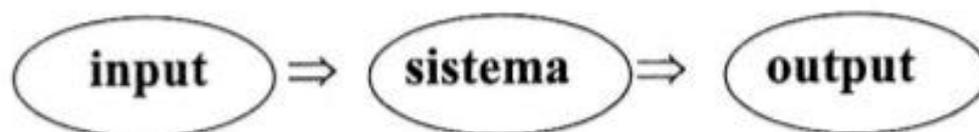


Figura 4. Modelo de sistema sin retroalimentación.



Figura 5. Modelo de sistema con retroinformación.

Dentro de los modelos de sistemas aplicados en el entrenamiento deportivo, tradicionalmente se utilizaron los abiertos, en el que las entradas (input: programas de entrenamiento y entorno) son conocidas y controladas, lo mismo que lo que ocurría con las salidas (output: resultados deportivos y rendimientos en el entrenamiento), pero en el que no se disponía de un conocimiento claro y científico de lo que se producía en el sistema (adaptaciones). El resultado era una interpretación y actuación empírica de todo el proceso.

Una visión moderna de la preparación de un deportista nos obliga a la aplicación de otros modelos.

En un "*sistema abierto determinado*"² todas las fases del sistema son conocidas, pudiendo perfeccionarlo a través de *circuitos cerrados* en los que se refuerza el sistema mediante una continua retroalimentación del proceso (Sánchez-Bañuelos, 1994).



Figura 6. Esquema simplificado del sistema de entrenamiento (Sánchez-Bañuelos, 1994).

2. Romiszowski (cfr. Fernández y col., 1977) define un sistema determinado (determinístico) como aquellos sistemas en los que las interrelaciones entre las distintas partes pueden ser prescritas e incluso podemos prever que el sistema continúe su funcionamiento y no se disgregue.

Según Van Gigch (cfr. Cotarelo, 1979), la **retroalimentación** se basa en el principio de reinformar una porción del producto (output), para controlar el ingreso (input). Puede existir una **retroalimentación positiva** en la que el multiplicador entre input y output es de tal modo que el output aumenta con los incrementos del input. También puede existir **retroalimentación negativa**, en la que el output disminuye a medida que aumenta el output. La retroalimentación positiva lleva, por lo general, a la inestabilidad del sistema, objetivo final del proceso de entrenamiento, en el que el fin último es romper los estados iniciales de rendimiento para poder alcanzar estadios superiores.

Todo lo anteriormente explicado sobre el concepto de entrenamiento y su adaptación a la teoría de los sistemas, nos permite estar en condiciones de desarrollar un modelo de sistema aplicado a la teoría del entrenamiento deportivo.

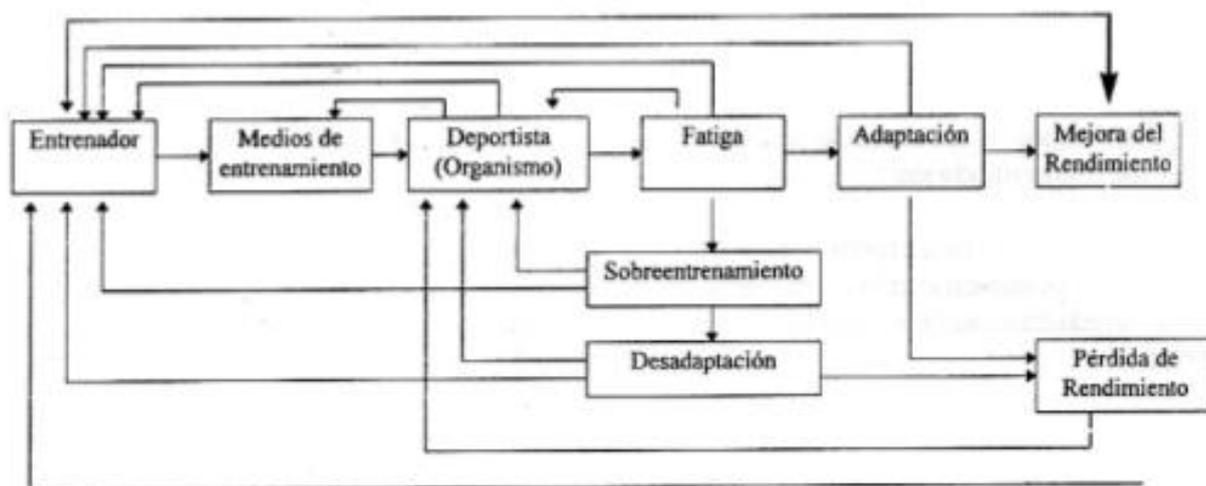


Figura 7. Modelo de sistema aplicado a la teoría del entrenamiento deportivo.

Aceptando de partida la simplicidad del sistema propuesto, creemos que explica con claridad las interacciones existentes entre los diferentes mecanismos que se producen en el entrenamiento deportivo.

Sin embargo, ¿podemos considerar la teoría de sistemas como una forma correcta de interpretar la teoría del entrenamiento?

A pesar de que los autores no se ponen de acuerdo a la hora de adaptar el mismo modelo de sistema al entrenamiento deportivo, todo parece indicar que se cumplen la mayoría de los principios y propiedades de los sistemas.

Una forma básica que nos permitiría comprobar si el entrenamiento se ajusta a la teoría de los sistemas podría pasar por ver si se cumplen algunas de las principales propiedades propias de los mismos. Las propiedades que definen un sistema pueden ser varias, pero en nuestra reflexión nos limitaremos a las siguientes:

- A. Propiedades estructurales.
 - (1) Retroalimentación.
 - (2) Totalidad.

- B. Propiedades funcionales.
 - (1) Isomorfismos.
 - (2) Complejidad.
 - (3) Equifinalidad.
 - (4) Equilibrio.
 - (5) Identidad.

Retroalimentación. En un sistema como el entrenamiento deportivo, partiendo de los aspectos anteriormente expuestos, la propiedad de la retroalimentación es casi la más fácil de comprender. Su identificación nos permite conocer los efectos de avance o retroceso de todo el proceso de trabajo.

Totalidad. Es el principio según el cual el sistema existe porque sus partes están interrelacionadas. En una visión sistémica del proceso de entrenamiento, se considera la totalidad del fenómeno en lugar de concentrar la atención en aspectos parciales del mismo. La planificación de las cargas de entrenamiento y de los procesos de evaluación del entrenamiento que se encuentran inherentes al mismo demuestran esta propiedad.

Isomorfismo. Muestra la similitud de los procesos en los que se desarrollan los diferentes sistemas, aunque no su identidad (igualdad). En la teoría general del entrenamiento deportivo, esta cualidad queda demostrada a través de los principios básicos del entrenamiento deportivo, especialmente los que determinan los procesos de adaptación a las cargas de entrenamiento.

Complejidad. Muestra el carácter cuantitativo del sistema, lo que viene determinado por el número de sus componentes, de la cantidad de sus interrelaciones y de la cualidad de las relaciones con el medio. La interrelación de cargas de entrenamiento de diferente orientación demuestran este principio.

Equifinalidad. La idea de equifinalidad nos indica un fin único de todo el proceso. El objetivo del proceso de entrenamiento es alcanzar mejoras en la capacidad de rendimiento del deportista.

Tabla 2. Características de la TGS aplicada a los juegos colectivos:
Fútbol (Dominguez y col., 1993).

<i>Características de la TGS</i>	<i>Manifestaciones en el juego</i>
<i>Un sistema es un todo indivisible</i>	<p><i>Los sujetos que practican este tipo de deportes de situación compleja son "personas" y como tales son un todo indivisible.</i></p> <p><i>El juego en el fútbol se manifiesta globalmente, sin poder dividir las partes que la constituyen:</i></p> <p><i>Aspectos informacionales (coordinativos).</i></p> <p><i>Aspectos cognitivos (elementos que conforman la táctica de juego y la personalidad del jugador).</i></p> <p><i>Aspectos condicionales (capacidades físicas requeridas).</i></p>
<i>Ninguna parte tiene efecto independientemente sobre el conjunto</i>	<p><i>El desarrollo de cada una de las tres estructuras afecta el desarrollo de las otras.</i></p> <p><i>Al tratarse de un deporte de equipo, las acciones técnico-tácticas de un jugador, durante el desarrollo del juego, afectan las acciones técnico-tácticas del resto de los miembros que componen el equipo, y siempre en relación al contrario.</i></p>

Equilibrio. Los sistemas dotados de isomorfismo, complejidad y equifinalidad, discurren tratando de mantener su identidad y recuperando, o tratando de recuperar, el estado óptimo en las relaciones con el medio. Los procesos de adaptación que se explican a continuación son los determinantes de esta cualidad en el entrenamiento.

Identidad. Un sistema se mantiene como tal en equilibrio a lo largo del tiempo, es decir, preserva su identidad. La alteración de este principio llevaría a no cumplir el objetivo último del proceso de entrenamiento, que no es otro que el incremento del rendimiento.

2. LA ADAPTACIÓN EN EL DEPORTE

El primero en plantearse el efecto que tienen los ejercicios físicos sobre el organismo fue Lamarck (1809; cfr. Ozolin, 1989), señalando que *"en todo animal que no haya alcanzado los límites de su desarrollo, la más creciente y más fuerte utilización de cualquier órgano fortalece poco a poco el mismo, lo desarrolla, lo hace crecer y le transmite fuerza en proporción a la duración de su utilización, mientras que la permanente no utilización del órgano, imperceptiblemente lo debilita, lo hace declinar, le hace disminuir sus capacidades y, por último, provoca su desaparición"*.

Partiendo del principio de que el objetivo que se pretende conseguir con el entrenamiento es aumentar la capacidad de rendimiento del deportista, esto hace que se precise llegar a unos niveles de adaptación específica por parte del mismo. Básicamente estos mecanismos de adaptación vienen determinados por dos procesos principales (Bondarchuk, 1992): el proceso *biológico* y el *pedagógico*.

El *biológico* depende de las influencias que ejercen, sobre el organismo, determinados sistemas de entrenamiento (medios y métodos de entrenamiento, volúmenes de entrenamiento e intensidades empleadas durante los diferentes microciclos, mesociclos o macrociclos). El *pedagógico* se caracteriza por la forma en que pueden ser aplicadas las cargas de trabajo para alcanzar mayor rentabilidad de las mismas.

2.1. CONCEPTO DE ADAPTACIÓN EN EL DEPORTE

La **adaptación** se entiende como *el proceso a través del cual el hombre se adecúa a las condiciones naturales, de vida, de trabajo, etc..., que llevan a una mejora morfológico-funcional del organismo, y a un aumento de su potencialidad vital y de su capacidad no específica de resistir a los estímulos extremos del ambiente* (Meerson, 1981; Kutnesov, 1976; Verjoshanski, 1990).

Por su parte, Manno (1992) define la adaptación como *la cualidad de los organismos vivientes que a través del desarrollo corporal, formas funcionales, rendimiento, comportamientos y exigencias diversas pueden estabilizar sus condiciones de existencia*.

Los elevados requerimientos del deporte moderno obligan a los deportistas a someterse a situaciones altamente alteradas respecto a las que realizan habitualmente en la vida normal.

El proceso de adaptación del organismo a las cargas físicas como las utilizadas en el entrenamiento conlleva una adaptación múltiple y compleja de los diferentes sistemas que intervienen. En este sentido Pshénnikova (1986) (cfr. Platonov, 1991) describe la adaptación mediante el siguiente proceso: "Como resultado de la acción de las señales que reciben los receptores, el impulso aferente llega al córtex del cerebro donde surgen los procesos de excitación e inhibición que forman el sistema funcional correspondiente que une ciertas estructuras del encéfalo. Este sistema de regulación moviliza de modo selectivo los grupos musculares correspondientes. Este proceso hace intervenir las estructuras de todos los niveles motores del cerebro: el nivel subcortical motor, el nivel motor del tronco que incluye los sistemas motores del mesencéfalo y del bulbo raquídeo, del nivel motor segmentado que une los centros motores de la médula espinal y, por fin, del eslabón final: las motoneuronas. Simultáneamente a la movilización de los músculos, se actúa sobre los centros reguladores de la circulación sanguínea, de la respiración y de otras funciones vegetativas".

Para entender los *procesos de adaptación* es necesario tener claro el significado de dos aspectos determinados de los mismos: *a) el nivel de estrés o nivel de estímulo; b) el equilibrio u homeostasis*. En relación a los procesos de adaptación también podemos señalar un tercer punto; *c) el efecto del entrenamiento*.

a) El nivel de estrés.

Normalmente, la adaptación se puede presentar ligada al concepto de estrés, (figura 8), siempre que consideremos a éste como la *tensión que se produce en el organismo cuando se ve sometido a un estímulo*.

El término *estrés* fue utilizado por primera vez por el endocrinólogo canadiense H. Seyle en 1936. El autor observó que al lado de reacciones típicas, surgen, independientemente del carácter del estímulo actuante, unas reacciones atípicas, siempre las mismas, que aparecen paralelamente a las reacciones típicas, propias de cada enfermedad. A partir de este principio, desarrolló una teoría en la que definía las tres etapas por las que pasa el organismo cuando es sometido a los estímulos a los que antes hacíamos referencia. En primer lugar, se produce en el organismo un estado de *alarma (alarm reaction)* ante la aparición de un estímulo que altera la situación de reposo en que se encontraba antes de la aparición del mismo. En la segunda etapa el organismo *reacciona (stage of resistance)* intentando adaptarse a la nueva situación ante la que se encuentra. La tercera y última fase representa el *resultado final de la respuesta (stage of exhaustion)* al estímulo, pudiéndose llegar a dos tipos de situaciones:

- a.1) El estímulo es demasiado intenso o muy prolongado, y por ese motivo el organismo no se puede adaptar, llegándose al agotamiento.
- a.2) El estímulo no llega a esos límites extremos y por lo tanto el organismo se adapta.

El Síndrome General de Adaptación (SGA) anteriormente descrito lleva a la excitación de los centros vegetativos importantes y, como consecuencia, a la de los sistemas simpático-adrenérgicos e hipofisario-adrenocortical. Tal y como señalan Menshikov y Volkov (1990), como resultado de la intensificación de la actividad hormonal, en la sangre y en los tejidos aumenta la concentración de catecolaminas y glucocorticoides, contribuyendo a aumentar los recursos energéticos y plásticos del organismo. No obstante, cuando el ejercicio alcanza el nivel de estrés necesario, el organismo reacciona provocando los cambios adaptativos necesarios.

b) Tendencia a mantener el equilibrio u homeostasis.

La adaptación también aparece ligada al concepto de *equilibrio u homeostasis* (estabilidad de las condiciones vitales). La *homeostasis* puede definirse, en general, como el *equilibrio dinámico entre los procesos que concurren al mantenimiento y los que tienden a la destrucción de un sistema biológico* (Diccionario de las Ciencias de los Deportes). Si un estímulo rompe el equilibrio orgánico (*heterostasis*), éste reaccionará intentando restablecer la situación alterada, intentando incluso llevarlo hacia un nivel superior de rendimiento (*supercompensación*).

Los procesos adaptativos no pueden ser limitados a reacciones homeostáticas específicas a pesar de que al final son de este orden. Para Viru (1994), la reacción de adaptación específica forma parte del proceso de adaptación general, la cual tiene sus principales componentes en:

1. *La movilización de las reservas energéticas.*
2. *La activación de las síntesis proteicas.*
3. *Activación de las defensas del organismo (actividad inmunitaria, etc.).*

c) El efecto de entrenamiento (EE).

En el campo del deporte, los procesos de adaptación se pueden comprender a través del *efecto de entrenamiento (EE)* sobre el organismo del deportista. Matveiev (1985) entiende por EE los cambios que acontecen en el organismo y que son resultado del proceso de entrenamiento. Este mismo autor distingue entre tres EE diferentes:

- c.1) *Efecto inmediato.*
- c.2) *Efecto resultante.*
- c.3) *Efecto acumulativo.*

- c.1) *El efecto inmediato* es aquel que produce una carga de entrenamiento inmediatamente después que la misma ha finalizado.
- c.2) *El efecto resultante* hace mención a los cambios que se van sucediendo en el organismo como resultado de una carga hasta que se ejecuta la siguiente. Variará en cada carga según la recuperación.
- c.3) *El efecto acumulativo* es el resultado de los efectos inmediatos que se producen durante un proceso prolongado de entrenamiento. Como se verá al hablar de la planificación del entrenamiento deportivo, éste será uno de los objetivos básicos a cumplir en cada mesociclo.

F. Navarro (1995) también habla del *efecto residual*, entendiendo por el mismo la capacidad que tiene un sujeto de conservar las adaptaciones alcanzadas por el entrenamiento, una vez que éste ha finalizado. El efecto residual varía para cada cualidad y su nivel de desarrollo. En este sentido, el autor propone el siguiente cuadro(modificado) (Tabla 3):

Tabla 3. El efecto residual en diferentes sistemas del organismo

CUALIDAD	DESENTRENAMIENTO
Productividad metabólica anaeróbica	Días a Semanas
Productividad metabólica aeróbica	Semanas a Meses
Sistema cardiovascular/respiratorio	Meses a Años
Sistema muscular	Meses a Años
Sistema neuromuscular	Años

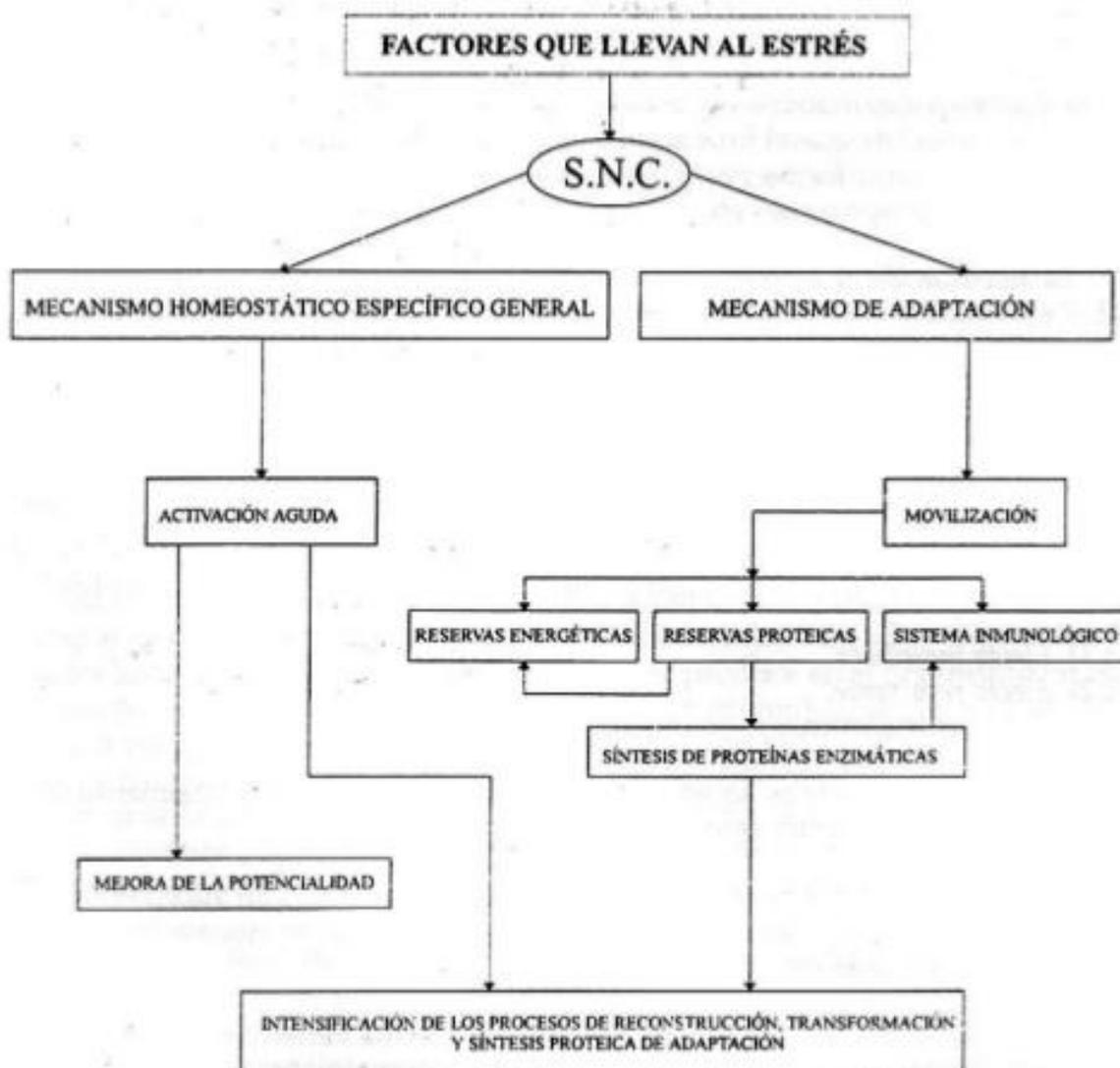


Figura 8. Sistemas de mecanismos de adaptación (Viru, 1994).

La forma en la que se lleva a cabo el proceso de adaptación está mediatizada por un amplio número de factores. Los más importantes que determinan el grado o nivel de adaptación a las cargas de entrenamiento son de dos tipos (Weineck, 1992):

a) *Factores endógenos.*

- *La edad.*
- *El sexo.*
- *Los años de entrenamiento previo.*

b) *Factores exógenos.*

- *Valor de la carga de entrenamiento.*
- *Nutrición.*

Por su parte, González-Badillo (1995) cita siete parámetros relacionados con la adaptación y el tiempo de aplicación de las cargas:

- El *potencial de adaptación genético*. Cada sujeto nace con unas posibilidades o capacidades de adaptación.
- La *capacidad de rendimiento máximo*. Es el máximo porcentaje del potencial de adaptación genética conseguido hasta una fecha determinada.
- La *capacidad de rendimiento actual*. Es el porcentaje de la capacidad de rendimiento máximo alcanzado en un momento determinado.
- El *déficit de adaptación*. Es la diferencia entre la capacidad de rendimiento máximo y el potencial de adaptación genético.
- La *exigencia de entrenamiento*. Grado de carga o esfuerzo que significa un entrenamiento respecto a la capacidad de rendimiento actual.
- La *reserva de rendimiento*. Porcentaje de la capacidad de rendimiento actual que es utilizado en una sesión de entrenamiento.
- La *reserva actual de adaptación*. Capacidad de mejora de la adaptación o posibilidad de progresión en un ciclo de entrenamiento.

2.2. TIPOS DE ADAPTACIÓN DEPORTIVA

Las respuestas del organismo a los estímulos a los que se le somete son de muy diversa magnitud en función de la intensidad de los mismos y del tiempo a los que fue sometido. De esta manera podemos hablar de dos tipos de adaptación, ya anteriormente mencionados:

2.2.1. *La adaptación inmediata o rápida (AI).*

2.2.2. *La adaptación crónica o a largo plazo (AC).*

2.2.1. LA ADAPTACIÓN INMEDIATA O RÁPIDA

Cuando el sujeto es sometido a cualquier carga de entrenamiento, responde con una serie de alteraciones orgánicas inmediatas que le permiten responder con eficacia y prontitud al trabajo requerido. De esa forma, un sujeto que empieza a correr

incrementa rápidamente la frecuencia respiratoria, la frecuencia cardíaca, etc., alteraciones que desaparecen de forma progresiva una vez ha desaparecido el estímulo que las provocó. Es decir, que la adaptación rápida no implica una adaptación estable del organismo. Las adaptaciones inmediatas o rápidas están condicionadas por determinados aspectos de la carga (volumen, intensidad, etc.), por la reserva de adaptación del deportista y por su capacidad de recuperación.

Se suelen distinguir tres etapas en los procesos inmediatos de adaptación (Platonov, 1991) similares a los propuestos por Seyle en su teoría general de adaptación:

- a. La primera comprende la activación de los sistemas que intervienen en la ejecución de la tarea.
- b. La segunda aparece cuando los sistemas funcionan en condiciones estables.
- c. La tercera se caracteriza por situaciones inestables en las que se llega a situaciones de alto nivel de cansancio.

La suma de procesos rápidos de adaptación es la que provoca situaciones posteriores de adaptaciones más estables. Para ello es necesario someter al organismo a cargas de trabajo lo suficientemente intensas y continuadas como para que impliquen fuertes adaptaciones. Ahora bien, no es necesario llegar siempre a la tercera fase (agotamiento intenso), pues en ese caso se puede influir negativamente en los procesos de adaptación crónica e incluso provocar cambios negativos en los distintos órganos y sistemas.

2.2.2. LA ADAPTACIÓN CRÓNICA O A LARGO PLAZO

Como ya se señala anteriormente, es el resultado de someter al organismo a continuos y prolongados procesos de adaptación rápida. Estos procesos de adaptación crónica van a verse condicionados por el potencial genético que tiene de partida cada sujeto, no respondiendo por igual, a los mismos estímulos, todas las personas.

Para Platonov (1991), la adaptación crónica es más efectiva cuando se utilizan con frecuencia cargas elevadas que obliguen a los sistemas funcionales a oponerse a grandes exigencias. No obstante, no podemos olvidar que las cargas de entrenamiento de esta magnitud conllevan a su vez grandes riesgos que no se pueden olvidar. Meerson (1986) destaca, entre los más importantes, los siguientes:

La posibilidad de un agotamiento funcional del sistema predominante en las reacciones de adaptación.

La disminución de la reserva estructural y funcional de otros sistemas que no intervienen directamente en la reacción de adaptación.

Según Viru (1994), el desarrollo de la adaptación crónica es más efectivo si se cumplen los siguientes requisitos:

- a. La intensidad de la acción es suficiente para mantener las acciones estimulantes sobre la síntesis proteica de adaptación hasta la fase de sobrecompensación que garantiza las máximas posibilidades energéticas para realizar el proceso de la síntesis de proteínas.
- b. Se produce una nueva acción inmediatamente después de la interrupción de la síntesis de adaptación de las proteínas.

Al igual que ocurría con las adaptaciones inmediatas, las adaptaciones crónicas comprenden varias etapas (Platonov, 1991):

- a. La **primera** moviliza sistemáticamente los recursos funcionales del organismo del deportista cuando lleva a cabo los programas de entrenamiento de finalidad determinada.
- b. En la **segunda**, a partir del aumento sistemático de las cargas, se produce una serie de transformaciones estructurales y funcionales en los órganos y tejidos de los sistemas requeridos.
- c. La **tercera** se caracteriza por una adaptación crónica estable que se traduce por la presencia de una reserva indispensable para proporcionar un nuevo nivel de funcionamiento del sistema, de estabilidad de las estructuras funcionales y de una estrecha relación entre los órganos reguladores y ejecutores.
- d. En la **cuarta** etapa, si el trabajo no es racional, o demasiado intenso, o no se asimila adecuadamente, se producen alteraciones negativas del organismo.

En el deporte, un adecuado proceso de entrenamiento debe abarcar las tres primeras etapas, pero nunca la cuarta. Si se llega a esta fase, el deportista se verá obligado a suspender el entrenamiento por alcanzar altos grados de fatiga.

En ocasiones se considera una etapa intermedia entre las adaptaciones inmediatas y las adaptaciones a largo plazo, la cual denominan etapa de "*adaptación compensatoria*" (AC). Esta etapa es considerada como el eslabón intermedio entre los dos anteriores.

Tal y como se indica al comienzo de este capítulo al definir la adaptación, ésta debe ser de carácter específico en relación al tipo de estímulo a que se somete al sujeto. Sin embargo, las posibilidades de adaptación no son ilimitadas, sino que las posibilidades potenciales están delimitadas, tal y como ya comentamos, por el patrimonio genético que se posee.

Esta circunstancia nos lleva a distinguir, en el entrenamiento deportivo, lo que son *adaptaciones genéticas* y lo que son *adaptaciones extragenéticas*.

Al hablar de las adaptaciones genéticas, Manno (1987) las define como aquellas posibilidades de adaptación que "*concernen al programa genético codificado en el núcleo celular desarrollado en el curso de la evolución de una especie. Son, por lo tanto, adaptaciones concretas de cada individuo.*"

Las adaptaciones extragenéticas, las cuales se obtienen mediante el entrenamiento y vienen condicionadas por el genotipo.

En este sentido, Israel distingue dos formas de producirse la adaptación extragenética:

- (1) la *adaptación metabólica*;
- (2) la *adaptación epigenética*.

La *adaptación metabólica* se refiere al conjunto de las modificaciones funcionales y metabólicas que siguen inmediatamente a la aplicación del estímulo. Representa lo que anteriormente denominamos adaptación inmediata o rápida.

La *adaptación epigenética* se refiere a lo que denominamos como adaptación crónica o a largo plazo.

2.2.3. LA RESERVA DE ADAPTACIÓN

El grado de adaptación que es capaz de alcanzar un deportista va a venir determinado por la *Reserva de Adaptación* que posea su organismo.

Este concepto, ya estudiado por Semenov (1982), Viru (1981) y Verjochanski (1987), lo podemos definir como *la capacidad de respuesta de adaptación que posee en cada momento el organismo, y que le capacita poder pasar a un nuevo nivel de sus posibilidades motoras*.



Figura 9. Modificación de la reserva de adaptación con el entrenamiento.

La *reserva total de adaptación* señala los límites potenciales de adaptación de un sujeto y/o un sistema funcional. Viene determinada genéticamente, pero no es posible alterarla si no es mediante manipulaciones externas no permitidas reglamentariamente..

La *reserva actual* viene determinada por el grado de desarrollo que el sujeto y/o sistema alcanza en un momento concreto de la vida del deportista. Conforme

umentan los niveles de rendimiento adquiridos mediante el entrenamiento y la práctica deportiva, disminuye la reserva potencial de entrenamiento que se posee, aunque a su vez permite soportar mayores niveles de carga sin que el sistema se vea excesivamente resentido o dañado. Este fenómeno implica que, para una carga determinada de entrenamiento, *la fatiga es menor y la recuperación más rápida y eficaz.*

No podemos olvidar que las posibilidades de adaptación de un organismo a las cargas de entrenamiento es individual a la vez que son diferentes para cada capacidad condicional y coordinativa. Esto hace que los conceptos de reservas de adaptación varíen en función de cada aspecto que queramos analizar (sistema funcional, capacidad condicional, etc.).

Tabla 4. Cambios microestructurales y bioquímicos (% a partir del nivel inicial) en las fibras musculares bajo la influencia del entrenamiento con la utilización de diferentes tipos de ejercicios

Índices	Tipo de ejercicio		
	Resistencia	Velocidad	Fuerza
Masa relativa muscular (% peso corporal)	9	32	39
Grosor de las fibras musculares	0	24	30
Nº mitocondrias por unidad de área	60	30	--
Densidad mitocondrias/unidad sección transversal	55	35	--
Contenido de proteínas:			
Miofibrillas	7	63	68
Sarcoplasma	23	57	30
Miosina	0	18	59
Mioglobina	40	58	53
ATP	0	0	0
PCr	12	58	25
Glucógeno	80	70	38
ATP-asa miosina	3	18	55
Absorción Ca ⁺⁺	0	15	25
Fosforilasa	23	40	20
Enzimas de la glucólisis	9	30	--
Enzimas de la oxidación	230	100	--
Velocidad de la glucólisis	10	56	28
Velocidad de la respiración	53	45	20

Fuente: Menshikov y Volkov (1990).

A la vez que el nivel de carga se incrementa, llegando a exceder el nivel límite de las posibilidades de adaptación, surge lo que algunos conocen como *reacción paradójica*. Según este concepto, al crecer la intensidad del estímulo, la reacción de respuesta del organismo disminuye, pudiendo llegarse a un estado de desadaptación que veremos más adelante al explicar el *sobreentrenamiento* dentro del apartado dedicado a la fatiga.

De forma general, se sabe que si se utiliza una carga moderada (respecto al estado en que se encuentra el atleta) los índices de la capacidad específica de prestación se caracterizan por un crecimiento lento, no siempre lineal, pero sí continuo. En este

caso, las reservas plásticas y energéticas del organismo se activan moderadamente. El proceso de adaptación cronológicamente es largo. La aplicación ininterrumpida de cargas de estas características puede mantenerse a lo largo de 5 a 6 semanas, sin precisar de un microciclo de recuperación (Verjochanski, 1990).

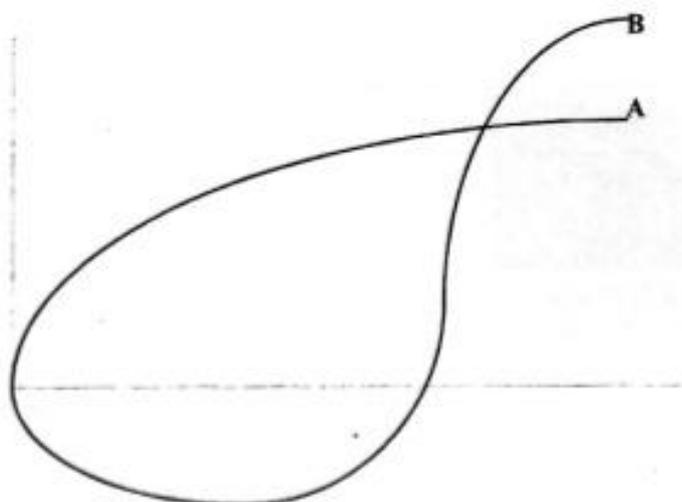
Una aplicación de cargas de estas características, así como el modelo de adaptación, es típica de los atletas principiantes y de los atletas de nivel medio. En la dinámica sucesiva de los índices funcionales específicos son posibles tres tendencias:

- *Una disminución*: si la fuerza de los estímulos de entrenamiento disminuye.
- *Una estabilización*: si se utilizan cargas de mantenimiento.
- *Un incremento*: cuando se mantiene la fuerza de los estímulos de entrenamiento.

En el caso del empleo de cargas elevadas de entrenamiento, propias de deportistas de alto nivel, son posibles dos estrategias que dependerán de la organización de las cargas de entrenamiento.

Si el volumen se distribuye uniformemente a lo largo de todo el proceso de trabajo con incremento gradual de la intensidad, se obtienen alteraciones y adaptaciones periódicas inmediatas del nivel de rendimiento.

Otra estrategia consiste en concentrar el trabajo en períodos relativamente cortos de tiempo. En este caso, el proceso de adaptación es más intenso, caracterizándose por una larga y profunda alteración de la homeostasis del organismo, que externamente se traduce en una disminución larga y estable de los índices de la capacidad específica de rendimiento. Teóricamente, terminado el trabajo concentrado de entrenamiento se produce un aumento acentuado de los índices funcionales a niveles superiores a los valores iniciales y a los valores de la primera variante de distribución de cargas (Verjochanski, 1990; 1987).



Fuente: Adaptado de Verjochanski (1990).

Figura 10. Tipos de reacciones de adaptación a la carga física.
A: Tradicional; B: Concentrado o intensivo.

Cuando se emplean trabajos como éstos (concentrados)³, su aplicación ininterrumpida, generalmente, no se puede mantener por encima de las 3-4 semanas, después de las cuales es necesario realizar una pausa rehabilitadora que permita activar los procesos de compensación. Un deportista de alto nivel que esté bien entrenado, estará en condiciones de asimilar tres bloques sucesivos de cargas de esta forma organizadas, siempre que entre ellas se intercalen microciclos rehabilitadores de 7 a 10 días de duración. Al final de los tres bloques, es necesario aplicar un período rehabilitador más largo. La duración de la anteriormente mencionada Reserva Actual de Adaptación de un deportista entrenado es de 18-22 semanas.

2.3. LA FATIGA

La fatiga muscular ha venido siendo estudiada, fundamentalmente, desde una perspectiva fisiológica, lo que supone una extraordinaria aportación al técnico deportivo, pero a la vez la sitúa en tema de estudio de difícil acceso a este tipo de profesionales. Es por esto que en nuestro estudio lo analizaremos desde aspectos más fácilmente mensurables en el trabajo de campo, aunque para ello nos hayamos apoyado en técnicas y conocimientos de carácter fisiológico. No obstante, debemos reconocer que el término fatiga comporta una doble dualidad intrínseca, tal y como reconoce Scherrer (1991): (1) *la experiencia subjetiva de un individuo*; (2) *el conjunto de manifestaciones objetivas que se observan en el individuo en cuestión*.

2.3.1. DEFINICIÓN DE LA FATIGA

Definir la *fatiga* en el deporte resulta sencillo, pues indica una disminución de la capacidad de rendimiento como reacción a las cargas de entrenamiento. Esta pérdida de rendimiento, que aparece asociada a sobrecargas funcionales y que se manifiesta tras la ejecución de un ejercicio físico, es lo que Legido (1986) denomina *fatiga física o muscular*, y que conjuntamente a otros tipos de fatiga (mental, sensorial, local, general, etc.) es lo que comúnmente se conoce con el nombre genérico de *fatiga*. Edwards (1981) la definía como *la imposibilidad de mantener la fuerza requerida o esperada*, mientras que Vollestad y Sejersted (1988) la definen como *la disminución de la capacidad de generar fuerza*. Entender y conocer este concepto resulta básico para la elaboración, control y ejecución de cualquier programa de entrenamiento.

Algo más complejo resulta definirla si se intenta hacerlo desde otras perspectivas. Barbany (1990) la entiende como *"un estado funcional de significación protectora, transitorio y reversible, expresión de una respuesta de índole homeostática, a través de la cual se impone de manera ineludible la necesidad de cesar o, cuando menos, reducir la magnitud del esfuerzo o la potencia del trabajo que se está efectuando"*. Pero los mecanismos fisiológicos implicados en este mecanismo de respuesta a la actividad física no son todavía muy

³ Los modelos de planificación del entrenamiento que utilizan cargas concentradas de trabajo son característicos de la planificación contemporánea.

conocidos. Volkov (1990), en su definición de la fatiga, los sintetiza de la siguiente manera: "En el estado de fatiga disminuye la concentración de ATP en las células nerviosas y se altera la síntesis de acetilcolina en las formaciones sinápticas, se retarda la velocidad de transformación de las señales procedentes de los propio y quimiorreceptores y en los centros motores se desarrolla la inhibición protectora vinculada a la formación del ácido gamma-aminobutírico. Durante la fatiga se inhibe la actividad de las glándulas de secreción interna, lo que disminuye la producción de algunas hormonas y la actividad de algunas enzimas. Esto se proyecta en la ATP-asa miofibrilar que controla la transformación de la energía química en trabajo mecánico. Al bajar la velocidad de la desintegración de ATP, en las miofibrillas disminuye automáticamente la potencia del trabajo que se realiza. En el estado de fatiga se reduce la actividad de las enzimas de oxidación aeróbica y se altera la conjugación de las reacciones de oxidación con la resíntesis de ATP. Para mantener el nivel necesario de ATP se efectúa la intensificación secundaria de la glicolisis. El catabolismo intensificado de los compuestos proteicos va acompañado de un aumento del contenido de urea en sangre. Fatigados los músculos, se agotan las reservas de substratos energéticos, se acumulan los productos de la descomposición (ác. láctico, cuerpos cetónicos, etc.) y se observan bruscos cambios del medio intracelular. En este caso se trastorna la regulación de los procesos vinculados al abastecimiento energético de los músculos, se manifiestan las alteraciones bien expresadas en la actividad de los sistemas de respiración pulmonar y de circulación sanguínea".

Aunque la fatiga es un concepto asociado a rendimientos inferiores a los que potencialmente es capaz de realizar un deportista o a mecanismos de defensa que se activan ante el deterioro de determinadas funciones orgánicas y celulares, no podemos olvidar que en el entrenamiento deportivo la fatiga es un estado imprescindible para poder conseguir respuestas de adaptación, siempre que éstas no lleven a estados de sobreentrenamiento.

2.3.2. TIPOS DE FATIGA

Legido (1986) distingue dos tipos de fatiga:

- a) *la de efectuación.*
 - b) *la de regulación.*
- a) La primera de ellas, *fatiga de efectuación (periférica)*, es fundamentalmente de tipo metabólico y puede presentarse de forma local o general. La *fatiga muscular local* afecta a los músculos directamente implicados en el trabajo físico, mientras que la *fatiga orgánica general* afecta a los diferentes órganos y sistemas.
 - b) La *fatiga de regulación (central)* se presenta de dos formas: como fatiga de *recepción (sensorial)* y como fatiga de *control (centros nerviosos)*.

Fernández (Curso entrenadores de ciclismo, 1993) propone tres tipos de fatiga desde el punto de vista del *tiempo de aparición*:

- a. *Aguda.* Cuya aparición ocurre durante la realización de una actividad física. Esta fatiga tendrá mecanismos diferentes de producción dependiendo de que el ejercicio sea de *corta duración*, de *larga duración*, *local* o *general*.

- b. *Subaguda*. También llamada de sobrecarga. Ocurre después de uno o varios microciclos de carga.
- c. *Crónica*. Aparecería como resultado de un largo e intenso proceso de entrenamiento que ocasiona un estado permanente de fatiga que lleva al sobreentrenamiento.

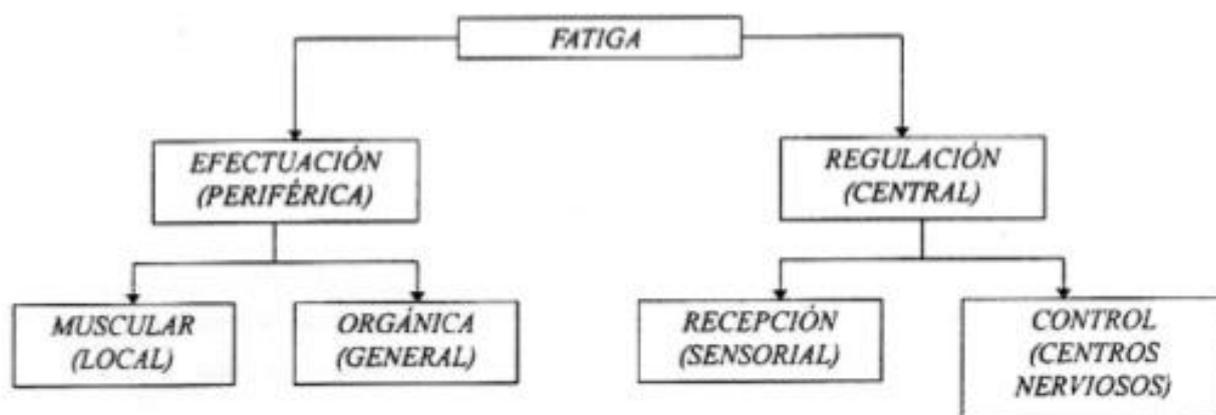


Figura 11: Tipos de fatiga.

Siempre los niveles de fatiga están relacionados con la intensidad del esfuerzo. En ocasiones, el nivel de fatiga que alcanza el deportista roza los niveles de la patología. Esta situación aparece en los procesos de sobreentrenamiento. El *sobreentrenamiento* (overtraining) es definido como una disminución de la capacidad de rendimiento (Kindermann, 1986; Kuipers, 1988; Noakes, 1989; Van Borselen, 1992), aunque históricamente no ha existido una terminología uniforme para definir este fenómeno. En ocasiones, muchos investigadores no han diferenciado entre lo que son procesos de respuesta a altas cargas de entrenamiento que buscan provocar adaptaciones a corto plazo, con los estados de *sobreentrenamiento a corto plazo* (overreaching), y lo que es el *síndrome de sobreentrenamiento* (overtraining o sobreentrenamiento crónico).

En el primer caso (overreaching) nos referimos a los estados de cansancio que siguen a cualquier ejercicio. El segundo (overtraining) hace referencia a una merma de rendimiento, más o menos mantenida, que aparece por un corto período de tiempo, pero al que posteriormente le sigue un proceso de supercompensación que incrementará la capacidad de rendimiento (Fleck, 1987; Kuipers, 1988). También por overtraining se entiende la consecuencia de no recuperación del organismo. Si en una situación de estas características no se incorporan las pausas necesarias o se aplican los procesos de recuperación adecuados, se puede caer en la antesala del *síndrome de sobreentrenamiento*. El sobreentrenamiento presenta unas características específicas para cada tipo de entrenamiento (Van Borselen, 1992).

La tolerancia individual a los esfuerzos límite viene determinada fundamentalmente por la *reserva de adaptación de los sistemas simpático-adrenérgico e hipofisario-adrenocortical* (Menshikov y Volkov, 1990). Los deportistas bien entrenados se

caracterizan por una reacción ahorrativa por parte del sistema simpático-adrenérgico, pero también por una máxima activación potencial de las catecolaminas en sangre.

Normalmente se distinguen dos tipos de sobreentrenamiento, en función del sistema nervioso predominante: (1) **sobreentrenamiento simpático**; (2) **sobreentrenamiento parasimpático** (Fry y col., 1991).

El sobreentrenamiento de tipo *simpático* representa una respuesta previa al estado de agotamiento neuroendocrino, mientras que el *parasimpático* refleja un estado avanzado de agotamiento del sistema endocrino.

Tabla 5. Características del sobreentrenamiento simpático y parasimpático.

<i>SIMPÁTICO</i>	<i>PARASIMPÁTICO</i>
<i>Aumento de FC basal</i>	<i>Baja FC basal y Tensión Arterial</i>
<i>Disminución del peso</i>	<i>Rápida recuperación del pulso</i>
<i>Disminución del apetito</i>	<i>Anemia</i>
<i>Inestabilidad emocional</i>	<i>Problemas digestivos</i>
<i>Sudoración nocturna</i>	<i>Poca reactividad</i>
<i>Aumento del metabolismo basal</i>	<i>Hipoglucemia</i>
<i>Balance N2 negativo</i>	
<i>Anormalidades ECG</i>	
<i>Kindermann (1986); Bompa (1983); Karetzky (1971)</i>	<i>Bompa (1983); Kuipers y Keizer (1988); Karetzky (1971)</i>

	<i>ESTADO BASAL</i>	<i>SIMPÁTICO</i>	<i>PARASIMPÁTICO</i>
<i>CORTISOL</i>	<i>NORMAL</i>	<i>AUMENTA</i>	<i>DISMINUYE</i>
<i>TESTOSTERONA</i>	<i>NORMAL</i>	<i>IGUAL O DISMINUYE</i>	<i>DISMINUYE</i>

Pero no sólo el exceso de carga de entrenamiento es el motivo de la aparición de un estado de sobreentrenamiento. Aspectos como las sobreexigencias medioambientales, los trastornos de la salud, la mala nutrición o la nutrición deficiente, etc., pueden ser causa de estas situaciones que impiden la continuación o el adecuado entrenamiento.

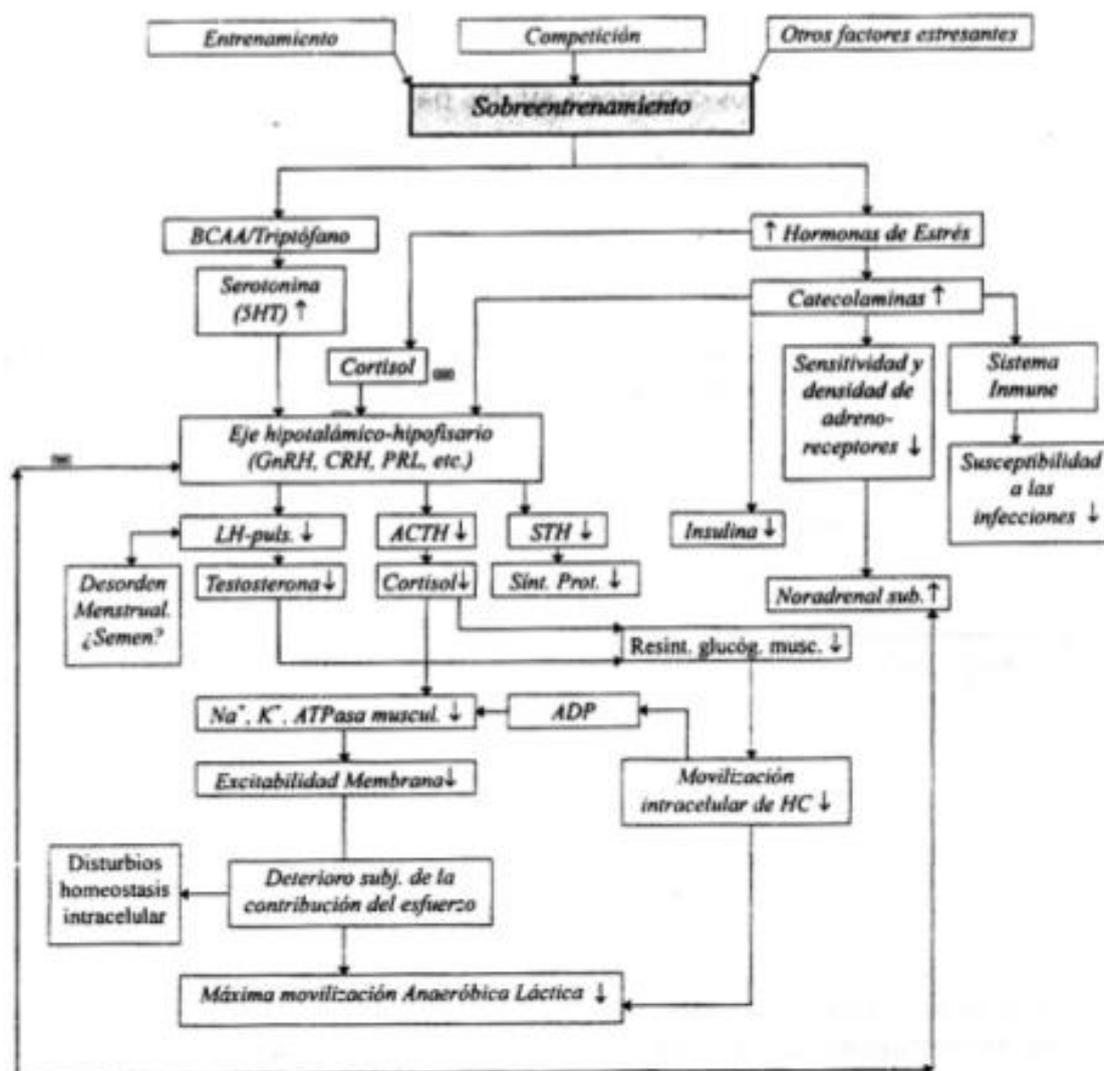
Cuando las causas son únicamente atribuibles al entrenamiento se debe a no cumplir los principios metodológicos que en este capítulo se explican.

Entre las numerosas causas relacionadas con el estado de sobreentrenamiento típico de los deportistas, cabe destacar los siguientes:

- Errores en la organización de las estructuras intermedias en que se organiza el plan de entrenamiento (microciclos, mesociclos, etc.).

- La utilización insuficiente de los métodos de recuperación que más adelante se detallan.
- Aumento demasiado rápido de las exigencias de entrenamiento.
- Aumentos muy bruscos de las cargas de entrenamiento después de descansos involuntarios (lesiones, enfermedades, etc.).
- Uso excesivo de cargas de alta intensidad.
- Requerimientos técnicos complejos sin las pausas de recuperación necesaria.
- Participación en numerosas competiciones de alto requerimiento.
- Alteraciones frecuentes de los hábitos de vida por requerimientos de la práctica deportiva (viajes, jet lag, etc.).
- Descuido del entrenamiento invisible (falta de sueño, tabaquismo, alcoholismo, malas condiciones de vida, etc.).

La forma de prevenir en un deportista un estado de sobreentrenamiento pasa por los siguientes condicionantes: (a) la estructura del programa de entrenamiento debe incluir todos aquellos aspectos que prevengan al deportista de lesiones y de estados excesivos de fatiga; (b) contar con una adecuada batería de test que midan parámetros de detección de la fatiga; (c) el procedimiento de testación debe estar incorporado dentro del programa de entrenamiento, de tal forma que sus datos no nos lleven a confundir entre la fatiga propia del esfuerzo y los síntomas de sobreentrenamiento.



Fuente: Urhausen (1995) (Adaptado).

Figura 12. Mecanismos neuroendocrinos que se producen en el sobreentrenamiento (overtraining).

2.3.3. PUNTOS DE ORIGEN DE LA FATIGA

Durante la actividad muscular, la fatiga puede alterar los mecanismos de la contracción muscular a los diferentes niveles que se ponen en funcionamiento en un proceso tan complejo como este desde que se inicia a nivel del sistema nervioso central, se propaga hasta el músculo y se realiza la contracción.

A. La *fatiga central* es aquella que se produce en uno o varios niveles de las estructuras nerviosas que intervienen en la actividad física a que hacemos referencia. Responde sobre la alteración de la motivación, o bien por la alteración de transmisión de órdenes desde el SNC o del reclutamiento de axones motores. Normalmente se acepta su existencia asociada tanto a esfuerzos prolongados de baja intensidad como a esfuerzos de alta intensidad, bien mantenidos o en forma de repetición.

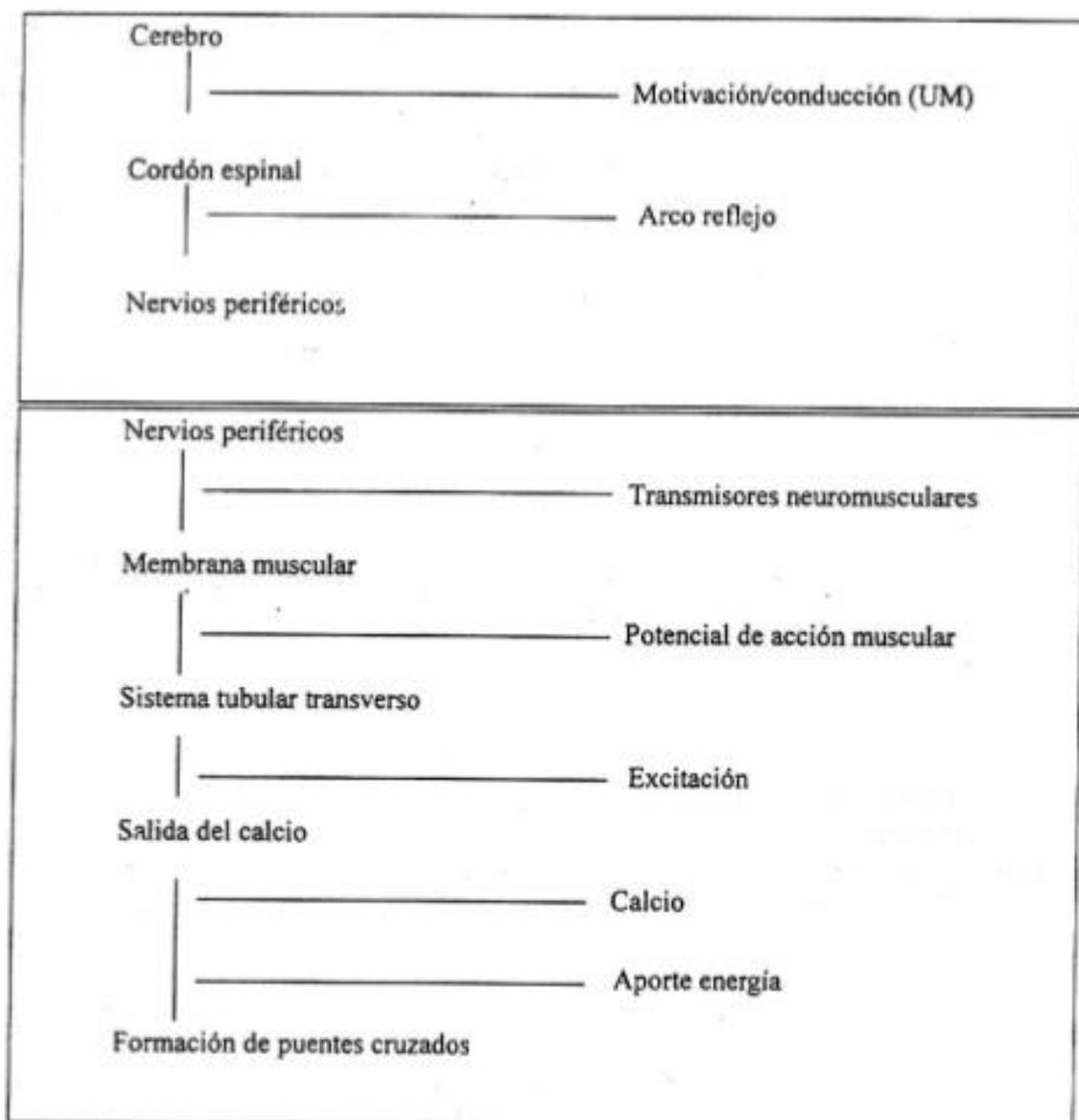
Green (1987) propone cuatro posibles puntos de aparición de la fatiga central:

- (1) *Nivel supraespinal;*
- (2) *Inhibición aferente desde husos neuromusculares y terminaciones nerviosas;*
- (3) *Depresión de la excitabilidad de la motoneurona;*
- (4) *Fallos en la sinapsis.*

Asimismo, Palomero y col. (Tesis Doctoral, 1990), a este nivel, proponen un mecanismo relacionado con la alteración en los neurotransmisores de las sinapsis entre las microneuronas del circuito de Renshaw y las alfa-motoneuronas. Este circuito, normalmente inhibitorio, por acción del ácido gamma amino butírico (GABA) y la glicocola o glicina, puede llegar a modificar su acción transformándola en excitadora por acción del aspartato, glutamato y la acción reguladora de la taurina.

B. La *fatiga periférica* es la que tiene lugar en las estructuras que intervienen en la acción muscular y que se produce a niveles que se encuentran por debajo de la placa motriz. Allen y col. (1992) o Vollestad y Sejersted (1988) sitúan los posibles puntos de producción de fatiga a este nivel en:

- (1) Disminución de la velocidad de conducción del potencial de acción sobre la superficie de la fibra.
- (2) Modificación de la transmisión de la señal desde los tubos T al retículo sarcoplasmático.
- (3) Reducción en la liberación de calcio intracelular durante la actividad.
- (4) Reducción de la sensibilidad al calcio de los miofilamentos (Ca⁺⁺/Troponina).
- (5) Reducción de la tensión producida por los puentes de actina y miosina.



Fuente: Edwards (modificado).

Figura 13. Principales puntos de aparición de la fatiga a nivel central y periférico

C. Fatiga central vs fatiga periférica. Conclusiones.

Saber a qué nivel se produce la fatiga durante la ejecución de una actividad física intensa y/o prolongada es un problema difícil de solucionar y, hoy por hoy, no deja de ser un tema muy controvertido, tal y como lo demuestran las numerosas investigaciones que sobre el tema existen. No obstante, todo parece indicar que la fatiga no siempre aparece localizada en un solo punto, sino que ésta puede venir asociada a fallos a diferentes niveles del mecanismo de contracción muscular. Un camino para distinguir si la causa de la fatiga es a nivel central o periférico consiste en comparar la fuerza máxima que es capaz de realizar un músculo después de una contracción voluntaria y después de ser estimulado artificialmente (Asmussen, 1979).

Los primeros estudios de Messo a finales del pasado siglo hicieron pensar que la fatiga se producía sólo a nivel periférico, aunque posteriormente investigaciones de otros autores (Merton, 1954; Ikai, 1961; Bigland-Ritchie, 1979), mostraron conclusiones contradictorias, pero que permitían la hipótesis de que la fatiga se puede encontrar a otros niveles que no fueran sólo el periférico. En sus trabajos, Merton e Ikai usaron procedimientos similares de investigación, pero aplicados a formas de trabajo diferente (Merton usó cargas mantenidas máximas de tipo isométrico, mientras Ikai utilizó cargas isométricas repetidas). Mientras Merton concluía que la fatiga muscular era puramente periférica, Ikai atribuía una parte importante de la fatiga a procesos centrales.

Bigland-Ritchie y col. (1986) estudiaron el comportamiento de la fuerza máxima mantenida en el músculo cuádriceps. Para ello, la contracción mantenida era interrumpida a los 15, 30, 45 y 60 segundos para estimular eléctricamente al músculo. Los datos encontrados en cinco de los nueve sujetos de la muestra señalaron mayores niveles de fuerza en las contracciones realizadas por estimulación externa, razón por lo que se le atribuye la fatiga a niveles centrales del mecanismo de contracción muscular (30% de la pérdida de fuerza).

Conclusiones similares fueron aportadas posteriormente por Woods y col. (1987) y Garland y col. (1988), llegándose a sugerir que la fatiga era producto de un reflejo de inhibición del pool de motoneuronas (Bigland-Ritchie y col., 1986; Wood y col. 1987; Garland y col. 1989).

Por su parte, Asmussen (1979) entiende que ambos puntos de aparición de la fatiga, central o periférico, pueden producirse conjunta o separadamente, dependiendo de la situación específica (intensidad que la produzca o influenciados por la modalidad de trabajo que se realice).

2.3.4. MECANISMOS DE PRODUCCIÓN DE LA FATIGA. SU RELACIÓN CON EL TIPO DE CONTRACCIÓN MUSCULAR

Los procesos bioquímicos que rodean la producción de fuerza a través de la contracción muscular y los correspondientes cambios en la homeostasis celular que van asociados al desarrollo de la fatiga muscular local son muy complejos. Entre los posibles mecanismos que se pueden asociar con la fatiga podemos destacar los siguientes :

a) Alteraciones en el suplemento de energía

- **Fosfágenos.** ATP y Pcr (Karlsson, 1971a; Roberts, 1989). Aunque diferentes estudios demuestran una correlación inversa entre las correlaciones de ATP y Pcr respecto a la fatiga muscular, aún existen dudas sobre si este fenómeno es de tipo causal o simplemente coincidente, ya que las reservas de estos metabolitos no están nunca completamente reducidas, lo que parece ser un mecanismo protector en el mantenimiento de la integridad celular. Los valores mínimos observados durante un estado de fatiga intensa son de un 70% para el ATP y de un 10% para el Pcr. Los trabajos de Miller y col. (1987), realizados mediante la utilización de la

RMN para determinar la concentración de Pcr, muestran una buena correlación entre la pérdida de fuerza durante la contracción muscular y la caída en la concentración de Pcr, fenómeno este que se invertirá durante el proceso de recuperación. La pérdida de tensión relacionada con la disminución de Pcr era anterior a la acumulación valorable de H^+ (Meyer y col., 1986). También se tiene observado que la recuperación de la fuerza tras esfuerzos muy intensos es rápida en los primeros 10" de finalizado el ejercicio, lo que se ve acompañado con el restablecimiento de los niveles de ATP (Fitts y col., 1982), mecanismo este que se produce con mayor velocidad entre las fibras rápidas (FT) gracias a poseer una concentración mayor de mioquinasas y creatin-fosfoquinasa.

- **Glucógeno** (Fitts, 1982; Karlsson, 1971b Roberts, 1989; Coyle, 1991). Las investigaciones nos demuestran que las concentraciones de glucógeno que posee un músculo son uno de los determinantes principales de la resistencia a la fatiga muscular. Incrementos en las reservas musculares de glucógeno que están asociadas a procesos de entrenamiento y/o dietas ricas en HC producen además un aumento en la movilización de las grasas que ahorran su utilización.
- **Oxígeno** (Roberts, 1989). Los efectos de un incremento del suministro de O_2 al músculo activo sobre la acumulación de ácido láctico han sido ampliamente estudiadas.
- **Ácidos Grasos Libres** (Roberts, 1989; Guezennec, 1991). La principal fuente energética en la realización del ejercicio de larga duración y baja o moderada intensidad es la β -oxidación de ácidos grasos libres, así como por el consumo oxidativo de glucógeno. El incremento del tiempo hasta la iniciación de la fatiga observado en las actividades de muy larga duración y con atletas entrenados en resistencia es debido, en parte, a la utilización incrementada de las grasas como fuente de energía. Este aumento de la β -oxidación como fuente de energía conduce a una mayor disponibilidad de reservas glucogénicas y se ha sugerido como circunstancia responsable del aumento de la capacidad de resistencia.

b) Acumulación de metabolitos

- **Lactato y pH** (Sahlin, 1992; Metzger, 1987; Tesch, 1980, Roberts, 1989). La mayoría de los efectos del lactato sobre la fatiga muscular local están relacionados con el incremento de H^+ generados por la disociación del ác. láctico. No obstante, hay datos que sugieren que la relación lactato/fatiga muscular no es una simple relación lineal de causa-efecto, por lo que tenemos que pensar en otros mecanismos implicados en el mismo.
- **Amonio (NH_4^+)** (Mutch y col., 1983; Roberts, 1989). Cuando su concentración se incrementa dentro del músculo, suprime el metabolismo oxidativo por inhibición de las enzimas isocitrato deshidrogenasa y piruvato deshidrogenasa (Córdova y col., 1995). Siempre aparece asociada la fatiga al amonio en esfuerzos cortos de muy alta intensidad.
- **Calcio (Ca^{++})** (Roberts, 1989; Richardson, 1980; Belcastro y col., 1985). Durante la fatiga, el exceso de H^+ produce cierto grado de fijación del calcio (Ca) libre al

retículo sarcoplasmático, quedando menos calcio (Ca) disponible para liberarse desde él y desde las cisternas terminales, provocando un aumento del umbral para el acoplamiento excitación-contracción. También este aumento de H^+ impide el enlace de éste con la troponina-C, dificultando la formación de puentes cruzados.

- **Fósforo inorgánico (Pi)** (Bigland-Ritchie, 1983; Kentisch, 1986; Wilkie, 1986). La acidosis muscular viene asociada a un incremento de Pi muscular a través de un desplazamiento del equilibrio de la Creatinkinasa hacia la deplección de Pcr, y al incremento de la proporción de Pi presente como PO_4H_2 .

c) *Alteraciones en electrolitos y agua* (Roberts, 1989; Candas, 1991; McKenna, 1992).

Las concentraciones alteradas de iones en el músculo fatigado (K^+ disminuido y Na^+ incrementado) pueden perturbar la transmisión del potencial de membrana y disminuir la excitabilidad del sarcolema.

d) *Alteraciones en la captación de aminoácidos* (Newsholme, 1991).

El triptófano es el precursor de un importante neurotransmisor, el 5-hidroxitriptamina (5HT), responsable del sueño. Cuando el músculo en una actividad de resistencia de muy larga duración utiliza aminoácidos de cadena ramificada, el coeficiente triptófano/aminoácidos de cadena ramificada se modifica en favor del triptófano, llegando en mayor proporción al cerebro, lo que a su vez elevaría los niveles de 5 HT, creando sensaciones de cansancio, sueño y fatiga.

2.3.5. LA PÉRDIDA DE RENDIMIENTO EN RELACIÓN CON LA FUERZA

Nos centraremos en el análisis de la fatiga deportiva desde una perspectiva que nos permite obtener una visión global de los mecanismos de contracción muscular implícitos en cualquier actividad física independientemente de su intensidad o duración.

a) *La fatiga asociada a esfuerzos dinámicos*

En la práctica deportiva nos encontramos con diferentes tipos de ejercicios dinámicos que varían con la intensidad de ejecución del mismo, y a su vez directamente relacionados con los diferentes mecanismos que posee el organismo para suministrar energía.

En los esfuerzos prolongados de baja intensidad (50% VO_2 máx.) la fatiga viene ligada fundamentalmente, más que a las fuentes energéticas que actúan en ese tipo de esfuerzos (aeróbicas), a otros aspectos como el dolor, la incomodidad, la deshidratación, el aumento de la temperatura corporal, la hipoglucemia y los cambios en los procesos de transmisión (Sahlin, 1992). A intensidades superiores (60-90% VO_2 máx.) la fatiga viene asociada a una reducción de las reservas de glucógeno muscular (Saltin y Karlsson, 1972), estando la resistencia ligada a los niveles de glucógeno muscular y al porcentaje de reducción del mismo (Hermassen y col., 1967).

Cuando las intensidades del ejercicio son muy elevadas (>90% VO_2 máx.), la mayor parte de la energía necesaria se obtiene por el metabolismo anaeróbico, con lo que la producción de metabolitos finales (lactato, H^+ , Pi, ADP) se van acumulando, caracterizándose la fatiga por una marcada reducción de los fosfatos de alta energía mientras los niveles de glucógeno, en ocasiones, pueden permanecer elevados.

b) La fatiga asociada a esfuerzos estáticos

En este apartado hacemos referencia a aquellos esfuerzos en los que la tensión que genera el músculo se produce sin que exista una variación externa en la longitud del mismo (contracción isométrica).

En las contracciones de este tipo, las posibilidades de mantener un flujo adecuado de sangre hacia las zonas en acción también depende de la intensidad de la tarea a realizar, siendo éste un factor determinante para poder mantener los niveles de esfuerzo requeridos, pues determina la cantidad de oxígeno que se aporta al músculo (Sjogaard, 1986). La magnitud del flujo sanguíneo (FS) hacia el músculo depende de la presión arterial (PA), la presión venosa (PV) y la resistencia vascular local (RV), por lo que conforme a la ecuación de Haagen-Poiseuille ($\text{FS} = (\text{PA} - \text{PV}) / \text{RV}$), cuando se incrementa la presión arterial o disminuye la resistencia vascular local, puede incrementarse el flujo sanguíneo. Con el trabajo de fuerza, especialmente en los esfuerzos mantenidos, la presión intramuscular se aumenta colapsando la circulación sanguínea dentro del músculo. Los valores de presión intramuscular presentan un incremento lineal en relación al incremento de la tensión provocada por una contracción muscular voluntaria. Con los incrementos de tensión muscular, la presión arterial también aumenta, aunque en este caso no lo hace de forma lineal.

Cuando los niveles de tensión están por debajo del 15-20% de la máxima fuerza isométrica (FMI), el aporte de oxígeno al músculo es el adecuado, y por lo tanto la capacidad de mantener los niveles de rendimiento es muy elevada. Conforme aumenta el grado de tensión el flujo de oxígeno disminuye, con lo que el aporte de nutrientes y la retirada de desechos se ve afectada, provocando una disminución de los niveles de rendimiento. Los grados de tensión a partir de los cuales se comprimen los vasos hasta el punto de interferir en el riego del músculo varía por cada músculo, aunque algunos autores lo sitúan alrededor del cincuenta por ciento (50%) de la fuerza máxima isométrica (FMI) (Sjogaard, 1988). La fatiga durante contracciones mantenidas de estas características va asociada a incrementos de los niveles de lactato y a la deplección de los almacenes de creatin-fosfato (Pcr) (Sahlin, 1992), propio de los esfuerzos anaeróbicos.

El ejercicio de carácter isométrico produce un incremento en la presión arterial vía incremento de las presiones sistólica y diastólica. Autores como Mitchell y col. (1977) atribuyen este incremento a la elevación de la actividad simpática. Por otro lado, Clausen (1977) y Bezucha y col. (1982) apuntan que el gasto cardiaco durante el ejercicio isométrico se debe al incremento de la frecuencia cardiaca y no al incremento del volumen sistólico, el cual permanece prácticamente inalterado.

La magnitud de la respuesta hemodinámica está en función de la masa muscular implicada (Mitchell, 1985; Seals y col., 1983).

Tabla 6. Efectos hemodinámicos del ejercicio isométrico en función de la masa muscular implicada

PARÁMETRO	ISOM-PIERNAS	ISOM. - BRAZOS
F.C.	134 ± 11	91 ± 4
PRESIÓN SISTÓLICA	193 ± 7	150 ± 6
PRESIÓN DIASTÓLICA	114 ± 2	94 ± 4

Fuente: Lewis (1985)

Otro parámetro determinante a la hora de analizar las variaciones hemodinámicas durante el esfuerzo mantenido es la duración de los mismos. De hecho, la presión arterial tiende a incrementarse durante el tiempo que dura una contracción isométrica. Por ejemplo, durante una contracción sostenida al 35% de la FMI se alcanzaron los siguientes resultados:

Tabla 7. Efectos de una contracción sostenida al 35% de la fuerza máxima isométrica, según tiempos abajo indicados, sobre la presión arterial

PRESIÓN ARTERIAL	TIEMPO
110 ± 2 mmHg	0.5 seg.
126 ± 3 mmHg	1.5 seg.
132 ± 3 mmHg	2.5 seg.

No obstante, no todas las investigaciones concuerdan en este punto. Los trabajos de Maughan y col. (1986) y Nagle y col. (1988) no encuentran relación entre la masa muscular y el tiempo de duración de la acción.

Lo que sí parece demostrado es la relación existente entre las variaciones hemodinámicas y el % de FIM que es mantenida durante la actividad (Maughan, 1986, y Seals, 1988).

Tabla 8. Variaciones de la presión arterial en función del porcentaje de fuerza máxima isométrica

PRESIÓN ARTERIAL	% FIM
106 ± 4	15 %
120 ± 4	25 %
132 ± 3	35 %

Hultman y Sjöholm (1986; cfr. *Human Muscle*) señalan que la pérdida de fuerza está asociada a una reducción del número de puentes de actina y miosina. Lógicamente, una disminución en la liberación de Ca^{++} al sarcoplasma o la reducción de la afinidad del Ca^{++} con la Troponina C podrían llevar a una disminución de la fuerza por el número de puentes que se forman. También, una disminución en el suministro de substratos (ATP) por acción de la miosina ATPasa, o una reducción de la actividad de esta enzima, podría también fomentar la fatiga al disminuir el ratio de puentes cruzados creados.

No obstante, la pérdida de rendimiento presentará un comportamiento diferente en función de la *duración de la contracción* y de la *forma en que ésta se produzca* (forma mantenida o por repeticiones). Scherrer y col. (1957) encontraron diferencias entre la *fatiga del esfuerzo mantenido* y el *esfuerzo máximo repetido*.

b.1) Contracciones estáticas mantenidas

Las causas de la fatiga muscular que se produce en contracciones mantenidas es un tema muy controvertido. Efectos de la deplección de substratos, la acumulación de metabolitos, la liberación de Ca^{++} asociada a la conducción del potencial de acción en los túbulos-T, la creación de puentes cruzados, son algunos de los argumentos más utilizados. Todos los trabajos sobre el tema coinciden en citar a Merton, quien ya en 1954 (AAVVA) comprobó que la fuerza de las contracciones isométricas máximas mantenidas descendía hasta un 50% cuando ésta se mantenía de 1-3 minutos. En las contracciones mantenidas la pérdida de fuerza no parece estar motivada por fallos a nivel central (transmisión neuromuscular o control del SNC), sino que parecen estar localizados en el sistema contráctil del músculo (Bigland-Ritchie, 1986). Trabajos de Merton (1981) parecen corroborar el hecho de que no exista ningún mecanismo que limite la propagación eléctrica durante los estados de fatiga producidos por este tipo de esfuerzos. Este autor sugería en 1954 que la respuesta mecánica disminuye sin una reducción de la respuesta electromiográfica (EMG) durante las contracciones máximas. Por contra, los potenciales eléctricos, en este caso, muestran un aumento de la amplitud y una disminución de la frecuencia (Scherrer y col., 1959). Mortimer y col. (1970) amplían este aspecto explicando que el desplazamiento de frecuencias electromiográficas (EMG) durante la fatiga, se debe fundamentalmente a la disminución de la velocidad de conducción de las fibras musculares y a la sincronización de las descargas de unidades motrices (UM) (Jesop y Lippola, 1977). Este último aspecto parece estar vinculado a la aparición del llamado *temblor fisiológico* que se produce en los esfuerzos de fuerza cuando en ellos va asociada la fatiga. La fatiga a nivel central de un músculo ha sido relacionada con la intensidad de este fenómeno (Vitassalo, 1994), variando la amplitud del temblor con el grado de fatiga. El rango de frecuencias en el cual la sincronización contribuye al temblor está entre 8-12 Hz (Vitassalo, 1994). Probablemente, la respuesta del reflejo de estiramiento (miotático) también juegue un importante papel en la determinación de la amplitud y la frecuencia del temblor. No obstante, la falta de más investigaciones sobre el tema nos hacen ser cautos en nuestro posicionamiento respecto a estas últimas conclusiones.

b.2) Contracciones estáticas repetidas

En relación a los esfuerzos repetidos, varios han sido los trabajos orientados a estudiar el comportamiento de la fuerza isométrica ante contracciones isométricas máximas de corta duración repetidas un determinado número de veces (Bigland-Ritchie, 1987; Hakkinen, 1993). Los enfoques con los que estos autores trabajaron variaban en función de la carga utilizada.

Así, Bigland-Ritchie estudió el comportamiento en contracciones de seis segundos (6") de duración al cincuenta por ciento (50%) de la máxima fuerza isométrica (FIM) repetidas seis (6) veces por minuto, al tiempo que una (1) vez por minuto cada

sujeto realizaba una breve contracción (3'') máxima (FIM) en la cual se controlaba la tensión que era capaz de generar. Periódicamente el músculo también era estimulado con corrientes de 50 Hz. Los datos presentaron una disminución paralela de la máxima fuerza desarrollada tanto de forma voluntaria como por estimulación eléctrica, lo que le lleva a concluir que la pérdida de rendimiento no se encuentra en los mecanismos de transmisión del impulso, sino que los sitúa a nivel periférico. Posiblemente el alto coste energético del trabajo intermitente puede llevar a un incremento del ADP, Pi e hidrogeniones, siendo estos metabolitos y las alteraciones en el transporte de Ca^{++} los posibles responsables de la fatiga. Edwards (1984) atribuye la fatiga de baja frecuencia a perturbaciones en los mecanismos de acoplamiento de excitación-contracción.

La disminución de la fuerza ante el entrenamiento de cargas máximas repetidas está asociada con el tipo de entrenamiento. Así, en el trabajo de tipo neural (cargas máximas, pocas repeticiones y recuperaciones amplias) la disminución de la fuerza va unida a la disminución de la máxima activación neural voluntaria. Si por el contrario, el trabajo es de tipo extensivo con altas cargas (hipertrófico), la fatiga va más asociada con aspectos periféricos de la fatiga.

2.3.6. DETECCIÓN DE LA FATIGA

Son muchos los síntomas que pueden ayudar al entrenador a detectar la fatiga de su deportista. Entre todos ellos, nosotros nos vamos a ceñir a algunos que destacan por su importancia y facilidad en su reconocimiento:

A) CAMBIOS EN LA CAPACIDAD DE RENDIMIENTO

1. Disminución de la máxima capacidad de trabajo.
2. Disminución de la fuerza.
3. Aumento de la frecuencia cardiaca vs nivel de carga.
4. Peor recuperación de la FC.
5. Aumento del VO_2 máx.
6. Aumento de la ventilación submáxima.
7. Disminución de la coordinación.
8. Aumento de errores técnicos.

B) CAMBIOS EN EL ESTADO GENERAL

1. Cansancio general.
2. Insomnio.
3. Sudoración nocturna.
4. Pérdida de apetito.
5. Pérdida de peso.
6. Amenorrea u oligomenorrea.
7. Cefaleas.
8. Náuseas.

9. Molestias gastrointestinales.
10. Dolores musculares y/o tendinosos.
11. Disminución de defensas.
12. Fiebre.
13. Reactivación de herpes.

C) CAMBIOS EN LA EXPLORACIÓN CLÍNICA

1. Aumento de urea sanguínea⁴.
2. Aumento de ácido úrico.
3. Aumento de amoníaco basal.
4. Creatin kinasa (CK)⁵.
5. Aumento de cortisol basal.
6. Disminución de la testosterona libre.
7. Disminución del índice testosterona/cortisol (>30%)⁶.
8. Incremento de SHBG.
9. Aumento de K en sangre⁷.
10. Disminución de Zn, Co, Al, Se, Cu en sangre.
11. Disminución de Hb⁸.
12. Disminución de Fe⁹.
13. Disminución de ferritina.
14. Balance negativo de nitrógeno en orina.
15. Disminución cociente 17-KS/17-Hidroxicorticoides en orina.

D) PERCEPCIÓN DE LA FATIGA (ESCALA DE BORG)

La escala de Borg (*Rating of Perceived Exertion*) fue concebida para evaluar el esfuerzo (intensidad) subjetivo de los deportistas. Se basa en juzgar la percepción

-
4. Es un excelente indicador de la situación catabólica del organismo (Lehman y col., 1985), especialmente después de esfuerzos aeróbicos superiores a los 30'. Valores => de 8-10 mmol/l indican la necesidad de disminuir los entrenamientos.
 5. *Creatin kinasa (CK)*. Es un índice de sencilla utilización por su fácil medición a través de una micro muestra de sangre. Sus niveles plasmáticos vienen determinados por la duración, intensidad y tipo de ejercicio, dando sus máximos valores varias horas después de realizado el esfuerzo. Sus valores normales están alrededor de las 80 U/l, pudiendo alcanzar valores de 200 U/l tras esfuerzos intensos y considerándose las 300 U/l como un estado de sobreentrenamiento.
 6. Se entiende que el ratio testosterona/cortisol puede llegar a disminuir un 30% sus valores basales sin que por esto se entienda que se produce un sobreentrenamiento, sino que representa una recuperación incompleta temporal, siempre que no baje sus niveles absolutos en suero de 0.35×10^{-7} (Härkonern y col-1984; Banfi y col., 1993; Marinelli y col., 1994).
 7. Las pérdidas de potasio indican la sensibilidad de la célula muscular. Los valores normales en sangre están entre los 3.5-5.5 mmol/l, considerándose como límite inferior para deportistas los 4.0 mmol/l.
 8. Valores inferiores a 14 en hombres ó 12 en mujeres son indicador de empezar a controlar las pérdidas de concentración de hemoglobina.
 9. El límite normativo de los valores de Fe plasmático son de 59-158 mg/100 ml en hombres y entre 37-145 mg/100 ml. en mujeres.

que el deportista tiene del esfuerzo realizado. Se presenta en una escala que va de 0 a 10 o de 0 a 20, indicando los esfuerzos que a continuación se especifican:

Tabla 9. Escala de valoración subjetiva de la fatiga.

Nada	0
Ligerísimo	0.5
Muy ligero	1
Bastante ligero	2
Moderado	3
Algo duro	4
Duro	5
Muy duro	7
Durísimo	10

Fuente: ACSM-1991.

2.4. LA RECUPERACIÓN

La recuperación consiste en un proceso básico de regeneración y reequilibrio celular que tiene lugar tras las modificaciones sufridas por el desarrollo de una actividad física intensa.

Utmojskij (1951) comentaba lo siguiente en relación a la recuperación: *La sustancia viva se caracteriza por su poderosa capacidad de asimilación, la cual repone, continuamente, los gastos realizados. Esta capacidad de asimilación compensatoria es tan poderosa que, como demuestran las experiencias, conduce en todo caso a que el órgano que trabaja pueda acumular la sustancia y, en particular, los potenciales de trabajo. La excitación de un estímulo produce en el órgano los procesos de consumo y, simultáneamente, los procesos de asimilación que compensa los gastos, llegando a aumentar potenciales de trabajo superiores al nivel en el que se encontraban antes de iniciar el trabajo.*

Todo estado de fatiga precisa de los tiempos necesarios para llevar a cabo la recuperación. En el período de descanso después del trabajo, las alteraciones bioquímicas efectuadas en los músculos y otros órganos durante la ejecución del ejercicio se normalizan poco a poco. Las alteraciones se manifiestan, tal y como vimos al estudiar la fatiga, en la esfera del metabolismo energético. Estas alteraciones consisten en la reducción del contenido de sustratos de transformaciones energéticas en los músculos, en el proceso de trabajo (CrP, glucógeno y ác. grasos) y el aumento del contenido de productos metabólicos intracelulares (ADP, AMP, PO_4H_2 , ác. láctico, NH_4 , cuerpos cetónicos, etc.). La acumulación de los productos "terminales", y la consiguiente intensificación de la producción hormonal, estimulan los procesos de oxidación en los tejidos en el período de descanso después

del trabajo, lo que contribuye a recuperar las reservas intramusculares de sustancias energéticas y normaliza el balance electrolítico del organismo facilitando la síntesis inductiva de proteínas en los órganos sometidos a los esfuerzos. Según la tendencia general de los cambios bioquímicos efectuados en el organismo y el tiempo necesario para recuperar los niveles basales, se destacan dos procesos de recuperación: (1) *la recuperación inmediata*; (2) *la recuperación aplazada* (Volkov, 1990).

1. La *recuperación inmediata* se extiende a las primeras 0.5-1.5 horas de descanso después del trabajo. Se reduce a eliminar los productos de la descomposición anaeróbica acumulados durante el ejercicio y a pagar el débito de O_2 .
2. La *recuperación aplazada* se extiende a muchas horas después del esfuerzo. Consiste en los procesos intensificados del metabolismo plástico y la restauración del equilibrio iónico y endocrino alterado en el organismo durante el ejercicio. En el mecanismo de recuperación aplazado se restablecen por completo las reservas energéticas y se intensifican la síntesis de proteínas estructurales y enzimas destruidas durante el ejercicio.

Cabe incluir, también, en esta clasificación de la recuperación:

3. La *recuperación continuada*, que se produce durante la ejecución de la propia actividad.

Tabla 10. Valores medios necesarios para poder recuperar parámetros funcionales relacionados con la actividad física

PROCESO	TIEMPO DE RECUPERACIÓN
<i>Recuperación de reservas de O_2</i>	10"-15"
<i>Recuperación de fosfógenos</i>	2'-5'
<i>Pago deuda aláctica O_2</i>	3'-5'
<i>Eliminación ácido láctico</i>	30'-90'
<i>Pago deuda láctica de O_2</i>	30'-90'
<i>Resíntesis del glucógeno muscular</i>	12-48 horas
<i>Recuperación glucógeno hepático</i>	12-48 horas
<i>Síntesis de enzimas y proteínas estructurales</i>	12-78 horas

La intensidad de los procesos de recuperación y los plazos de recompensación de las reservas energéticas del organismo dependen de la intensidad de su consumo durante la ejecución de los ejercicios (*ley de Engelhardt*). La intensificación de los procesos de recuperación da lugar a que en un instante determinado de la fase de recuperación, los niveles de rendimiento superen los niveles de reposo previos al ejercicio. Este fenómeno se denomina *supercompensación*.

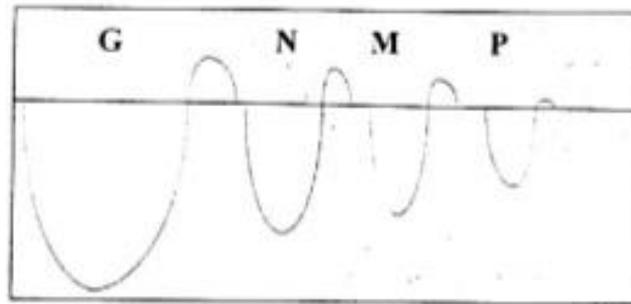


Figura 14. Dinámica de supercompensación ante estímulos de diferente magnitud: G-Intenso; N-notable; M-Medio; P-débil. (Platonov, 1988).

2.4.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RECUPERACIÓN

E. Fuentes (Curso de entrenadores de ciclismo, 1993) destaca los siguientes factores:

- a) *Tiempo*. Vendrá determinado por la intensidad y la duración del esfuerzo físico.
- b) *Grado de entrenamiento*. A mayor grado de entrenamiento corresponden recuperaciones más rápidas.
- c) *Grado de oxigenación de mioglobina*.
- d) *Rapidez de reposición de las reservas de glucógeno*.
- e) *Rapidez en la eliminación de metabolitos*.

2.4.2. MEDIOS DE RECUPERACIÓN

El nivel de la supercompensación depende de la intensidad del trabajo, mientras su duración depende del mismo factor y de la magnitud de los cambios bioquímicos que el ejercicio ha provocado en el organismo. Después de un trabajo muy intenso de corta duración, esta fase llega y finaliza rápidamente. Por ejemplo, la recuperación de las reservas intramusculares de glucógeno se manifiesta a las 3-4 horas de descanso y termina a las 12 horas. Tras un trabajo duradero de potencia moderada, la supercompensación de glucógeno llega sólo al pasar 12 horas y se observa en el transcurso de 48-72 horas después de finalizado el esfuerzo. Las causas de la supercompensación están relacionadas con una concentración elevada de hormonas en el período de descanso, y con la inducción por éstas de la síntesis de enzimas que controlan los procesos de recuperación de las sustancias energéticas. No obstante, los procesos de recuperación pueden ser acelerados, especialmente a través de tres mecanismos:

- 2.4.2.1. La utilización de *ejercicios regeneradores*.
- 2.4.2.2. El empleo de *medios mecánicos y naturales de recuperación*.
- 2.3.2.3. El uso de *productos recuperadores*.

2.4.2.1. Ejercicios regeneradores

Es universalmente aceptado que la realización de esfuerzos de baja intensidad (<60%) después de terminado el trabajo acelera los procesos de recuperación (Davies y col., 1970; Hermansen y Stensvold, 1972; Belcastro y Bonen, 1975; McMaster y col., 1989; Thiriet y col., 1993; Bangsbo y col., 1994).

Los procesos de recuperación después de las cargas de carácter anaeróbico que provocan una importante acumulación de lactato son más rápidos cuando en la fase de descanso se emplean esfuerzos similares de mediana o baja intensidad. Hermansen y Stensvold (1972) utilizaron cargas de recuperación activa que variaba entre el 15% y el 80% del VO₂ máx., encontrando que la velocidad de aclaramiento del lactato (remove) era mayor con intensidades entre el 60-70% del VO₂ máx.

La velocidad de eliminación del lactato después de cargas extremas de carácter anaeróbico es de 0.02-0.03 g/l/m si se realiza una recuperación pasiva, pero la velocidad aumenta a 0.08-0.09 g/l/m si se emplea una recuperación activa de un 50-60% del VO₂ máx., lo que está relacionado con el incremento de la circulación sanguínea dentro de los músculos (Platonov, 1991; Thiriet, P., 1993).

Parte del lactato es utilizado por los músculos inactivos (Jorfeldt, 1970; Ahlberg y col., 1975; Kowalchuk y col., 1982; Lindberg y col., 1990; Bangsbo, 1994), o bien por los músculos activos, el corazón, el hígado o los riñones (Brooks, 1987).

La hidratación tras esfuerzos anaeróbicos, ya eficaz por si sola, incrementa su efecto sobre la eliminación del lactato cuando va acompañada de esfuerzos aeróbicos ligeros (Aguñaga y col., 1995).

2.4.2.2. Medios naturales y mecánicos

Resulta destacado el papel de los factores físicos en la recuperación y el incremento de la capacidad de trabajo de los deportistas. La fisioterapia moderna dispone de una enorme variedad de factores físicos naturales (sol, aire, agua, etc.), y artificiales que poseen una elevada actividad biológica y curativa. Entre todos ellos podemos destacar los siguientes (Karpman, 1989):

- a) Los **rayos ultravioletas**, que al pasar a través de la piel intensifican la circulación sanguínea y el trofismo de los tejidos, varían la permeabilidad de los capilares y de las membranas celulares, activan las enzimas, aumentan el contenido de las sustancias biológicamente activas en los tejidos, contribuyen a la elaboración por el organismo de la vitamina D, mejoran la absorción del fósforo y el calcio por el tejido óseo y normalizan la actividad del sistema nervioso.
- b) La **electroestimulación**, además de un método de entrenamiento de la fuerza, es un medio que permite acelerar los procesos de recuperación tras entrenamientos intensos.

Podemos distinguir tres tipos de corriente:

1. *Corriente continua* (galvánica). Corriente de intensidad constante.
2. *Corriente sinusoidal*. Varía según una ley sinusoidal en función del tiempo.
3. *Corriente alterna*. Sin ser sinusoidal, se reproduce en intervalos regulares de tiempo. Se distinguen:

- Corriente alterna unidireccional.
- Corriente alterna intermitente.

c) La **crioterapia**¹⁰ o tratamiento con frío. La aplicación de "frío" parece explicarse como prevención de la inflamación o buscando el efecto rebote a nivel de circulación sanguínea. Se utilizarán temperaturas entre 4° y 18° según la tolerancia al frío que posea el deportista. Inicialmente (primera fase) produce un estrechamiento reflejo de los vasos más superficiales, palideciendo la zona afectada y enfriándola. Poco después, en el punto de aplicación, los vasos se dilatan de manera refleja (segunda fase), y en consecuencia, la piel adquiere una coloración rosada y se calienta. Si la aplicación de frío se prolonga, se observa un estrechamiento de las arteriolas, dilatándose los capilares y las venas (tercera fase), disminuyendo la velocidad del torrente sanguíneo, la piel se pone rojo púrpura y fría al tacto.

El frío inhibe el desarrollo de los procesos inflamatorios agudos e intensifica (en los casos de acción corta) o disminuye (en los casos de acción prolongada) la excitación de los nervios periféricos y del SNC.

d) Hidroterapia.

Los efectos generales los podemos resumir de la siguiente forma:

Tabla 11. Efectos relacionados con la hidroterapia

SISTEMA	FRÍO	CALOR
MÚSCULO	En estímulos breves aumenta el rendimiento y suprime la fatiga	En estímulos breves, fortalece y suprime la fatiga
S.N.VEGETATIVO	Aumenta el tono simpático	Aumenta el tono parasimpático
METABOLISMO	Aumenta la velocidad de las reacciones metabólicas	Disminuye la velocidad de las reacciones metabólicas

Fuente: Cos y col., 1992

d.1) Las *duchas*, además de su efecto por la temperatura utilizada en el agua, desempeñan un gran papel por la presión de éstas sobre el cuerpo. Se distinguen las duchas de baja (0.3-1 atmósfera), media (1-2 atmósferas) y alta presión (2-4 atmósferas), o por la temperatura: las duchas frías (10°-12°), frescas (25°-30°), templadas (32°-35°), tibias (36°-38°) y calientes (+38°).

10. La crioterapia se utiliza en forma de: paños mojados en agua fría o hielo, inmersiones en agua con hielo, aplicación de bolsas con hielo o "cold-packs", masajes con cubos de hielo.

La ducha fría o caliente de corta duración tonifica los músculos e incrementa el tono del sistema vascular. La ducha caliente reduce la excitación de los nervios sensoriales y motores e incrementa el metabolismo. La ducha tibia ejerce un efecto calmante.

Las duchas a presión (de chorro) se efectúan con agua lanzada a presión a 3-5 metros de espaldas al mismo, y a una temperatura de 30-32°, o bien alternando la temperatura (frío-calor).

- d.2) Los *baños*, por la temperatura del agua, se dividen en fríos (<20°), templados (20-30°), indiferentes (34-36°), tibios (37-39°) y calientes (>40°). Los baños indiferentes ejercen sensación de frescor y ánimo si su duración es de 10'-15', mientras que ejercen función calmante si se prolongan a 20'-25'. El baño templado de poca duración eleva el metabolismo y ejerce acción tónica sobre el sistema cardiovascular y el SNC. Los baños calientes, al retener el calor del organismo e intensificar el metabolismo, actúan de manera excitadora sobre el sistema nervioso y cardiovascular.

Los baños carbonatados (1 gramo/litro) proporcionan una prolongada dilatación de los capilares de la piel, disminuyen la frecuencia respiratoria y la frecuencia cardíaca y normalizan la presión sanguínea. Se utiliza con deportistas hipertensos y en estados neuróticos, con terapias de 12-15 sesiones en días alternos o bien en días continuos con un tercero de recuperación.

Muy corrientes son los baños de agua de mar o agua salada, pues actúan positivamente sobre el sistema cardiovascular y sobre el SNC y para el restablecimiento del aparato locomotor. Se utilizan en sesiones de 12'-15' con la temperatura del agua a 35°-37°.

- d.3. Los *baños de vapor* a 40°-60° con una humedad del 80% tienen efecto sobre el SNC, el sistema cardiovascular, sistema respiratorio y sistema muscular, eliminando las sensaciones de tensión y cansancio o la pérdida de sueño.
- e) Las *saunas* (baños de aire seco) han adquirido gran popularidad en nuestro país durante los últimos años. El efecto más notable de la sauna es el incremento de la vascularización. Armijo y col. (1976) resumen los efectos de una sauna de la siguiente manera:

1. Elevación de la temperatura corporal y mucosas, especialmente a nivel superficial.
2. Estimulación de la sudoración con todas sus consecuencias.
3. Acción sedante sobre el sistema nervioso.
4. Mejora de la circulación periférica.
5. Estimulación de la actividad endocrina (\uparrow tono parasimpático; \downarrow simpático).
6. Activación de las inmunorreacciones orgánicas.

La sauna se debe tomar entre los 80°-110° de temperatura y humedad relativa inferior al 25%. Mantener el máximo de reposo, sentados o tumbados. Cada 5'-10' se pueden realizar golpes de calor echando agua sobre las piedras. Después de abandonar la sauna, sudar durante 2'. En ocasiones y dependiendo

del objetivo a realizar, intercalar duchas de agua fría (aumenta el tono simpático), templada o caliente. Excepto en los casos que se intente perder peso, nunca hacer estancias de más de 20'.

f) La *ionización* del aire mejora la disposición general, el apetito, el sueño, la reacción de precipitación acelerada de eritrocitos, reduce la presión sanguínea, disminuye la frecuencia cardíaca y respiratoria y aumenta la actividad de oxidación-reducción del organismo. Los iones son partículas del aire atmosférico que llevan carga negativa o positiva. Estos iones predominan en las horas del día a la orilla del mar (especialmente en momentos de oleaje) (1000-1500/cm³). También es importante la concentración del aire próximo a las cascadas, ríos de montaña (3-4000/cm³), bosques, etc. En las grandes ciudades, especialmente en las viviendas cerradas, el contenido de iones ligeros¹¹ no sobrepasa los 400-600/cm³.

g) La *oxigenoterapia*. Existen dos formas: inhalación directa de O₂ y utilización de cócteles oxigenados.

— La aspiración de oxígeno humedecido es utilizado en los entrenamientos (durante las recuperaciones) o en las competiciones (durante los descansos) a través de máscaras en las que se respira durante 1-10 minutos.

— Los cócteles oxigenados (con inclusión de clara de huevo, agua, oxígeno, H. de C. de fácil asimilación, ác. orgánicos y sales minerales) producen al poco de ser administrados cierta hinchazón del abdomen, que desaparece a los 10'-15', momento en el que disminuye la frecuencia cardíaca y respiratoria, aumenta la coloración de la piel y se siente una sensación de predisposición que indican el estado de recuperación. Este tratamiento se emplea antes de la ejecución de cargas explosivas y de velocidad, o bien tras pruebas de larga duración.

h) El *masaje* se basa en la existencia de relaciones reflejas entre los órganos internos y determinadas secciones de la piel, los músculos, el tejido conjuntivo, etc. Empleado durante un tiempo prolongado mejora la circulación sanguínea, relaja el músculo, estimula los procesos de rehabilitación y aumenta la capacidad de trabajo. Se define como "la manipulación de los tejidos blandos con finalidad terapéutica, higiénica o deportiva". En el transcurso de un masaje se podrán aplicar las siguientes maniobras:

1) *Rozamiento*. Deslizamiento suave y rápido sobre la parte del cuerpo a tratar (en forma longitudinal o circular). Efectos:

— Rozamiento superficial.

- Hiperemia, aumento de la circulación en los capilares.
- Regeneración de la piel.
- Disminución de la excitabilidad de las terminaciones nerviosas.

11. La base de los iones ligeros, con carga negativa predominante, son los átomos de oxígeno (Karpman, 1980).

- Rozamiento profundo.
 - Acción sobre los músculos (distensión).
 - Aumento de la circulación sanguínea y linfática.
- 2) *Pellizcamiento*. Masaje más profundo de los tejidos en el sentido de las fibras musculares, provocando una movilización de los líquidos internos. Efectos:
 - Pellizcamiento superficial.
 - Eliminación de detritos, nutrición del músculo.
 - Relajación muscular.
 - Pellizcamiento profundo.
 - Eliminación de detritos, nutrición del músculo.
 - Aumento de la capacidad de contracción del músculo.
- 3) *Fricciones*. Movimientos elípticos efectuados, generalmente, con la punta de los dedos. Movilizan en superficie la piel y los músculos. Efectos:
 - Movilizan y eliminan las formaciones patológicas.
 - Separan y movilizan los tejidos que forman adherencias.
- 4) *Percusión y palmoteo*. Son acciones con el borde cubital o la palma de las manos. Efectos:
 - Hiperemia. Favorece nutrición de los tejidos.
 - Desarrollo de la contractilidad muscular.
 - Disminución de la excitabilidad de las terminaciones nerviosas.
- 5) *Vibraciones*. Efectos:
 - Vibraciones leves.
 - Disminución de la hiperexcitabilidad nerviosa.
 - Relajación muscular.
 - Vibraciones enérgicas.
 - Estimulación de la contractilidad muscular.
 - Estimulación de la circulación.
- i) *Presión local negativa*. Consiste en colocar una parte del cuerpo dentro de una cámara de presión en la que se provoca una presión barométrica baja (vacío) que provoca una vasodilatación periférica y una mejora de los procesos metabólicos. Se coloca el segmento a una presión similar a la de una estancia a 1200-1500 metros de altura durante 2'-3', para posteriormente crear una compresión de 0.3-0.5 atmósferas durante 10"-30" y después comprimir otra vez. Para elevar el rendimiento deportivo antes de la competición, en los corredores se emplea el siguiente método (Mishchenko y Monogorov, 1995): Ascenso a 1200 metros durante 1', descender a 0.5 atmósferas durante 30", ascenso a 1500 durante 2', descender a 0.5 atmósferas durante 30", ascenso a 1500 durante 3'.

- j) **Gravitoterapia.** Es una técnica que consiste en la utilización de la gravedad para facilitar la recuperación mediante la inversión del cuerpo con la utilización de una tabla, aparato gravitador o tobilleras especiales. Su práctica favorece el retorno venoso ayudando en la recuperación de la musculatura altamente fatigada y contracturada. Es recomendable, también, después de una intensa sesión de sobrecargas o de multisaltos, permitiendo recuperar la adecuada separación intervertebral.

2.4.2.3. Productos recuperadores

- a) **La utilización de dietas ricas en hidratos de carbono (>70%).**

Glucógeno muscular. Los depósitos de glucógeno muscular varían según el nivel de entrenamiento de las personas. Las personas sedentarias tienen menos (80-100 mmol/gr músculo húmedo) que las entrenadas (130-140 mmol/gr). Si un sujeto entrenado deja el entrenamiento durante algunos días, los depósitos de glucógeno pueden subir hasta 170-180 mmol/gr, y si además durante esos días de no entrenar o bajar la carga de entrenamiento toman una dieta rica en hidratos de carbono (>70%), los depósitos pueden subir hasta 210 mmol/gr.

La resíntesis de glucógeno tiene una respuesta en dos fases. En la primera (fase rápida) se alcanzan los valores normales en 24 horas, mientras que en la segunda (fase lenta) se alcanza la de supercompensación en 2-3 días, según la intensidad del esfuerzo y el nivel de aporte de HC.

Respecto a las dietas ricas en HC, recordar la importancia del tipo de alimentos que se utilizan, debiendo considerarse su *ÍNDICE GLUCÉMICO*. La entrada de glucosa en la sangre y el aumento de glucógeno será mayor cuanto mayor sea el índice glucémico. Ivy y col. (1988) demostraron que el incremento de los depósitos de glucógeno es mayor cuando la ingesta de HC se realiza inmediatamente después del ejercicio. Para poder utilizar de forma rápida los HC ingeridos, es importante considerar el grado de osmolaridad y, consecuentemente, el nivel de vaciamiento gástrico del alimento utilizado.

Partiendo del principio de que la manipulación dietética puede afectar al rendimiento del deportista, si ésta afecta a los niveles de glucógeno hepático y muscular, podemos pensar que la utilización de dietas hiperglúcidas son medios favorecedores de la recuperación tras esfuerzos que requieren la utilización de amplias reservas de glucógeno. Más concretamente, en los deportes de resistencia se ha podido demostrar que para poder optimizar la síntesis de glucógeno, hepático y muscular, dentro de las 24 primeras horas después, se debe consumir 8-10 gr. de HC (preferentemente fructosa) por kilo de peso. Para acelerar la síntesis de glucógeno muscular en las primeras 4-6 horas, los HC deben ser consumidos inmediatamente después del esfuerzo (Shermann, 1992).

Cuando no se utilizan HC después de un ejercicio que afecte de forma significativa las reservas de glucógeno, el ritmo con que el glucógeno es sintetizado es muy

bajo (3.2 mmol/kg/hora) (Ivy y col., 1988). La velocidad de síntesis se acelerará con la ingesta de HC en proporciones similares a las propuestas en la tabla siguiente:

Tabla 12. Cantidad de HC, forma de ingesta y velocidad de síntesis

<i>Cantidad de HC</i>	<i>Forma de ingesta</i>	<i>Velocidad de síntesis</i>
1 gr./kg	2 h. después ejercicio (Shermann 1992)	4.1 mmol/kg/hora
1 gr./kg	Inmediatamente después y en intervalos de 2 h. (Shermann 1992)	6.0 mmol/kg/hora
1 gr./kg	15' antes de finalizar el ejercicio y cada 2 h. (Ivy 1989)	6.0 mmol/kg/hora

Fuente: Ivy (1988).

La sobrecarga de carbohidratos en relación al rendimiento deportivo es algo que se conoce desde hace mucho tiempo. Christiansen y col. (1934) comprobaron que con dietas de alto contenido en hidratos de carbono se lograba mantener más tiempo (90') una carga de trabajo (1080 kgm/mn) que si se utilizaba una dieta rica en grasas. Hultmann y Bergstrom (1967) encontraron que la concentración de glucógeno muscular (cuádriceps) variaba con el tipo de nutriente utilizado en la dieta. Karlsson y Saltin (1971) demostraron que con una comida rica en hidratos (HC) se podía mejorar el resultado en una carrera de 30 kms. (2.15.3 vs 2.23.0). Costill (1981) encuentra que para conseguir almacenar una mayor cantidad de glucógeno hepático o muscular, un corredor debe permanecer varios días antes de la competición entrenando a bajo volumen e intensidad, a la vez que dos-tres días antes de la prueba aumenta la ingesta de hidratos de carbono, permitiendo de esta manera llegar a los 100-150 mmoles/kilo de glucógeno muscular. En este sentido, hoy en día se piensa que este tipo de manipulación conjunta de la dieta y el entrenamiento beneficia fundamentalmente a los deportistas de nivel medio, pero no tanto a los de mayor nivel (Fogelholm y col., 1989; cfr. Villegas, 1994).

Aporte de fluidos. Enlazando un poco con lo anterior, vemos cómo el aporte de fluidos está íntimamente relacionado con el aporte de sustratos. Este aspecto es especialmente importante en climas calurosos y/o húmedos. La ingesta de agua ya es importante por sí misma sin necesidad de incorporarle sales o sustratos energéticos. Incluso al añadirle estas sustancias se retrasa la absorción de líquidos por parte del intestino.

Pero en ocasiones también se hace necesario el aportar electrolitos o sustratos energéticos. Si el organismo padece un estrés electrolítico en forma de desequilibrio iónico, las células afectadas no serán capaces de mantenerse en su condición homeostática y perderán la capacidad de aprovechar las fuentes de energía externa y, por lo tanto, perderán también su funcionalidad. Con el fin de atajar estos problemas tan frecuentes en el deporte, se han lanzado al mercado un gran número de bebidas de características isotónicas, a las cuales en ocasiones se le añaden sustratos energéticos.

A la hora de seleccionar estas bebidas se deben tener en cuenta las siguientes variables:

1. *Velocidad de vaciado gástrico.* Éste no tiene lugar a una velocidad constante. Durante los primeros minutos y debido a una alta presión intragástrica, se produce un flujo de vaciado más importante que cuando hay menos líquido en el estómago.
2. *Concentración de HC.* A mayores concentraciones de HC, más lentamente será su absorción.
3. *Tipos de HC.* El azúcar más universal, la glucosa, no presenta en general ningún problema, a menos que se utilice a elevadas concentraciones. La fructosa, a pesar de presentar una absorción intestinal facilitada, algunas veces presenta alteraciones gastrointestinales. La sacarosa, que incluye los dos anteriores, no presenta grandes problemas. La maltodextrina y otros macrocompuestos también parecen presentar buenas aportaciones.
4. *Temperatura de la bebida.* Una bebida no excesivamente fría se absorberá mejor que una caliente.

Como recomendaciones prácticas, Padilla y Terrados (1994) proponen las siguientes:

- 1ª Inmediatamente antes del ejercicio, beber 200-400 ml de bebida hidrocarbonada moderadamente concentrada (5 a 7 gr/100 ml).
- 2ª En las primeras 2 horas de ejercicio, beber de 100 a 150 ml de la misma bebida cada 10' a 15'.
- 3ª Después de 2 horas de ejercicio, se debe tomar 200-300 ml de una solución más concentrada cada 10'-15' (=100-150 ml de ≈25-30 gr HC/kg/hora).
- 4ª Reponer HC en forma líquida y/o sólida inmediatamente después de la sesión de trabajo.

Tabla 13. Soluciones de rehidratación oral para el suministro combinado de hidratos de carbono y electrolitos en la práctica del deporte (Brouns, 1995)

RECOMENDADO		OPCIONAL	
HC	30-100 g/l**	CLORO*	máx. 1500 mg/l
SODIO*	máx. 1100 mg/l	POTASIO	máx. 225 mg/l
OSMOLARIDAD	<500 mOsm/l*** preferible ≤ isotonicidad	MAGNESIO	máx. 100 mg/l
		CALCIO	máx. 225 mg/l

FUENTES HIDRATOS CARBONO	CANTIDAD MÁXIMA HC (para evitar la hipertonicidad y/o una concentración demasiado alta**)
FRUCTOSA	35 g.****
GLUCOSA	55 g.
SACAROSA	100 g.
MALTOSA	100 g.
MALTODEXTRINAS	100 g.
ALMIDÓN	100 g.

* Las cifras máximas indican el mayor nivel aceptable de reposición de minerales.

** La absorción de agua se maximiza con aproximadamente 30 gr./HC/l. Ésta es también la cifra mínima aproximada necesaria para conseguir efectos medibles en el metabolismo glucosa/energía.

*** La absorción neta de agua en el intestino después del vaciado gástrico está determinada fundamentalmente por la absorción del sustrato (que condiciona el movimiento del agua) y por los gradientes osmóticos. Un incremento en la concentración del soluto provocará una mayor absorción del mismo y, por lo tanto, aumentará la absorción de agua. Sin embargo, un aumento de la carga osmótica favorecerá la secreción de fluidos osmóticos al intestino. La absorción neta de fluidos resulta de dos fluidos antagónicos de agua (absorción-secreción). La osmolaridad contrarrestará el efecto positivo sobre la absorción de agua debida al transporte de solutos. Por consiguiente, evitar osmolaridades elevadas.

**** Cuando sólo se emplea fructosa como fuente de HC se pueden producir molestias gastrointestinales con concentraciones mayores de 35 gr/l. Estas molestias no se producirán si se emplea la fructosa en combinación con otras fuentes de HC, por ejemplo sacarosa.

Tabla 14. Características de algunas bebidas comerciales utilizadas en el deporte

BEBIDA	OSMOLARIDAD	CONCENTRACIÓN HC (g/l)	TIPO HC	Na ⁺ (mEq/L)	K ⁺ (mEq/L)	Cl ⁻ (mEq/L)
Isostar	296	73		24	4	12
Gatorade	349	62		23	3	14
Lucozade Sport	280	69		23	4	1
Pripps Energy	260	75		13	2	7
Coca-Cola	650	105		3	0	1
WHO-ORS	331	20		90	20	80
Dioralyte	240	16		60	20	60
Aquasport		80	S	39	7	
Body Fuel 450		45	MD	16	2	
Exceed		70	MD, F	10	5	
Chance		80	MD, F, S	26	7	
GoKinaid ERG		50	G	16	10	
Máx.		75	MD, F	0	0	
Recharge		76	F, G	5	10	

Fuente: Leiba y Terrados (1994). NOTA: MD: Maltodextrina, F: Fructosa, G: Glucosa.

b) **Medios farmacológicos.** También contribuyen a la aceleración de la recuperación algunos *medios farmacológicos*. El empleo de compuestos biológicamente activos de poca toxicidad está justificado, desde el punto de vista fisiológico, para el control de los importantes sistemas del organismo durante las cargas físicas, para lograr la recuperación y la restauración activa de los recursos plásticos y energéticos consumidos durante las grandes cargas físicas, y para la regulación del equilibrio de los procesos nerviosos con el propósito de prevenir la sobretensión en la próxima carga. Sin embargo, no debemos confundir este tipo de ayuda con la estimulación ilegal del organismo (doping). Sería una hipocresía no reconocer la importancia que las ayudas ergogénicas, especialmente las de tipo farmacológico nutricional o estacional, han tenido en el progreso de los resultados deportivos durante los últimos años, tanto por su intervención directa en el mundo de la competición como durante el proceso de entrenamiento. No obstante, *nos estamos refiriendo a un aspecto que nada tiene que ver con las técnicas de doping* que, en ocasiones, tanto proliferan en el deporte moderno.

El doping sigue siendo uno de los principales problemas para poder cuantificar la verdadera eficacia de los puntos anteriormente señalados en relación al progreso de los rendimientos deportivos. A pesar de los enormes esfuerzos realizados para crear controles antidopaje, incluso ser perseguido desde el punto de vista legal (recordar el Título VIII de la Ley del Deporte de 1990), la solución del problema está lejos de llegar.

Entenderemos por ayuda ergogénica aquella que tiene por objetivo la economía en la utilización, control y eficiencia de energía.

Tal y como señala Stroescu, *"aquellos esfuerzos que se realizan para conseguir rendimientos máximos, pueden traspasar los límites del dominio fisiológico, generando un verdadero" síndrome energopresivo caracterizado con dificultades metabólicas, fatiga, disminución de capacidad de esfuerzo y, también, por la aparición de manifiestos estados patológicos. En estas condiciones los factores bioquímicos energogénicos consumidos en exceso, deben ser reemplazados; la eliminación de catabolitos; acumulados en cantidades tóxicas, debe ser favorecida, y la homeostasis debe ser recuperada"*.

En condiciones normales, el organismo debe ser capaz por sí mismo de lograr este objetivo, aunque para ello precisará de mucho tiempo y mucha energía. Las ayudas externas tratarán de acelerar y economizar estas acciones favoreciendo la predisposición hacia nuevas cargas de entrenamiento.

Estos medios, para su estudio, se pueden dividir en los siguientes grupos (Karpman, 1989):

b.1) *Preparados de acción plástica* que intensifican la síntesis de proteínas y la recuperación de la célula, así como la mejora de los procesos bioquímicos. De esta manera, los preparados de este grupo tienen particular significación en la prevención de sobretensión física. Pueden servir de ejemplo el oratato de potasio, la inosina, la carnitina y otros. En este grupo se incluyen los preparados proteicos integrales que se utilizan en forma de adiciones alimenticias.

- b.2) *Preparados de acción energética* que contribuyen a una pronta restitución de la energía biológica gastada durante las grandes cargas físicas, a la recuperación del normal metabolismo de la célula, la intensificación de la actividad de los sistemas fermentativos y el aumento de la estabilidad del organismo ante la hipoxia.
- b.3) Las *sustancias de acción general* que tonifican el organismo, aumentan su estabilidad a las condiciones extremas. Éstas son, además de las vitaminas, algunas sustancias de origen vegetal como el ginseng, el eleuterococo, etc.
- b.4) Las *sustancias que regulan* la normal correlación entre los procesos de excitación e inhibición del SNC, incrementan la movilidad de los procesos nerviosos, mejoran el metabolismo, en ocasiones normalizan el sueño después de las cargas físicas y estimulan las emociones positivas, y otras veces se utilizan para aumentar la concentración. Con esto contribuyen a eliminar la sensación de cansancio así como a recuperar lo más rápidamente posible el organismo frente a la acción de irritadores fuertes.
- b.5) *Preparados que estimulan la hematopoyesis*, especialmente importante para deportistas que practican disciplinas de media y larga duración, o la práctica deportiva se realiza en condiciones muy duras (clima, terreno, etc.).

2.4.2.4. Principios generales para utilizar las ayudas ergogénicas

Se debe tener presente, que la utilización de fármacos o cualquier otra sustancia química permitida, siempre sigue un criterio de individualidad, siendo **el médico el único capacitado para el diagnóstico y recomendación de los mismos**. En este sentido, es necesario considerar lo siguiente:

- a) Los medios farmacológicos pueden emplearse solamente en estricta correspondencia con las particularidades individuales de cada deportista y su estado de salud.
- b) No está permitido el empleo prolongado, y menos aún sistemático, de los medios farmacológicos.
- c) Jamás se deben utilizar preparados que no hayan sido sometidos a una comprobación experimental y se conozcan sus indicaciones, dosificación y contraindicaciones.
- d) Es preciso cerciorarse de que el fármaco en cuestión no se encuentra incluido entre la lista de sustancias prohibidas por ser consideradas doping.
- e) Se tiene que eliminar de forma tajante la utilización indiscriminada de estos preparados, por parte del deportista o de los entrenadores, **siendo el médico el único capacitado para su indicación**.
- f) Es preciso tener un especial cuidado con la utilización de fármacos en jóvenes deportistas que no han culminado su preparación.

MEDIOS Y MÉTODOS ERGONUTRICIONALES

Los medios y métodos ergonutricionales cumplen dos aspectos básicos en el proceso de entrenamiento de un deportista: *favorecer su recuperación e incrementar el efecto del entrenamiento*. En la utilización de estas sustancias no deben olvidarse los siguientes factores (Stroescu, en *Ciencia y Deporte*):

1. Las *propiedades farmacodinámicas* de las sustancias utilizadas, así como su participación en los procesos metabólicos.
2. El riesgo de los *efectos secundarios indeseables*.
3. Las *propiedades farmacocinéticas*, cuyo conocimiento permitirá la elección de la vía de administración más conveniente y la dosificación correcta.
4. Las *características metabólicas* del tipo de esfuerzo.
5. Las *características metabólicas* del periodo de recuperación.
6. Las *particularidades metabólicas individuales*, incluso el grado de adaptación metabólica influida por el entrenamiento.
7. La *reactividad física* del deportista, sin ignorar la intervención del efecto placebo.

Bicarbonato sódico (CO, HNa). Utilizarlo antes (90'-120') o después de la sesión de entrenamiento, según el objetivo pretendido. Su función es tamponar la acidosis metabólica actuando sobre los H⁺ producto del metabolismo anaeróbico. La dosis favorable para esfuerzos entre 1' y 4' (7') se encuentra alrededor de los 300 mg/kilo de peso (Sutton y col., 1981; Rupp y col., 1983; Wilkes y col., 1983). Sin embargo, dosis tan elevadas en ocasiones pueden producir trastornos como diarrea o náuseas, por lo que en la actualidad se vienen estudiando alternativas como el citrato, que es metabolizado en diversos compartimentos con formación de bicarbonato, liberándose más lentamente en la sangre y prolongando su duración (Parry-Billings y col., 1986). Sin embargo, estas dosis no parecen ser beneficiosas para esfuerzos de 30" o menos (McCartney y col., 1983; Katz y col., 1984; Costill y col., 1984; McNaughton, 1991).

Los principales efectos que tiene la ingesta de bicarbonato sódico respecto a la práctica deportiva los podemos resumir en (Mondenard, 1991):

- Aumento de las reservas alcalinas ante un ejercicio intenso.
- Soportar una mayor deuda de oxígeno.
- Asimilar duras sesiones de trabajo fraccionado.
- Luchar contra la fatiga muscular producto de una elevación de lactato sanguíneo.
- Atenuar los dolores del esfuerzo.
- Facilitar la recuperación.
- Enmascarar la presencia ilícita de anfetaminas en la orina.

L-Carnitina. Es habitual encontrar deportistas que usan la L-Carnitina bajo múltiples formas, bien de forma aislada o bien asociada a otras sustancias. Su importancia, fundamentalmente, puede estar justificada en deportes de tipo aeróbico, ya que desde hace tiempo se conoce la relación de la carnitina con el acceso de ácidos grasos de cadena larga a la β -oxidación para su utilización en la producción de energía. La finalidad del aporte exógeno de carnitina incrementa la CoA libre e incrementa la reserva de acetilos de utilización inmediata. No obstante, la eficacia de su

aporte aún está por demostrar plenamente (Wagenmakers; cfr. Brouns, 1995). En el deporte se utiliza en dosis de 1 gramo/70 kilogramos de peso. En ocasiones se utiliza por deportistas que quieren reducir peso y contenido de grasa, reteniendo al mismo tiempo el máximo tamaño muscular y la fuerza (definir el músculo).

Monohidrato de creatina. En el músculo humano, la creatina normalmente presenta una concentración de aproximadamente 125 mmol/kg, de los cuales, cuando el músculo está en reposo, el 60% se encuentra en forma de CrP, forma activa de la obtención de energía en los esfuerzos intensos de corta duración. Todo parece indicar que la utilización de monohidrato de creatina en dosis elevadas durante 7-9 días antes de la competición, pudiera haberse demostrado como eficaz. Existen estudios que demuestran que la ingesta de 5 gr. de monohidrato de creatina cuatro veces por día a lo largo de una semana proporciona un efecto inmediato sobre el rendimiento físico (Harris y col., 1992; González de Suso y col., 1994; Greenhaff, 1995). También, en deportes de fuerza se utiliza en períodos de alta carga en los que se busca una gran hipertrofia, aunque este aspecto no está demasiado claro.

Ginseng, Eleuterococo, Aralia, Echinopanacis, Lenzea, Rodiola Rosada, Schizandra. Son sustancias que tienen efectos estimulantes y facilitadoras de la recuperación. Mischenko y Monokarov (1995) simplifican los efectos de cada uno de estos productos de la siguiente forma:

Gingsen. Eleva la capacidad de trabajo y la resistencia general del organismo a las enfermedades. El efecto estimulante más bajo se observa en el extracto de gingsen hecho con el 95% de alcohol. Se ingiere antes de cada comida del día.

Eleuterococo. Su efecto farmacológico es similar al del gingseng, llegando incluso a superarlo. Se utiliza en los casos de altas cargas físicas o agotamientos agudos.

Aralia. Se emplea como sustituto del gingseng. Tonifica el SNC eliminando la fatiga mental y física. En medicina se acostumbra a emplear 20% de extracto de aralia en 70% de alcohol (1:5). Se prescriben 30-40 gotas 2-3 veces al día.

Iones Fosfato. Los defensores de este método proponen 4 gr/día durante 6 días, aunque existen dudas de que la limitación de ATP esté condicionada por la falta de iones fosfato. Todo parece indicar que su ingesta aumenta el 2-3 DPG.

Aspartato de magnesio y aspartato de potasio. El ácido aspártico, administrado en forma de sales potásicas, magnésicas, o en asociación con arginina, parece mejorar la contracción del músculo fatigado. Su ingesta parece ser útil para el tratamiento de la fatiga y el sobreentrenamiento. Todo indica que aumenta la eliminación del amoníaco por parte del hígado. Contribuye a la regeneración de la arginina en el ciclo eurenético en actividad sinérgica con ella.

Triptófano y Aminoácidos de cadena ramificada (AAR o BCAA). Isoleucina, leucina y valina. La contribución de las proteínas al metabolismo energético durante el ejercicio es limitada (2%-15%). El aporte de AAR es indicado en esfuerzos muy prolongados. La experiencia sugiere que tomar AAR después de un esfuerzo ayuda al

metabolismo muscular a regresar más rápido a su vía anabólica. Aunque el triptófano, según algunas referencias, también puede producir un incremento de los niveles de GH, su efecto ergogénico se basa en la formación de 5-hidroxitriptamina y serotonina. Newsholme propone que la serotonina está íntimamente relacionada con la génesis de la fatiga, debido a su acción depresora. La captación cerebral de triptófano podría contribuir al incremento de la sensación de fatiga. Este aumento en la captación de triptófano por el cerebro está íntimamente relacionada con la disminución plasmática de AAR.

Arginina. Este aminoácido no esencial es parte integrante del ciclo de la urea. Está ligado a su acción desintoxicante sobre la urea y el amoníaco, especialmente en esfuerzos en los que hay gran utilización muscular. Algunos estudios con humanos revelan que la administración de arginina puede reducir significativamente las concentraciones elevadas de amoníaco. En niños (aspartato de arginina) tiene efecto sobre un incremento de la hormona del crecimiento¹². Según Pearson y Show (1982), la emisión de GH durante el sueño aumentó significativamente después de que cinco personas normales ingirieran arginina oral (aspartato de arginina) en dosis equivalentes a 18 gr/día durante una semana, no observándose efectos al 40% de esa dosis. Dosis de 250 mg/kg de aspartato de arginina administrados por vía oral incrementan el pico de GH plasmático durante el sueño (Besset y col., 1982). Por su parte, Findling y Tirrell (1986) señalan que una dosis intravenosa de 0.5 gr/kg incrementa los niveles de GH plasmático.

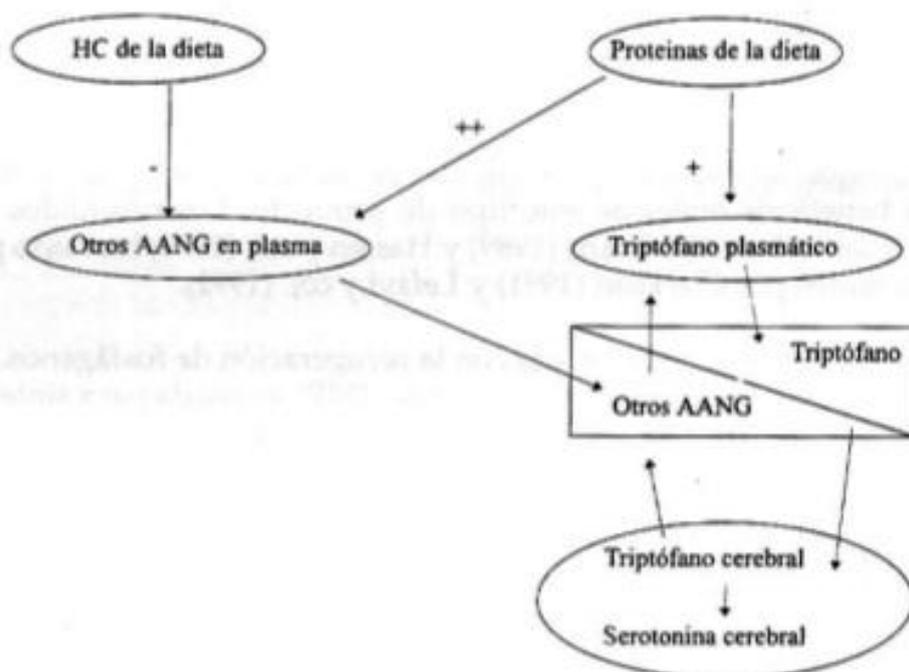


Figura 15. La entrada de triptófano en el cerebro depende de la proporción triptófano/otros aminoácidos neutros grandes (valina, leucina, isoleucina) en la sangre. La ingestión de HC, a través de una secreción incrementada de insulina, hace disminuir el nivel de AANG en sangre, favoreciendo la entrada de triptófano al cerebro (Wurtman; cfr. Brouns, 1995).

12. La arginina, la ornitina, el triptófano, el GABA y la L-Dopa parecen ser estimuladores potenciales de la GH.

Ornitina. De efecto similar a la arginina, formando parte del ciclo de la urea y promoviendo la conversión de amoníaco en urea. Las investigaciones demuestran que una ingesta de 6 gramos de ornitina reducen los niveles de amoníaco. En ocasiones se le asocia a la elevación de las concentraciones de GH, pero esto no está demostrado. Lafavi y col. (1994) citan algún trabajo en el que la ingesta de ornitina por culturistas en dosis de 3, 7 y 12 gramos/día conducía a incrementos en la producción de GH.

Lisina. La lisina es otro aminoácido no esencial que según algunos autores estimula la producción de la GH. Siempre se utiliza unida a la arginina o la ornitina. La combinación de estos aminoácidos aparece en diferentes productos muy difundidos entre culturistas. Un déficit de este aminoácido determina una fatiga crónica en el sujeto. Algunos productos en los que aparece la lisina se utilizan para favorecer la absorción del hierro y del calcio, así como factor de asimilación de proteínas vegetales y de la leche.

Taurina. Favorece la eliminación de ác. láctico y ác. úrico.

Glicina. Algunas publicaciones señalan que la ingestión de 30 gramos de glicina (Bucci) van asociados a un notable incremento (10 veces más) de la hormona del crecimiento.

Cromo. El uso del cromo está ampliamente difundido en el mundo del culturismo como "alternativa natural a los esteroides". Su presencia, en forma biológicamente activa¹³, regula la acción de la insulina en relación a los receptores de las membranas celulares. Es el picolinato de cromo el producto más usado entre los culturistas, aunque hoy en día no se dispone del suficiente soporte científico para asegurar los beneficios reales de este tipo de producto. Los resultados positivos aportados por los trabajos de Evans (1989) y Hasten y col. (1991) han sido posteriormente cuestionados por Clarkson (1991) y Lefavi y col. (1992).

Inosina (Hipoxantina). Relacionada con la recuperación de fosfágenos. La inosina, como componente de la inosinamonomofosfato (IMP), es usada para sintetizar adenina o guanina-nucleótido, los cuales intervienen en numerosas reacciones biológicas. Casi siempre se utiliza asociada al Coenzima Q10 (antioxidante). Algunas de sus funciones metabólicas asociadas, como facilitar la síntesis de ATP y sus efectos sobre la descomposición del glucógeno muscular y sobre el suministro de sangre y oxígeno, se han extrapolado al rendimiento deportivo. Se ha sugerido que los deportistas de fuerza y los de resistencia podrían verse beneficiados por un aporte suplementario. Algunos autores citan la importancia que puede tener para aumentar la producción de ATP, ARN y ADN, lo que dará al deportista un mayor depósito de energía disponible para la construcción muscular y una habilidad aumentada para sintetizar más proteína (Dipascuale, 1990). Actúa sobre las enzimas relacionadas con el ácido pirúvico. Las dosis recomendadas son de 0.2 gramos cua-

13. El cromo biológicamente activo recibe el nombre de GTF (factor de tolerancia a la glucosa). Mertz identificó a la niacina (ácido nicotínico) como el responsable de la actividad biológica del cromo.

tro veces al día durante 2-3 días, llegándose a dosis de 0.4 a 0.6 gramos tres veces al día. Es recomendable en fases de trabajo muy intenso en las que se emplean grandes cargas de entrenamiento especialmente de orientación anaeróbica. Para incrementar su eficacia se recomienda ingerir junto al oratato de potasio (0.5 gramos 2 veces al día).

Glutamina Representa una gran parte de los aminoácidos musculares (=66%), por lo que es lógico pensar que son de gran importancia para la síntesis de proteína. Además forma parte de gran parte de la energía utilizada por las células de división rápida (linfocitos). Stroescu propone que el ácido glutámico, administrado en grandes dosis, interviene, probablemente de forma favorable, en aquellas situaciones de esfuerzo excesivo. Se ha descrito en el hombre un incremento de las catecolaminas séricas y la mejora de los procesos de adaptación al esfuerzo, con disminución de la cantidad de O₂ consumido. Produce, por trasaminación, el alfacetoglutarato, el cual entra en el ciclo de Krebs contribuyendo al metabolismo energético muscular. Fija el amoníaco, contribuyendo en los procesos de desintoxicación.

Cafeína. El café, sobre todo por la cafeína que contiene, es una sustancia ergogénica que puede favorecer el rendimiento en algunos esfuerzos. Una taza normal de café contiene entre 75 y 150 mg. de cafeína. Su consumo, en dosis que están entre los 150-300 mg., puede incrementar la presencia de ácidos grasos libres en la sangre, la diuresis, la presión arterial, el aumento de catecolaminas del plasma o estimular la secreción gástrica (Turchetto, 1991). En deportes de resistencia se puede pensar que dosis de 6.5 mg/kg podrían llevar a beneficios en la capacidad de rendimiento sin que se alcancen los valores considerados como doping por el COI (Tarnopolsky, 1994). Una dosificación excesiva es causa de sanción por doping. Concentraciones en la orina de 12 mg/l, lo que equivale a 6-8 tazas de café cargado, pueden hacer que un deportista dé positivo en un control efectuado entre 2-3 horas después de la ingesta.

Tabla 15. Dosis de cafeína en diferentes productos.

PRODUCTO	DOSIS (mg/12 onzas)		
	Suave	Medio	Fuerte
Colas en general	46-53		
Coca-Cola	30-65		
Pepsi-Cola	38-43		
Tab	32-49		
Té			
Rosa Roja	45	62	90
Té Inglés	26	78	107
Chocolate	240-270		
Chocolate con Leche	72		
Cacao	13		

Fuente: Williams (1983).

Bebidas (330 ml)	Cafeína (mg)
<i>Café malteado de cafetera</i>	275
<i>Café instantáneo</i>	155
<i>Café descafeinado</i>	7
<i>Té malteado</i>	95-145
<i>Té Helado</i>	70
<i>Chocolate caliente</i>	8
<i>Coca-Cola</i>	45
<i>Pepsi-Cola</i>	40
<i>Desenfriol (2 grageas)</i>	65
<i>Optalidón (2 grageas)</i>	50
<i>Frenadol (1 sobre)</i>	30

Fuente: Clark (1995).

Producto	Contenido de cafeína	Equivalente en orina a las 2-3 horas
<i>Cafe descafeinado</i>	2-3 mg	0.03-0.04 mcg/ml
<i>1 Coca Cola, Diet Coke</i>	100 mg	1.50 mcg/ml
<i>1 Tab</i>	46.8 mg	0.70 mcg/ml
<i>1 Diet Pepsi, Pepsi Light</i>	36.0 mg	0.54 mcg/ml
<i>1 Doctor Pepper</i>	39.6 mg	0.59 mcg/ml
<i>1 No Doz</i>	100 mg	1.50 mcg/ml

Wadler y Hainline (1989).

La utilización de cafeína junto a la epinefrina tiene un importante efecto ergogénico en esfuerzos prolongados de intensidad similar al 85% del VO₂ máx. (Bell y col., 1995).

Antioxidantes (Vitamina E, C, selenio, Taurina, CoQ10, β-Carotenos). El entrenamiento excesivo incrementa la producción de Radicales Libres de Oxígeno (RLO)¹⁴, los cuales en exceso son perjudiciales para el organismo, por lo que se precisa la toma de antioxidantes para conseguir un reequilibrio. Tal y como señalan Buil y col. (1995), el ejercicio físico realizado de forma aguda produce estrés oxidativo, el cual es valorable por el aumento de los marcadores de peroxidación lipídica, y de algunas enzimas antioxidantes, y tiene como resultado un deterioro de la célula además de inducir al llamado envejecimiento celular.

Megavitaminoterapia. Muy difundida en el mundo de la actividad física y el deporte como un medio eficaz de tratamiento de la fatiga. Sin entrar a detallar cada una de ellas, alguna ya citada anteriormente, merecen especial atención la Vitamina C y la E.

14. Se denominan radicales libres a las moléculas que actúan como aceptores de electrones en los sistemas biológicos. Cuando la producción de estos RLO supera la capacidad de las defensas antioxidantes, estaremos hablando de estrés oxidativo.

Los principales antioxidantes son: la SOD (superóxido dismutasa), con tres variedades (extracelular, citoplasmática y mitocondrial); la CAT (catalasa); las peroxidasa; el sistema glutatión peroxidasa; los tocoferoles (E); la vitamina C; los carotenos; el licopeno; el ácido úrico; la taurina; la ubiquinona (Buil y col., 1995).

Tabla 16. Valoración de la eficacia de los suplementos más utilizados

Suplemento/ Efecto	Fuerza	Pérdida Grasa	Tamaño	Dolor	Concent. Mental	Energ. Anaer.	Energ. Aerób.	Recup. Esfuerzo	Reparac. Tisular	Salud General
Proteínas/ Aminoác.	1	3	1	4	4	3	3	2	2	1
Vitam./ Minerales	1	3	1	4	4	3	3	1	1	1
AARR	2	3	2	4	3	1	1	⊖	1	3
Inosina	2	2	2	4	4	1	2	2	2	2
L-Carnitina	3	1	3	4	4	2	2	2	2	2
Ac. Ferúlico	2/1	2	2/1	4	4	4	3	3	2	2
Betaina	3	3	3	4	4	1	1	2	2	1
Cafeína	2	2	4	3	;	2	2	3	3	4
Aspirina	4	4	4	⊖	4	4	4	⊖	⊖	⊖
Boro	2	4	2	4	4	4	4	2	2	2/1
Liberadores GH	1	1	1	4	4	4	4	1	1	2
Bebidas Glucosa	4	2	3	4	3	;	⊖	1	3	2
Eleuterococ	2	3	3	4	2	3	3	1	1	1
Polinicorinato Cromo	1	⊖	⊖	4	4	2	1	1	⊖	⊖
Picolinato Cromo	2	1	1	4	4	2	2	2	2	4
Eliminadores Amonio	2	3	2	4	2	3	⊖	1	1	1
B12	1	4	1	4	4	3	3	2	2	3
Co Q ₁₀	2	4	4	4	4	4	1	1	1	1
Lactato	4	4	3	4	3	⊖	1	1	4	3

Fuente: *Doping en el deporte*. Cientific Body Fitness (n° 18-1994).

⊖ Muy eficaz; 1: Eficaz; 2: Posiblemente eficaz; 3: Probablemente ineficaz; 4: Ineficaz.

3.4. Doping y suplementos

De buena utilidad se destaca la carga de trabajo realizado habitualmente con sus deportes, ya que se divide esta porción de la siguiente manera:

3. LA CARGA DE ENTRENAMIENTO

Los niveles de fatiga y su posterior recuperación vienen determinados por los estímulos que se apliquen durante el proceso de entrenamiento. Durante la práctica deportiva, los estímulos utilizados vienen a determinar la carga de trabajo a que se somete el deportista.

3.1. DEFINICIÓN

De forma clásica, se definía la **carga** como el resultado de *relacionar la cantidad de trabajo (volumen) con su aspecto cualitativo (intensidad)*. Hoy en día, entender la carga desde esta perspectiva resulta pobre e insuficiente.

Verjoshanski (1990) aborda este concepto de forma global y profunda, definiéndole como *el trabajo muscular que implica en sí mismo el potencial de entrenamiento derivado del estado del deportista, que produce un efecto de entrenamiento que lleva a un proceso de adaptación*.

3.2. ASPECTOS QUE DETERMINAN LA CARGA

Siguiendo a Verjoshanski, para saber elegir la carga óptima de trabajo se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- 3.2.1. *El contenido de la carga.*
- 3.2.2. *El volumen de la carga.*
- 3.2.3. *La organización.*



Figura 16. Aspectos que determinan la carga de entrenamiento.

3.2.1. EL CONTENIDO DE LA CARGA

Es lo que se va a trabajar, lo cual viene determinado a su vez por:

- a) *El nivel de especificidad.*
- b) *El potencial de entrenamiento.*

a) *El nivel de especificidad* viene dado por la mayor o menor similitud del ejercicio con la manifestación propia del movimiento durante la competición. Esto nos permite englobar los ejercicios en dos grupos: los de preparación especial y los de preparación general.

b) *El potencial de entrenamiento* se define como la forma en que la carga estimula la condición del atleta. El potencial de entrenamiento de los ejercicios se reduce con el crecimiento de la capacidad de rendimiento, por lo que se hace preciso variar los ejercicios o su intensidad para poder seguir consiguiendo incrementos en el rendimiento. Los ejercicios deben ser utilizados aumentándolos gradualmente y observando una consecución lógica, de forma que los ejercicios utilizados en primer lugar deben crear las condiciones favorables que necesitan los ejercicios que se utilizarán posteriormente. Pero esto lo trataremos más adelante con la organización de la carga.

Viru (1995) distingue cinco tipos de carga de entrenamiento:

- *Carga ineficaz;*
- *Carga de recuperación;*
- *Carga de mantenimiento;*
- *Carga de desarrollo;*
- *Carga excesiva.*

3.2.2. EL VOLUMEN DE LA CARGA

Determina el aspecto cuantitativo del estímulo utilizado en el proceso de entrenamiento. En este aspecto de la carga se distinguen las siguientes variables:

- a) *La magnitud de la carga.*
- b) *La intensidad de la carga.*
- c) *La duración de la carga.*

a) **La magnitud del volumen de la carga.**

Es la medida cuantitativa global de las cargas de entrenamiento de diferente orientación funcional que se desarrollan en una sesión, microciclo, mesociclo o macrociclo.

La *magnitud* viene determinada por el nivel de entrenamiento del atleta y por el momento de la preparación a la que hagamos referencia. En ese sentido, a mayor nivel mayor magnitud, así como en el período preparatorio mayor magnitud que en el período competitivo.

Pero no siempre se cumple el hecho de que a mayor volumen de trabajo corresponde mayor rendimiento. Bien es cierto que durante las primeras etapas de la vida deportiva, un incremento del volumen va a suponer una mejora del rendimiento, pero una vez que se llega a altos niveles, no siempre se corresponde un incremento del volumen con una mejora en la marca, sino que incluso, en ocasiones el incremento del volumen lleva aparejado una disminución en el rendimiento.

Así González-Badillo (1991) realizó un trabajo experimental con halterófilos para encontrar el volumen óptimo mensual de cara a mejorar los resultados deportivos. Para ello utilizó tres grupos homogéneos de levantadores, a los que aplicó un entrenamiento igual en lo concerniente a la intensidad máxima, intensidad media relativa, mismo porcentaje de repeticiones por zona de intensidad, mismos ejercicios, etc., pero variando el número total de repeticiones (volumen) (GA=900; GB=1200; GC=1400), todo ello repartido en 10 semanas de trabajo con 5 días por semana. En el primer control realizado al final de las cinco primeras semanas, los mejores incrementos en el rendimiento correspondían al grupo con menor volumen de trabajo, mientras que el peor correspondió al de mayor volumen (GA=2.7%; GB=1.9%; GC=1.7%).

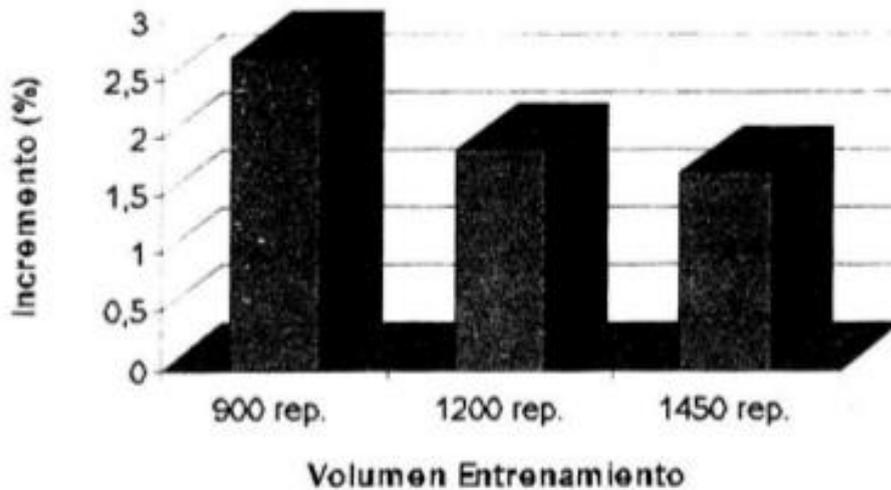


Figura 17. Dinámica del rendimiento tras cinco semanas de entrenamiento en tres grupos de halterófilos que entrenaron con diferentes volúmenes de carga.

Al final de las diez semanas, los mejores incrementos correspondieron al grupo B (intermedio), con incrementos de (GA=3.3; GB=5.4%; GC=3.5%), mientras que las menores mejoras fueron para los grupos de mayor y menor número de repeticiones realizadas, con valores similares. Las mejoras del grupo intermedio presentaban diferencias significativas (arrancada $p < 0.005$; dos tiempos $p < 0.01$; sentadilla $p < 0.01$).

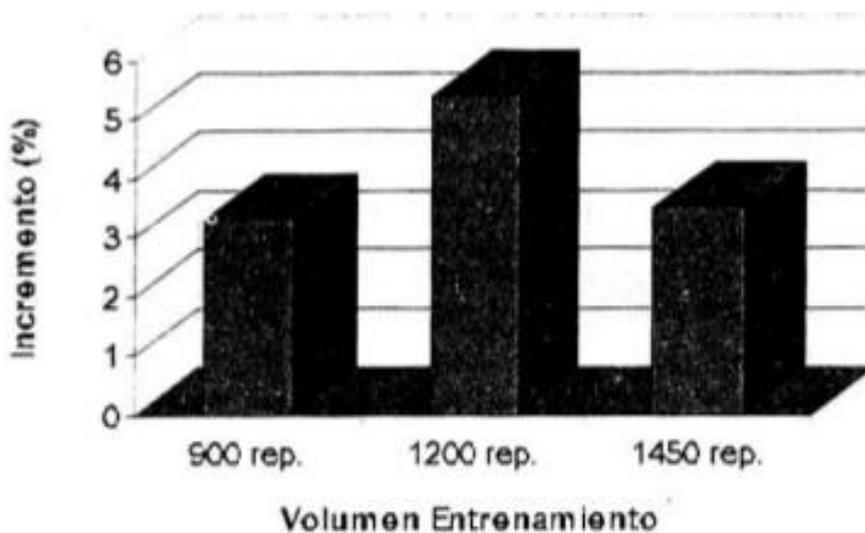


Figura 18. Dinámica del rendimiento tras diez semanas de entrenamiento en tres grupos de halterófilos que entrenaron con diferentes volúmenes de carga.

De forma general, la tendencia del entrenamiento deportivo durante algunas décadas fue incrementar el volumen de entrenamiento. Como muestra podemos observar los datos siguientes, que señalan el volumen anual de kilómetros realiza-

dos por los mejores mediofondistas y fondistas soviéticos desde su incorporación a las competiciones internacionales en la olimpiada de Helsinki:

Tabla 17. Volumen anual (en kms) en el medio fondo y fondo de atletas soviéticos.

AÑO	800-Masc.	800-Fem.	1500-Masc.	5000-10000	MARATHON
1952	983	—	1472	1167	1749
1956	1141	—	2202	2962	4001
1960	1521	1572	1842	2972	5308
1964	2758	1492	2588	4662	7610
1968	2806	2908	4175	5257	7655
1972	2964	2325	4020	6042	8401
1976	4266	3482	5080	6869	7866
1980	3725	3677	5165	7105	9319

Fuente: Suslov y col. (1982).

Un caso similar se observa con los valores de la carga media de entrenamiento de los mejores lanzadores mundiales de martillo durante los últimos ciclos olímpicos.

Tabla 18. Volumen medio estimado de entrenamiento de lanzadores de martillo

Ciclo Olímpico	Lanzamientos	Fuerza (Tn)	Multilanzamientos	Multisaltos
1968	2000	1500	4000	3000
1972	4000	1600	4500	3500
1976	5000	1600	400	4500
1980	5500	1800	4500	5000
1984	6000	1800	5000	4000
1988	6500	1800	5000	5500
1992	8000	1800	6000	6500

Fuente: J. Durán (1993).

El análisis de estos datos nos muestra cómo durante ocho Olimpiadas los atletas fueron aumentando sin cesar el volumen total de entrenamiento de carrera. Analizados los volúmenes de entrenamiento en relación con el incremento en la capacidad de rendimiento, se encontraron los siguientes coeficientes de correlación: (Hombres) 800= -0.99; 1500= -0.95; 5000/10000= -0.95; marathon= -0.93; (Mujeres) 800= -0.83. Lo que confirma que existe una relación directa entre el aumento de los resultados y el incremento del volumen de entrenamiento. No obstante, la tendencia durante los últimos años presenta una inclinación a la estabilización de este parámetro de la carga. En el caso de la natación, se observa que algunos de los principales nadadores cuando alcanzan la franja de edad en la que ya se deberían lograr máximos rendimientos, en una primera fase se incrementaban bruscamente las cargas de entrenamiento, y en una segunda fase lo hacían de forma sistemática y menos acentuada (Platonov y Fessenko, 1994). En este sentido, el americano A. Hall, plusmarquista mundial de 200 metros braza, a la edad de 14 años incrementó en un 77.1% el volumen de entrenamiento en agua (de 1050 a 1860 km/año), lo que le permitió mejorar cualitativamente sus registros. En los años siguientes, de cara a los Juegos Olímpicos de Barcelona-92, los incrementos de trabajo fueron mucho meno-

res, pero le permitieron acceder al primer puesto mundial de la modalidad. Sin embargo, es significativo el incremento de trabajo en seco (fuerza) y del número de competiciones que realiza el año de los Juegos Olímpicos.

Tabla 19. Dinámica de las cargas en la preparación de A. Hall (1989-1992)

<i>Índices</i>	<i>1989</i>	<i>1990</i>	<i>1991</i>	<i>1992</i>
<i>Vol. Nado (km)</i>	<i>1050</i>	<i>1860</i>	<i>2010</i>	<i>2200</i>
<i>Vol. Trab. Seco (h)</i>	<i>110</i>	<i>135</i>	<i>140</i>	<i>250</i>
<i>Nº Competiciones</i>	<i>30</i>	<i>45</i>	<i>70</i>	<i>75</i>
<i>Marca</i>	<i>2.39.51</i>	<i>2.30.53</i>	<i>2.27.08</i>	<i>2.25.62</i>

Fuente: Platonov y Fessenko (1994).

El volumen es un parámetro que varía a lo largo de las diferentes etapas del entrenamiento, las características del deporte y el nivel del deportista. Maglischo (1986) propone los siguientes volúmenes para nadadores:

Tabla 20. Propuesta de Maglischo (1986) sobre volúmenes de carga según ciclos y nivel de maestría

<i>TEMPORADA CATEGORÍA</i>	<i>VETERANOS</i>		<i>DEBUTANTES</i>	
	<i>DÍA</i>	<i>SEMANA</i>	<i>DÍA</i>	<i>SEMANA</i>
PRINCIPIO TEMPORADA				
<i>VELOCISTAS</i>	<i>8000-12000</i>	<i>50000-60000</i>	<i>3000-5000</i>	<i>30000</i>
<i>MEDIO-FOND.</i>	<i>10000-15000</i>	<i>60000-80000</i>	<i>4000-6000</i>	<i>40000</i>
<i>FONDISTAS</i>	<i>12000-18000</i>	<i>80000-100000</i>	<i>6000-8000</i>	<i>50000</i>
PERIODO COMPETITIVO				
<i>VELOCISTAS</i>	<i>7000-11000</i>	<i>55000</i>	<i>5000-6000</i>	<i>30000</i>
<i>MEDIO-FOND.</i>	<i>8000-12000</i>	<i>65000</i>	<i>7000-9000</i>	<i>45000</i>
<i>FONDISTAS</i>	<i>12000-18000</i>	<i>70000-75000</i>	<i>8000-10000</i>	<i>5500</i>
PERIODO FINAL (2 SEMANAS)				
<i>VELOCISTAS</i>	<i>3000-6000</i>	<i>25000</i>	<i>3000-4000</i>	<i>20000</i>
<i>MEDIO-FOND.</i>	<i>5000-6000</i>	<i>30000</i>	<i>4000-5000</i>	<i>25000</i>
<i>FONDISTAS</i>	<i>6000-9000</i>	<i>35000-40000</i>	<i>5000-7000</i>	<i>35000</i>

De los datos expuestos se pueden deducir las siguientes conclusiones:

- *El mayor volumen de trabajo se suele realizar durante el período preparatorio.*
- *Los practicantes de pruebas de resistencia realizan un mayor volumen de trabajo que los de velocidad.*
- *Los deportistas más entrenados y con más años de entrenamiento realizan mayor volumen de entrenamiento que los debutantes y jóvenes.*

Respecto a la edad y años de entrenamiento, Maglischo propone los siguientes volúmenes de carga para cada ciclo.

Tabla 21. Propuesta de Maglischo (1986) sobre volúmenes de carga según ciclos y grupos de edad

GRUPO EDAD	DEBUTANTES		VETERANOS	
	DIARIO	SEMANAL	DIARIO	SEMANAL
< 8 AÑOS	400-800	1200-1400	1000-1500	3000-4500
8-10 AÑOS	600-1200	2400-4800	1500-3000	6000-12000
11-12 AÑOS	1000-2000	5000-10000	4000-5000	20000-25000
13-14 AÑOS	2000-4000	10000-20000	6000-12000	30000-50000

El volumen de trabajo varía con los años de entrenamiento. Wilke y Madsen (1983) citan la siguiente evolución del volumen de entrenamiento de un nadador desde que comienza su vida deportiva a los 8 ó 9 años:

Tabla 22. Evolución media del volumen de carga de entrenamiento de nadadores en función de los años de entrenamiento

	METROS/SEMANA		
	VELOCISTAS	MEDIOFONDIST.	FONDISTAS
1º	3375	3375	3375
2º	7500	7500	27500
3º	10925	10925	10925
4º	15500	15500	15500
5º	15500	21800	26000
6º	22900	29000	37500
7º	25000	37500	50000
8º	30000	43000	55000

Un ejemplo de trabajo aplicado a diferentes modalidades deportivas nos lo aporta Polishuk (1993):

Tabla 23. Volúmenes de carga de entrenamiento en distintas disciplinas

DEPORTE	KM/AÑO
CICLISMO RUTA	32.000-40.000
CICLISMO PISTA	28.000-32.000
ESQUÍ	7.000-8.500
REMO	5.000-7.000

b) *La intensidad de la carga.*

La *intensidad* de la carga es el aspecto cualitativo de la misma. Al igual que ocurría con la magnitud, la intensidad se encuentra supeditada al nivel del deportista y al momento de la temporada. Grosser (1988) define la intensidad como la fuerza del estímulo que manifiesta un deportista durante un esfuerzo.

Martín (1977; cfr. Grosser, 1988) propone las siguientes escalas de intensidad para el entrenamiento de la fuerza y de la resistencia en sujetos de 20 a 30 años:

Tabla 24. Escalas de intensidad para el entrenamiento de la fuerza y la resistencia en sujetos de 20-30 años

INTENSIDAD	FUERZA(%FM)	RESISTEN. (%MT)	F.C.
<i>ESCASA</i>	30-50 %	30-50 %	130
<i>LEVE</i>	50-70 %	50-60 %	140
<i>MEDIA</i>	70-80 %	60-75 %	150
<i>SUBMÁXIMA</i>	75-90 %	75-90 %	165
<i>MÁXIMA</i>	90-100 %	90-100 %	180

Fuente: Martín (1977).

En manifestaciones de fuerza, una persona no entrenada deberá utilizar entre un 30-40 % de su fuerza máxima para conseguir aumento del rendimiento, mientras que un deportista de fuerza necesitará intensidades por encima del 70%.

González-Badillo (1991) recalca los siguientes aspectos de la intensidad para el trabajo de fuerza:

- La relación entre las repeticiones con las que se trabaja a intensidades máximas y los resultados es curvilínea. Es decir, un aumento progresivo del número de estas repeticiones favorece los resultados, pero alcanzados ciertos valores, los efectos empiezan a ser negativos.
- La utilización de repeticiones de alta intensidad (superiores al 90%) no lleva a mejorar los resultados.

En este sentido, Storikov (1989; cfr. González-Badillo, 1991) señala que actualmente en el entrenamiento de halterofilia se empieza a renunciar al uso masivo de grandes cargas de trabajo (intensidad alta), algo en lo que también coincide I. Roman (1988), inclinándose por una mayor proporción de trabajo efectuado en la zona de intensidad de 70-80%.

Otro tanto ocurre en los deportes de resistencia. En sujetos sedentarios, esfuerzos de 30' con frecuencias cardíacas de 130 p/m producen adaptaciones, mientras que un deportista que practica pruebas de fondo necesitaría incrementar la velocidad de carrera o hacer grandes volúmenes para conseguir mejoras en su capacidad funcional o en su rendimiento.

Las formas de valorar las intensidades de la carga varían de una modalidad deportiva a otra.

c) *La duración de la carga.*

La *duración de la carga* de entrenamiento es un aspecto fundamental del volumen. W. Dick lo define "como el período de influencia de un solo estímulo, la distancia cubierta en una repetición, o el tiempo total para completar toda la carga en una unidad", pero nosotros lo vamos a considerar, también, como un período más largo en el que se trabaja con cargas de una misma orientación.

Hoy en día se sabe que las cargas de diferente orientación tienen un límite a partir del cual la carga no provoca incrementos de rendimiento.

En este sentido, las cargas de *orientación aeróbica* provocan, en un mes, un aumento significativo de los índices de rendimiento aeróbico. Más adelante se mantiene un incremento lineal, menos acelerado, hasta los dos o tres meses de entrenamiento, para pasado este período, independientemente del crecimiento del volumen, los índices no crecen sustancialmente, manteniéndose en los niveles adquiridos (Skoroduma, Suslov, Sirenko, Borisov, Zaciorski y otros).

Respecto a las *cargas anaeróbicas*, el ritmo de crecimiento de la capacidad de rendimiento no evoluciona de forma pareja a la carga de entrenamiento. Para conseguir valores máximos de capacidad anaeróbica se necesitan de tres a cuatro meses, debiendo haber sido precedido de una considerable cantidad de trabajo aeróbico (Zaciorski, Serafinova, Dorosenko, Naurenko y otros).

La *fuerza explosiva* se estabiliza en su crecimiento en tres o cuatro meses si se emplea de forma intensa en el proceso de entrenamiento. En el caso de que las cargas de esta orientación se apliquen de forma más espaciada, su crecimiento puede durar hasta diez meses (Borisov, Sirenko).

Dentro de la magnitud de la carga, algunos autores consideran un nuevo factor: *la densidad del estímulo.*

La *densidad del estímulo* tiene que ver con la relación entre el esfuerzo y el descanso en una unidad temporal entre aquellas en que se organiza el entrenamiento. Los tiempos que se emplean entre dos estímulos (descansos) cumplen dos finalidades: reducir el cansancio (pausas completas) o llevar a cabo procesos de adaptación (pausas incompletas). Estas pausas a las que estamos haciendo referencia se pueden hacer de dos maneras: activas o pasivas. Las primeras de ellas, las activas, si se aplican de forma correcta, en algunos casos aceleran los procesos de recuperación. Por ejemplo, después de elevadas cargas de orientación anaeróbica-láctica, la velocidad de eliminación del lactato, con recuperaciones pasivas, es de 0.02-0.03 g/l/min., aumentando la velocidad de eliminación a 0.08-0.09 g/l/min. si se realiza una recuperación activa de una intensidad que corresponda a 50-60 % del VO_2 máx. Esto adquiere especial importancia en el deporte moderno, donde los atletas son sometidos a elevadas cargas de trabajo (600-800 sesiones de entrenamiento; 70-120 competiciones/año).

3.2.3. LA ORGANIZACIÓN DE LA CARGA

Por la **organización de la carga** se entiende su sistematización en un período de tiempo dado.

En la base de esta sistematización debe hallarse la obtención de un efecto acumulado de entrenamiento positivo de cargas de diferente orientación. Esto nos obliga a considerar dos aspectos dentro de la organización:

a) *La distribución de la carga en el tiempo.*

b) *La interconexión de las cargas.*

a) Por la *distribución de las cargas* en el tiempo se entiende de qué forma se colocan las diferentes cargas en las partes en que tradicionalmente se divide el proceso de entrenamiento (sesión, día, microciclo, mesociclo o macrociclo).

Como ya veremos con más amplitud en la planificación del entrenamiento, en la actualidad existen dos formas de colocar las cargas de entrenamiento en relación al tiempo de trabajo. Las formas diluidas (Matveiev, Bondarchuk, etc.) y las formas concentradas (Verjoshanski).

b) La *interconexión de las cargas* indica la relación que las cargas de diferente orientación tienen entre sí. Una combinación racional de las cargas de diferente orientación asegura la obtención del efecto acumulativo de entrenamiento.

Algunos ejemplos de este efecto entre cargas de diferente orientación relacionadas con el entrenamiento de resistencia son:

De tipo positivo.

- Los ejercicios de carácter aeróbico se ejecutan después de las cargas de tipo anaeróbico-aláctico.
- Los ejercicios de carácter aeróbico se ejecutan después de orientación anaeróbica-láctica de bajo volumen.
- Los ejercicios de carácter anaeróbico-láctico se ejecutan después de cargas anaeróbicas-alácticas.

De tipo negativo.

- Los ejercicios de orientación anaeróbica-aláctica se ejecutan después de un trabajo notable de orientación anaeróbica-láctica.
- Se ejecutan ejercicios de orientación anaeróbica-láctica después de hacer grandes volúmenes de tipo aeróbico.

Todos estos criterios que debemos mantener a la hora de determinar la carga adecuada de trabajo tienen como finalidad conseguir que el deportista alcance la forma óptima de rendimiento durante el período competitivo.

4. LA FORMA DEPORTIVA

4.1. CONCEPTO DE FORMA DEPORTIVA

El concepto de forma deportiva es un concepto amplio que no se puede limitar a la capacidad de rendimiento durante un momento muy limitado del período de entrenamiento como es la competición. En este sentido Matveiev (1977) define la forma deportiva *"como el estado de capacidad de rendimiento óptimo que el deportista alcanza en cada fase de su desarrollo deportivo gracias a una formación adecuada"*.

No obstante, también a esta definición se le tendría que hacer alguna matización. Así, si consideramos la capacidad de rendimiento a lo largo de una temporada de entrenamiento, es lógico pensar que durante el período preparatorio existen momentos en los que la capacidad de rendimiento se ve afectada. De esta manera, y como ejemplo, vemos que los deportistas que se someten a un trabajo de notable volumen provocan alteraciones profundas y prolongadas de la homeostasis del organismo y, en consecuencia, un descenso de sus índices funcionales, se ven incapacitados temporalmente para obtener buenos registros en su disciplina deportiva. En situaciones como ésta debemos hablar de falta de forma deportiva y no de mala forma deportiva. Esta última denominación sólo sería correcta para designar niveles de rendimiento que no se ajustan a los previstos para cada fase del entrenamiento.

Especiales características adquiere el concepto de forma deportiva cuando se hace referencia a los deportes de equipo similares al baloncesto, el fútbol, el balonmano, etc. En primer lugar, resulta casi imposible coincidir con todos los componentes al máximo nivel de rendimiento en el mismo momento de la temporada. En segundo lugar, el largo período competitivo que caracteriza a estos deportes nos obliga a mantener el estado de forma a un nivel elevado pero no máximo. Por último, no podemos confundir el estado de forma con el máximo desarrollo de algunos parámetros funcionales o condicionales determinados, sino que la forma queda supeditada a aspectos tácticos de comportamientos del conjunto.

En definitiva, podemos decir que la forma deportiva es la consecuencia de los grados de adaptación que el organismo alcanza por acción de las cargas específicas o globales de entrenamiento. Es, por lo tanto, un factor íntimamente relacionado con el concepto de adaptación crónica del entrenamiento. Así, pues, la óptima forma deportiva se caracteriza por *el elevado nivel de las posibilidades funcionales y por la mejor coordinación del trabajo de todos los órganos y sistemas del organismo.*

Al conocer cómo un deportista alcanza la máxima forma deportiva, conviene analizar diferentes factores, tales como el tipo somático, temperamento, años de práctica deportiva, nivel de aprendizaje, etc. Czajkowski cita un factor añadido, a partir del cual se clasifican las personas en función de la respuesta de sus glándulas endocrinas:

1. Tipo *simpaticotónico*, el cual alcanza un alto grado de preparación con relativa rapidez y mantiene su forma deportiva durante un período más bien corto.
2. Tipo *vagotónico*, el cual alcanza su forma muy lentamente y la mantiene durante mucho tiempo.

Tabla 25. Distintas definiciones de la forma deportiva

OZOLIN	Es un estado de entrenamiento en el que el deportista puede participar en competiciones con éxito.
KRESTOVNIKOV	Es un estado del deportista en el que sobresale su capacidad para rendimientos deportivos elevados del modo que durante largo tiempo y en frecuentes competiciones logre un mantenimiento estable de sus propias marcas.
LETANOV	Es el estado del deportista durante la etapa de desarrollo de su capacidad de rendimiento cuando él se encuentra preparado para lograr los rendimientos máximos en un determinado deporte.
BAIGEY	Representa el cénit de los rendimientos del sujeto en un determinado deporte, siendo el límite de las posibilidades del deportista.
MATVEIEV	Estado de capacidad de rendimiento óptimo que el deportista alcanza en cada fase de su desarrollo deportivo.
BOMPA	Estado de la forma atlética determinado por el grado de entrenamiento durante el cual, los atletas pueden alcanzar resultados cercanos a su máxima capacidad.
LAINER	Estado de rendimiento en que se encuentra un deportista en un período de tiempo determinado.

Fuente: Oliver (1986).

4.2. FASES DE LA FORMA DEPORTIVA

Casi todos los autores que han estudiado la forma deportiva coinciden en señalar diferentes fases en relación al concepto global de forma, tanto si se refiere a un período relativamente corto, como puede ser una temporada (o incluso períodos más cortos), como si se refiere a un período más largo de tiempo, como puede ser la vida activa de un deportista. Todos ellos coinciden en señalar las siguientes tres fases:

- A. Fase de desarrollo.
- B. Fase de conservación.
- C. Fase de pérdida.

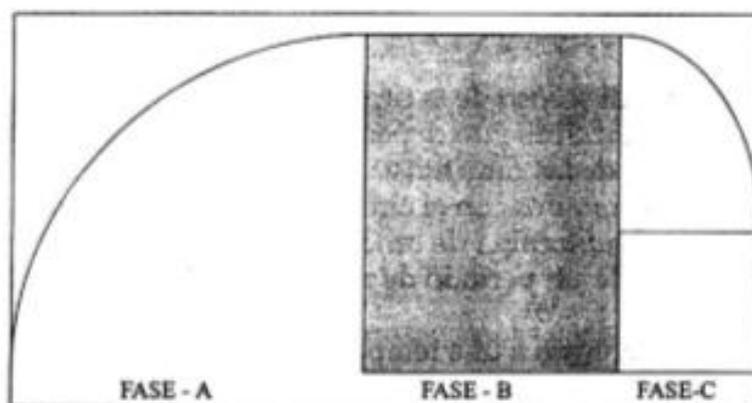


Figura 19. Fases de evolución de la forma adaptadas al modelo clásico de periodización deportiva (Matveiev, 1982)

A. La fase de desarrollo

Es coincidente con el período preparatorio y con las primeras etapas de la vida deportiva de un sujeto. En ellas, normalmente, se da una dinámica creciente en la capacidad de rendimiento. Matveiev (1977) distingue en esta fase dos etapas: la de *creación y desarrollo de los presupuestos de la forma deportiva*, y la *edificación directa de la misma*.

En la primera se trata de potenciar todos los órganos y sistemas que va a necesitar utilizar el deportista a lo largo de su camino hacia los grandes logros deportivos, mientras que en la segunda, el deportista pondrá el acento de su preparación en los aspectos específicos de su disciplina deportiva.

B. La fase de estabilización

Es coincidente con los momentos en que el deportista ha alcanzado su nivel óptimo de forma, bien en la temporada o bien a lo largo de su vida deportiva. En gran medida, la duración de esta fase va a depender de la duración y forma en que se fue desarrollando la fase anterior. Así, una adecuada organización de la fase de desarrollo de la forma nos va a llevar no sólo a un elevado nivel de manifestación de la misma, sino que nos permitirá mantener unos niveles óptimos o próximos a los óptimos durante un mayor tiempo. Bondarchuk (1992) entiende que esta fase se puede mantener, incluso, hasta siete semanas, teniendo que modificar los medios de entrenamiento cada 15 días para conseguir mantenerla durante un período tan largo.

Matveiev (1974; cfr. Bompa, 1983), a partir de los mejores resultados de la temporada anterior, propone los siguientes niveles de forma para los deportes individuales:

1ª zona o zona de altos resultados	100-98%
2ª zona o zona de resultados medios	98-96.5%
3ª zona o zona de bajos resultados	96.5-95%
4ª zona o zona de pérdida de forma	>95%

C. La fase de pérdida de la forma deportiva

Se caracteriza por un descenso de la capacidad de rendimiento del deportista. La reducción en el nivel de rendimiento depende de las actividades realizadas durante el período de transición y de las características del desarrollo individual de cada atleta. Todos los atletas relacionados con el alto rendimiento tienen, después de un período de transición pasiva, una caída de rendimiento de un 3% a un 5% mayor que la que se presenta después de un período de recuperación activa (5-8% por 8-12%).

Cuando hacemos referencia a una temporada, la disminución de la forma es sólo temporal y como consecuencia lógica del proceso de entrenamiento, ya que el organismo precisa de fases de recuperación que le permitan afrontar en un futuro mayores cargas de entrenamiento y, en consecuencia, aumentar la capacidad de rendimiento.

Cuando hacemos referencia a la vida deportiva de un sujeto, las menores manifestaciones de forma que alcanza un deportista no son temporales y lo lógico es pensar en un descenso continuado de la capacidad de rendimiento del mismo. No obstante, a la hora de analizar la evolución de la capacidad de rendimiento de un deportista a lo largo de su vida activa no debemos olvidar que en determinados momentos el sujeto puede presentar períodos de retroceso que nada tienen que ver con el declive de su vida deportiva. Estas etapas pueden estar motivadas por muy diversos factores: mala adaptación al entrenamiento, lesiones, insuficiente entrenamiento, etc.

La forma deportiva de un sujeto, su capacidad de rendimiento, vendrá determinada por el grado en que el deportista desarrolle todos los aspectos que van a incidir en la misma. Esto hace que el entrenamiento sea un concepto multivariable.

Regularmente, la pérdida de rendimiento tiene cinco causas (Kereszty modificado):

- Entrenamiento excesivo.
- Esfuerzo excesivo.
- Deficiencias físicas.
- Factores externos perturbadores.
- Disminución de la carga de entrenamiento.

4.3. SÍNTOMAS QUE CARACTERIZAN EL ESTADO DE FORMA DEPORTIVA

Según Lainer (1980), los principales síntomas que presenta el deportista cuando está en su mejor momento, son los siguientes:

- a) *El deportista es capaz de alcanzar su mejor resultado.*
- b) *El deportista trabaja con un rendimiento muscular elevado.*
- c) *Sus cualidades motoras están al nivel o por encima del nivel que requiere la competición.*
- d) *Resuelve rápidamente las situaciones tácticas.*
- e) *Obtiene una buena evaluación o efectividad en sus ejecuciones técnicas o tácticas.*
- f) *Trabaja prolongadamente con gran economía en sus funciones fisiológicas.*
- g) *Tardan en aparecer los síntomas de fatiga.*
- h) *Puede recuperar rápidamente los potenciales energéticos consumidos en el esfuerzo.*
- i) *Tiene una magnífica coordinación en sus acciones motoras.*
- j) *Concentra su atención en la tarea asignada, llegando a ser capaz de autoevaluarse.*
- k) *Puede superar los obstáculos inesperados que se presentan en la competición.*
- l) *Es capaz de controlar sus estados emocionales.*

5. PRINCIPIOS DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

Una revisión amplia de la bibliografía deportiva nos muestra, según el autor que analicemos, un número diferente de principios básicos a considerar durante el proceso de entrenamiento. Para nuestro trabajo utilizaremos una metodología aportada por Navarro (1994) a la hora de clasificar los *principios del entrenamiento*, pero incluyendo algunos principios más que por su importancia entendemos que se deben considerar dentro de este apartado. Habitualmente se parte de dos grandes bloques que engloban todos los principios:

5.1. *Principios biológicos*, los que afectan a los procesos de adaptación orgánica del deportista.

5.2. *Principios pedagógicos*, los que de alguna manera incluyen la metodología empleada durante el proceso de entrenamiento.

5.1. PRINCIPIOS BIOLÓGICOS

A la hora de analizar los principios biológicos que rigen los procesos de entrenamiento, algunos autores distinguen los que afectan a las adaptaciones iniciales del proceso de entrenamiento, de los que la aseguran o de los que permiten la especialización del deportista.

En nuestro caso incluiremos en este grupo, independientemente de los objetivos, los siguientes principios:

- *Principio de la unidad funcional.*
- *Principio de la multilateralidad.*
- *Principio de la especificidad.*
- *Principio de la sobrecarga.*
- *Principio de la supercompensación.*
- *Principio de la continuidad.*

- *Principio de la progresión.*
- *Principio de los retornos en disminución.*
- *Principio de la recuperación.*
- *Principio de la individualidad.*

Zintl (1991) engloba algunos de estos principios en tres grupos:

- *Los que inician la adaptación.*
- *Los que garantizan la adaptación.*
- *Los que ejercen un control específico de la adaptación.*

5.2. PRINCIPIOS PEDAGÓGICOS

- *Principio de la participación activa y consciente en el entrenamiento deportivo.*
- *Principio de transferencia del entrenamiento.*
- *Principio de la periodización.*
- *Principio de la accesibilidad.*

5.1.1. PRINCIPIO DE LA UNIDAD FUNCIONAL

A la hora de aplicar los distintos métodos de entrenamiento, hay que partir del principio de que el organismo funciona como un todo indisoluble. Recordemos la propiedad funcional de la totalidad que deben cumplir todos los sistemas. Cada uno de los órganos y sistemas están interrelacionados con el otro, hasta el punto que el fallo de cualquiera de ellos hace imposible la continuidad en el entrenamiento.

De aquí que sea necesario en el proceso de entrenamiento prestar atención general a la evolución y desarrollo de las propiedades morfológico-funcionales de los distintos sistemas (circulatorio, respiratorio, endocrino, de alimentación, de movimiento, etc.), partiendo siempre del criterio de que el desarrollo de las cualidades y sistemas no ha de hacerse, por tanto, de forma escalonada, sino de forma simultánea y paralela, con predominio o énfasis sobre una u otra función, uno u otro sistema, de acuerdo con el grado de entrenamiento del sujeto, época del año, preparación y metas que queramos conseguir.

En este sentido hay que tener presente y nunca podemos olvidar que la aplicación de una carga concreta puede estar incidiendo positivamente en una cualidad, pero también puede ocurrir que se esté produciendo el efecto contrario en otra cualidad.

Un ejemplo lo podemos encontrar con el entrenamiento de resistencia. A nadie se le escapa que con el excesivo trabajo de carrera continua de baja intensidad se mejora la resistencia aeróbica, pero también se está actuando negativamente sobre la velocidad máxima del individuo, razón por la cual, siempre se tiene que tener presente las sinergias propias de cada carga a la hora de estructurar su entrenamiento.

5.1.2. PRINCIPIO DE LA MULTILATERALIDAD

Partiendo del principio anterior, tenemos que considerar que la preparación moderna trata de abarcar simultáneamente todos los factores de entrenamiento, puesto que, según algunos autores, está demostrado que con una preparación multifacética, en ocasiones, se consiguen mejores resultados, ya que el deportista domina una mayor cantidad de movimientos, tiene un mayor dominio de sus conductas motrices y, en consecuencia, está en disposición de asimilar las técnicas y los métodos de entrenamiento más complicados partiendo del principio de que los aprendizajes nacen sobre las bases de otros ya adquiridos.

Por el contrario, con una preparación unilateral, siempre específica o que incida sobre un sistema u órgano concreto, mientras se progresa en un sector se puede retroceder en los demás, y la magnitud de pérdida en los otros órganos, sistemas o habilidades aumentan directamente en relación con el tiempo que se está practicando sólo una actividad concreta.

Kohlrausch (cfr. A.Villar, 1981) realizó un estudio en relación con la modificación de las cualidades motrices como consecuencia de entrenamientos de carácter distintos. Con dos grupos de jóvenes, unos entrenaron específicamente para velocidad y el otro grupo para la velocidad, fuerza y resistencia. El resultado al que llegó fue que los entrenados multilateralmente mejoraban en mayor proporción, incluida la velocidad, que aquellos que sólo entrenaban esta cualidad. Con estos datos llegó a la conclusión de que *"el entrenamiento multilateral es una de las condiciones básicas para la formación de un mayor número de conductas motrices"*.

Gerasimov (1973; cfr. C. Alvarez, 1981) encontró que después de 15-32 días de entrenamiento de resistencia tuvo lugar también un aumento de la fuerza en un 20-50%, tras un entrenamiento multilateral. Asimismo observó en otros trabajos, el aumento de la velocidad en un 15-40%. No obstante, no se indica el nivel de rendimiento con el que partían los componentes de la muestra. Pero estos conceptos no son algo universalmente aceptado por todos los autores, o al menos con esa contundencia. Nuestra experiencia personal así lo demuestra. Casi de forma simultánea empezaron su carrera deportiva dos recordwoman de España de atletismo: Mardomingo y Herráez. La primera, desde un principio (9 años) entrena las vallas hasta llegar a conseguir el récord nacional absoluto. La segunda se inicia en varias modalidades (hockey, esgrima, atletismo, etc.), para no especializarse hasta los 15 años, siendo posteriormente recordwoman absoluta en los 3000 mts. de pista cubierta.

Es necesario recordar la diferencia existente entre *entrenamiento multilateral* y *entrenamiento polideportivo*. El desarrollo armónico de todos los órganos y sistemas no implica el aprendizaje de técnicas deportivas muy diferenciadas y en ocasiones de escasa o nula transferencia.

La edad en la que se debe poner un mayor acento sobre este principio también es diferente. Así, en las edades tempranas este principio tiene una mayor relevancia, disminuyendo en la fase en la que el deportista llega al alto rendimiento. Ozolin dice que la especialización es unilateral sólo en su objetivo, mientras que el camino hacia ella consiste en un gran número de medios y ejercicios variados. Hegedus, por

su parte, se decanta por la no especialización, haciendo la siguiente manifestación: "es la especialización un freno o barrera para el logro de altos rendimientos".

En el mundo del entrenamiento se hace necesario distinguir entre **multilateralidad general** y **multilateralidad especial**.

La *multilateralidad general*, según algunos autores, se obtiene y desarrolla cuando la persona practica varias especialidades deportivas.

La *multilateralidad especial* se alcanza cuando la persona practica todas las posibilidades que le ofrece un solo deporte, siendo un ejemplo el caso de un jugador de fútbol que juega en todas las posiciones.

5.1.3. PRINCIPIO DE LA ESPECIFICIDAD

Es uno de los principios básicos del entrenamiento moderno, especialmente entre deportistas ya formados. Fauconier (cfr. A. Villar, 1981) considera que en el deporte se han de ejercitar dos condiciones o cualidades relacionadas con el resultado deportivo. En primer lugar se han de sentar las bases del entrenamiento a través del desarrollo de las cualidades físicas básicas, y por otro lado, han de desarrollarse unas condiciones específicas de acuerdo con las características particulares que encierra cada deporte.

Si comparamos a deportistas de distintas especialidades (por ejemplo un saltador y un jugador), ambos necesitarán gran velocidad, gran potencia del tren inferior que les permita una buena capacidad de salto, buena resistencia, excelente coordinación, etc. Pero el dominio técnico de sus diferentes especialidades ha de conseguirlo cada uno de ellos por caminos distintos y a través de ejercicios puramente específicos. Es decir, en ambos deportes subsistirá la preparación generalizada, pero no hay una transferencia en cuanto a la técnica a realizar. Ambas especialidades deportivas necesitarán de un aprendizaje separado de los movimientos técnicos para poder obtener un resultado concreto.

Es muy corriente encontrarnos con que en la preparación de determinados deportes de asociación, el acondicionamiento físico se hace con métodos solamente atléticos, sin adaptarlos a las peculiaridades de cada especialista. Esto puede ser aceptado como base de la preparación, pero nunca como único modelo de trabajo.

Un ejemplo que demuestra la realidad e importancia de este principio lo podemos encontrar en los trabajos de Brohua, quien realizó un experimento con corredores de fondo y remeros aplicando a ambos un mismo test de esfuerzo. El primero consistió en correr en la cinta rodante a una velocidad de 7 millas/horas (11,200 K/H) durante 5 min. El segundo se llevó a cabo en un canal de remo con una frecuencia de 22 paladas/min. Se controló la frecuencia cardiaca y la acumulación de ácido láctico en sangre, experimentando variaciones de acuerdo con la clase de test realizado y la naturaleza del entrenamiento previo. El remero acumulaba más ácido láctico cuando hacía el test de remo. Por tanto, el entrenamiento físico tiene una rela-

ción específica definida en cuanto a la producción de ácido láctico durante un trabajo muscular submáximo, con lo cual, la aparición de la fatiga es más precoz cuando se realiza un trabajo para el que el sujeto no está especialmente preparado. Al ser la reacción cardiovascular similar, indica que los dos tipos de preparación, aunque específica, elevan la máxima capacidad de trabajo de los deportistas.

El desarrollo de destrezas específicas exige cierta familiaridad con los objetos o móviles que deben ser utilizados en la especialidad que se practica, con el fin de poder llegar a una coordinación de los movimientos del cuerpo que son requeridos, precisamente, para la utilización de dichos objetos. El jugador de fútbol tiene que utilizar el balón para el aprendizaje de sus destrezas específicas al igual que tiene que utilizar las pesas o los balones medicinales si lo que quiere es desarrollar su potencia para el juego, porque como indica Morehouse, *"la práctica de una destreza en el empleo de un objeto no mejora otra destreza distinta que involucre el uso del mismo objeto"*. Por ejemplo, el golpeo de la pelota con el pie mejorará la destreza en el pase o en el tiro a puerta, pero no la capacidad de saltar de cabeza, o la velocidad de reacción, o la fuerza en sí.

Las modificaciones funcionales que se producen en el organismo a través del entrenamiento tienen una duración perfectamente determinada.

Por ejemplo, las modificaciones que tienen lugar en la fibra muscular, en el aflujo de sangre a los músculos, en la formación del gesto deportivo, etc., todo ello tiene un carácter dirigido a metas concretas. En un entrenamiento de velocidad prevalecen en el músculo las reacciones anaeróbicas. En el caso del entrenamiento de la resistencia, destacan las reacciones aeróbicas.

El resultado de la especificidad en el entrenamiento se confirma también por el análisis de las fibras de los órganos motores y las células nerviosas, por la diferencia de los procesos bioquímicos, etc. Por tanto, el estereotipo motor no surge como una simple suma de sus elementos componentes, sino como una consecuencia programada del entrenamiento específico de la fuerza, la velocidad, la agilidad, la resistencia, etc., y significa una modificación cualitativa del proceso motor. El cumplimiento de ejercicios específicos producirá efectos biológicos específicos y adaptaciones al entrenamiento dentro del cuerpo, que serán únicos para la actividad realizada para ese organismo en ese tiempo específico: Entréñese para carrera y será bueno para carrera, entréñese para levantar pesas y será bueno en pesas.

Algunos autores, como Platonov, estiman que la preparación específica sólo se puede desarrollar eficazmente si el organismo ha sido sometido previamente a una preparación general, y eventualmente auxiliar. Una preparación exclusivamente específica conduce a una disminución difícilmente reversible de determinadas reservas funcionales o la perturbación de los esquemas motores. Así, una preparación exclusivamente específica conduce a un debilitamiento de los grupos musculares que no están directamente afectados por los ejercicios.

Un aspecto de la especificidad de las cargas de entrenamiento viene determinado, en su forma y modo de empleo, a la hora de programar la vida deportiva de un sujeto.

Ejemplo de edad de comienzo, especialización y obtención de altos logros deportivos, según Bompa.

Tabla 26. Edad idónea para cada etapa de rendimiento

DEPORTE	EDAD COMIENZO	ESPECIALIZACIÓN	ALTO RENDIM.
ATLETISMO	10-12	13-14	18-23
BALONCESTO	7-8	10-12	20-25
BOXEO	13-14	15-16	20-25
CICLISMO	14-15	16-17	21-24
SALTO TRAMP.	6-7	8-10	18-22
ESGRIMA	7-8	10-12	20-25
PATINAJE FIG.	5-6	8-10	16-20
GIMN.ARTIST. (M)	6-7	12-14	18-24
GIMN.ARTIST. (F)	6-7	10-11	14-18
REMO	12-14	16-18	22-24
FÚTBOL	10-12	11-13	18-24
NATACIÓN	3-7	10-12	16-18
TENIS	6-8	14-15	20-25
HALTEROFILIA	11-13	15-16	21-28
LUCHA	13-14	15-16	24-28

5.1.4. PRINCIPIO DE LA SOBRECARGA

El principio de sobrecarga (también llamado principio del estímulo eficaz de carga o de umbral) no hace referencia a un exceso de trabajo, sino a un esfuerzo selectivo para estimular la respuesta de adaptación deseada sin producir agotamiento o esfuerzo indebido. F. Carlisle (1973; cfr. Alvarez del Villar) dice: "La carga de entrenamiento deberá ser severa y deberá aplicarse con bastante frecuencia e intensidad suficiente para hacer que el cuerpo se adapte de modo máximo a una actividad particular". Sin embargo, Carlisle también advierte que "Los esfuerzos muy sostenidos en entrenamientos o carreras sólo deben hacerse rara vez".

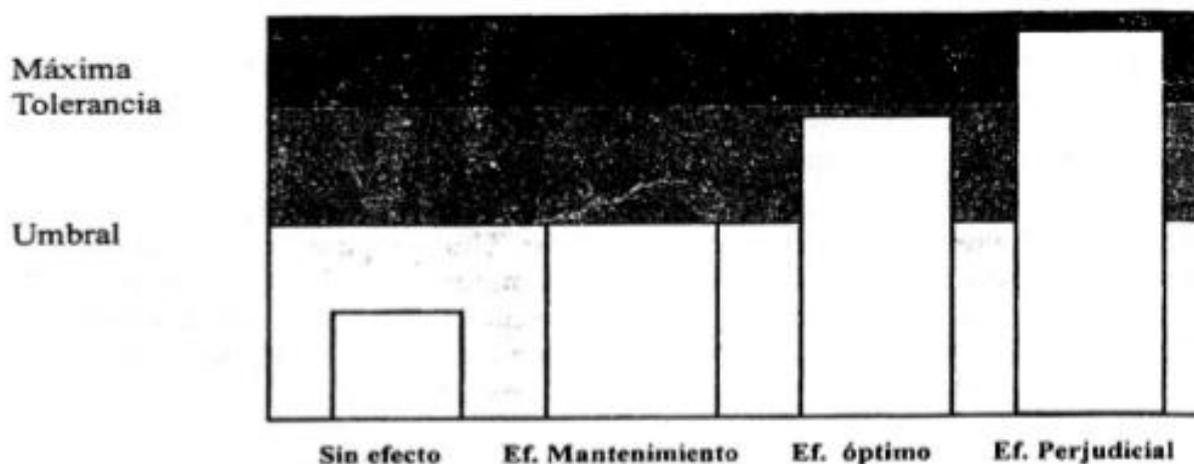


Figura 20. Efectos de las cargas de entrenamiento en relación al umbral de estimulación

Para que se pueda producir un proceso de adaptación, la carga de trabajo utilizada debe superar un umbral de esfuerzo que es de diferente magnitud para cada sujeto. Su base biológica está en la ley de los niveles de estímulos o ley de Schultz-Arnoldt. Cuando se aplican estímulos de baja intensidad, inferiores al umbral de estimulación, no se produce ningún efecto de adaptación, salvo que éste se repita sistemáticamente en muy cortos períodos de tiempo y durante un largo proceso, en cuyo caso se puede producir un efecto acumulativo. Cuando el estímulo supera el umbral de estimulación, se producirán cambios morfológicos y fisiológicos cuando se emplean cargas óptimas, pudiéndose llegar a daños funcionales cuando las cargas son demasiado grandes.

En ocasiones, además del umbral de intensidad para los sistemas endocrinos, se describe lo que se denomina *umbral de duración* (Mishchenko y Monogarov 1995). Este concepto describe que cuanto menor es la intensidad del ejercicio, durante mayor tiempo deberá actuar sobre el organismo para alcanzar su objetivo. De cualquier forma, se necesita un nivel mínimo de intensidad de trabajo por debajo del cual no hay umbral de duración.

Según Burke (cfr. A.Villar-1981), *"las modificaciones funcionales causadas en el organismo mediante el esfuerzo físico sólo permiten mejorar el estado de entrenamiento cuando su intensidad es suficiente para provocar una activación del metabolismo energético o plasmático de la célula, junto con la síntesis de nuevas sustancias"*. Esto también se encuentra en relación directa con el volumen de entrenamiento, si bien hay que considerar que en los primeros años de entrenamiento el volumen aumenta progresivamente influyendo en el rendimiento, pero a medida que el deportista mejora su nivel, la importancia del volumen va disminuyendo y toma el primer lugar el factor intensidad.

Las adaptaciones beneficiosas de la actividad humana sólo se producen cuando responden a tensiones aplicadas a niveles superiores al umbral, dentro de los límites de la tolerancia... Los niveles bajos de tensión, a los cuales se ha adaptado el organismo, no son suficientes para producir una adaptación al entrenamiento... La naturaleza del ejercicio varía con el estado inmediato de entrenamiento y con otras características individuales (Burke).

Este autor da unos ejemplos prácticos en los que señala que según el tipo de cualidad que queramos desarrollar, habrá que utilizar una intensidad o un volumen distinto. Así la fuerza será difícil mejorarla en sujetos de cierto nivel de rendimiento, si utilizamos una carga muy liviana, o la resistencia no mejorará si practicamos un número de repeticiones muy pequeño. Dice que cualquier ejercicio que pueda ser repetido un número de veces superior a doce, supone una resistencia tan baja que difícilmente entrenará la fuerza. Por el contrario, un levantador podrá entrenar con efectividad su fuerza utilizando una resistencia tan grande que sólo le permita realizar una repetición tras el descanso, realizar otra y así sucesivamente.

5.1.5. PRINCIPIO DE LA SUPERCOMPENSACIÓN

Ya con anterioridad se explicó lo que era la supercompensación, por lo que consideramos innecesario extendernos excesivamente sobre este tema. Con la aplica-

ción de estímulos de entrenamiento, se producen alteraciones estructurales, tanto somáticas como funcionales, que tras el correspondiente período de recuperación vuelven a los niveles anteriores de rendimiento e incluso los mejora.

El objetivo del entrenador es, por lo tanto, el de llegar a alcanzar los máximos niveles de supercompensación posibles.

Sin embargo, las diferentes curvas representativas de la supercompensación se delinean, a veces, de la manera más caprichosa. Esto puede obedecer a dos razones fundamentales:

- Falta de dominio de cómo debe estructurarse el proceso de entrenamiento.
- Razones derivadas de la planificación.

Dichas modificaciones se producen de acuerdo a un orden temporal; esto hay que tenerlo muy en cuenta en relación a la supercompensación. La supercompensación del rendimiento se produce, en cierta medida, de manera retardada (después de cierto tiempo). El retardo será, sin embargo, diferente para cada cualidad condicional, y su vez, dependiente del grado de intensidad de carga a que sea sometido el deportista.

Esfuerzos máximos de más de dos horas de duración pueden llevar casi al vaciamiento de las reservas de glucógeno hepático y muscular. Con una alimentación de tipo estándar la regeneración a los valores normales del glucógeno vuelve entre los 5 y 6 días. En el caso de una alimentación específica, rica en H. de C., se vuelve a los valores normales a las 72-96 horas después de haber finalizado el esfuerzo. En el caso de los esfuerzos violentos de tipo anaeróbico láctico, la compensación se produce aproximadamente a las 48 horas. Se puede obtener determinada supercompensación en eventos de velocidad ya a las 24 horas (entrenamiento de velocidad, sin producción mayor de fatiga). El entrenamiento para la resistencia aeróbica necesitará 48 horas, mientras que las duras exigencias para el desarrollo de la resistencia anaeróbica láctica será como mínimo de 72 horas.

Teniendo en cuenta estos valores, y sin olvidar las características individuales de cada atleta, el entrenador estudiará cómo debe estructurar los acentos de trabajo semanal.

En líneas anteriores habíamos destacado que el incremento del rendimiento, la supercompensación, obedecía a variadas diferenciaciones cualitativas y cuantitativas en el orden psico-biofuncional. Obviamente, las modificaciones se producen sobre todo el organismo de manera integral, pero en el caso presente, pretendemos destacar dos de ellas: *los valores neuromusculares y los energéticos.*

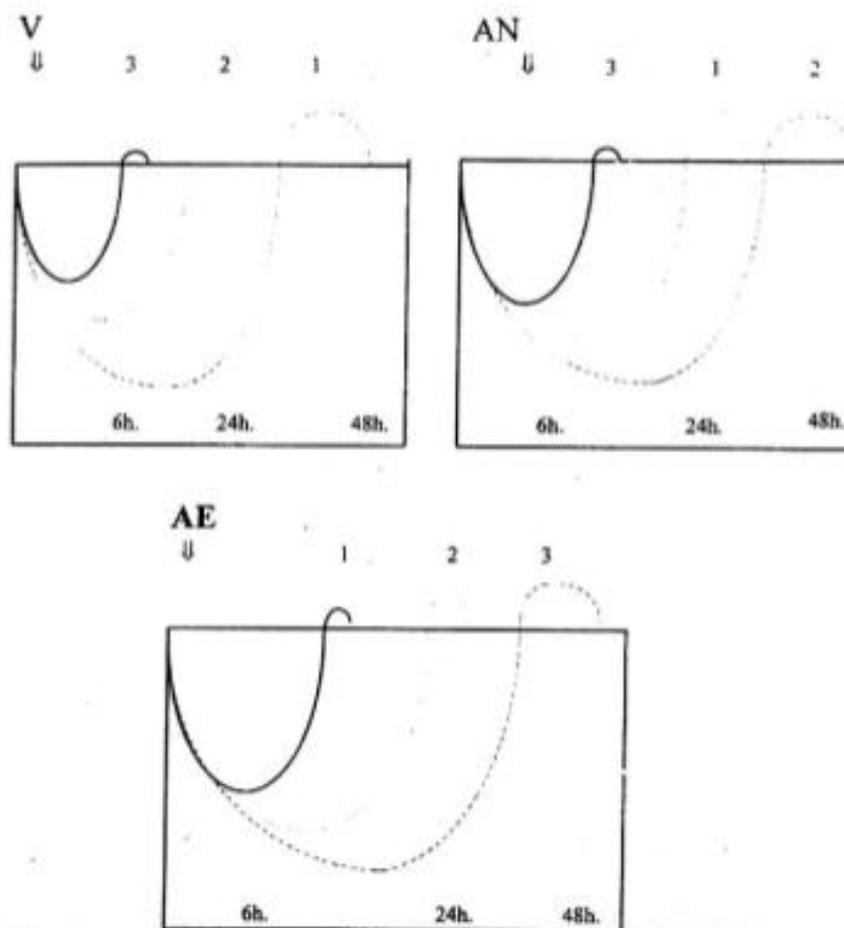


Figura 21. Modificaciones de la capacidad de rendimiento en cada una de las capacidades condicionales, en función del tipo de estímulo: V-velocidad; AN-anaeróbico; A-aeróbico. (1) Velocidad; (2) Anaeróbico; (3) Aeróbico (Platonov-1988).

a) Los valores neuromusculares y la supercompensación:

Aquí se considera la buena relación y ensamblaje entre el SN y el muscular. Lógicamente estará orientado principalmente a las cualidades de velocidad, coordinación y fuerza. Estas tres cualidades se encuentran estrechamente entrelazadas entre sí. Por ello se puede afirmar que a través del proceso de entrenamiento se va mejorando la estructura del movimiento, con una eficaz actividad selectiva de los analizadores y con exclusión de acciones intra e intermusculares innecesarias. Tendremos que tener en cuenta, además, que la entrada en actividad de las fibras musculares se produce como reacción ante el estímulo recibido y ello de acuerdo a la ley del todo o nada. La reacción potencial activa de las fibras musculares se produce en el mismo nivel que el estímulo. Sin embargo, a medida que transcurre el proceso de entrenamiento los umbrales de excitación irán cambiando: después de algunas semanas de entrenamiento una misma unidad de trabajo estimulará menor cantidad de fibras musculares que antes.

Por esta causa, si se sigue trabajando con las mismas magnitudes de entrenamiento, ya no existirá más supercompensación; será necesario incrementar la carga de trabajo.

Teniendo en cuenta los valores neuromusculares, la supercompensación se produce primero a nivel funcional y luego en el somático. En otras palabras: primero se incrementa la fuerza y/o la velocidad, y luego, la hipertrofia como valor supercompensatorio se produce por las siguientes causas:

- Aumento de la cantidad de proteínas contráctiles.
- Incremento de apertura de capilares por sección muscular.
- Aumento de los tejidos conectivos.
- Incremento de reservas energéticas.
- Posible aumento del número de miofibrillas.

b) Aspectos energéticos:

En realidad los diferentes valores relacionados con el incremento del rendimiento y valores neuromusculares están íntimamente relacionados con los energéticos. Muy especialmente esto se observa en la cualidad de la resistencia.

5.1.6. PRINCIPIO DE LA CONTINUIDAD

Este principio viene ligado al de periodización. Debe haber continuidad de una carga con respecto al tiempo, tanto para el acondicionamiento general como específico, significando que:

- El proceso de entrenamiento debe planificarse sobre la base de todo un año que se aduce a un desarrollo de muchos años o un plan de especialización.
- Cada unidad de entrenamiento exige también que se observe el progreso de la carga, lo mismo que los intervalos de recuperación cuya finalidad es asegurar un concomitante incremento de las aptitudes atléticas.

Cuando se habla de dinámica de los esfuerzos de entrenamiento, sabemos que la inactividad debe reducirse al mínimo que es capaz de soportar el organismo, y a ser posible, procurar que el descanso se haga de forma activa.

Es evidente que un ejercicio aislado, o un entrenamiento muy distante de otro, no producirá ningún efecto positivo en el proceso de adaptación del entrenamiento, ya que no será posible la supercompensación por haberse perdido los efectos del primer entrenamiento.

Para el desarrollo de las cualidades motrices, es necesaria una preparación continuada. La experiencia y la fisiología del ejercicio han demostrado que todo esfuerzo que se interrumpe por un período prolongado, o es realizado sin continuidad, ni crea hábito ni entrena. Es decir, no se produce una mejora funcional al no haber adaptación. Así lo consideran la mayoría de los autores.

Esto no quiere decir que el deportista no debe descansar. Esta fase del entrenamiento tiene tanta importancia como el trabajo realizado en sí, lo que sucede es que, según señalan los autores mencionados y muchos otros fisiólogos del esfuerzo, cuando un trabajo o esfuerzo se repite, pero han desaparecido los efectos del anterior, no existe desarrollo funcional.

Cuando el esfuerzo se repite sin que el deportista haya descansado del anterior, el nivel funcional desciende. La fase de resistencia del S.G.A. no ha podido cumplirse.

Por último, cuando los descansos son los adecuados, el organismo asimila la actividad realizada, entra en fase de supercompensación y la capacidad funcional del organismo aumenta.

Según Verchoshanski, el entrenamiento de fuerza interrumpido durante un período de dos meses dio por resultado una caída del 5 al 6% de la fuerza de los extensores, y del 15 al 20% en los flexores de esquiadores experimentados de fondo.

Con un esquema de entrenamiento que coloque el énfasis sobre facetas particulares, es aconsejable trabajar sobre otros factores de rendimiento que no sean de importancia central, y operar con cargas que por lo menos preservan la tolerancia a la carga específica. Los ritmos de pérdida de las diferentes capacidades condicionales, capacidades coordinativas y habilidades son distintos. Puede observarse una pérdida rápida y sustancial de rendimiento en las capacidades de resistencia y fuerza-resistencia. La fuerza máxima, la fuerza rápida, y las capacidades de velocidad demuestran ser más estables, aunque por falta de entrenamiento no puede evitarse la pérdida de rendimiento. Esto también es aplicable a la coordinación, a las habilidades y a las capacidades técnicas y tácticas, como consecuencia de la relación estructural de toda la capacidad de rendimiento deportivo.

Naturalmente, en los deportistas entrenados durante años, la estabilidad de la capacidad de rendimiento es mayor que en los debutantes. De la misma manera, los muy entrenados tienden a recuperar con relativa rapidez la pérdida de rendimiento. En ocasiones la interrupción duradera del entrenamiento o una fuerte reducción de los medios especiales de trabajo pueden tener efectos positivos, puesto que la carga siguiente adquiere cierto "*carácter de novedad*" (Harre, 1987).

Las reglas a tener en cuenta son:

- Evitar, en la medida de lo posible, toda interrupción del entrenamiento.
- Asegurar la continuidad del desarrollo complejo de todos los factores de rendimiento.
- En caso de lesión, deben evitarse interrupciones completas del entrenamiento.
- Asegurar las fases de recuperación para evitar la tensión excesiva que luego podría obligarnos a restricciones en el entrenamiento.

5.1.6.1. Efecto de la reducción de entrenamiento sobre la capacidad de rendimiento

El efecto que puede tener la reducción del entrenamiento sobre los niveles de forma de un deportista es un tema muy controvertido y aún no ampliamente analizado.

Un problema de estas características presenta numerosas vertientes. En ocasiones la reducción del entrenamiento viene producida por causas ajenas a la voluntad del deportista (lesiones, enfermedades, etc.); pero, otras veces, esta reducción forma parte del proceso de entrenamiento, especialmente cuando el deportista se aproxima a las principales competiciones. En el primer caso, el deportista y su entrenador se ven inmersos en la duda sobre si deben abandonar el trabajo planificado o, por el contrario, intentar mantenerlo en la medida de las posibilidades, con el objetivo de evitar una pérdida significativa de lo hasta ese momento logrado.

La respuesta a este dilema pasa por las *características condicionales* que predominan en la modalidad deportiva que queremos analizar, por el comportamiento de los diferentes *parámetros morfológicos o biológicos* en los que se sustente, por las *variables del entrenamiento* (duración del entrenamiento, frecuencia, intensidad y duración del período de reducción) que hayan sido alteradas, y por el *nivel del deportista*.

a) Respuestas fisiológicas a la reducción del entrenamiento.

La importancia de este punto y el poco tratamiento que se le suele dar en trabajos como el que nos ocupa, nos inclina a profundizar algo más sobre el mismo. En los últimos años se han venido realizando diversos estudios de los que destacamos los siguientes.

Con la interrupción del entrenamiento, Hollmann y Hettinger (1980) observaron que sujetos bien entrenados disminuían su VO_2 máx. en un 21% después de permanecer 9 días en cama. Coyle y col. (1983) encontraron disminuciones del 7% en este parámetro. Asimismo, disminuyó el volumen del corazón (10%), aumentó la FC, el volumen respiratorio y el nivel de lactato para cargas estándar.

En no entrenados, reducciones de una a dos terceras partes en la duración y/o frecuencia, no alteran el VO_2 máx. después de 15 semanas (Bryntesson y col.-1973; Hickson y col.-1981; Hickson-1982; Neuffer-1989; cfrs. Houmard, 1991). Si por el contrario, esa reducción se la hacemos respecto a la intensidad del entrenamiento, aparecerá una disminución en el VO_2 máx. y en las características de esfuerzos realizados a intensidades submáximas (Hickson y col., 1985). Este mismo autor afirma que para mantener las adaptaciones fisiológicas alcanzadas con un entrenamiento de resistencia, reducciones de una a dos terceras partes en la duración y/o frecuencia de la carga, deben ir acompañadas de intensidades de entrenamiento entre un 70% o más de la carga normal de trabajo.

Van Handel y col. (1988) comprobaron en 9 nadadores de élite, que después de 60 días de entrenamiento (10-12 km/día durante 7 días/semana), el VO_2 máx.

aumentó desde 61.5 a 65.4 ml/kg/mn. Tras 20 días de reducción progresiva del entrenamiento (frecuencia y volumen) hasta 2-3 k/d manteniendo intensidades iguales o superiores (incremento del trabajo fraccionado), el VO_2 máx. no se alteró (66.6 ml/kg/mn), aunque la FC máxima disminuyó 5 latidos/minuto. El tiempo en que eran capaces de cubrir los 400 metros de nado tampoco sufrió alteraciones importantes.

Neufer y col. (1987) estudiaron el impacto de una reducción del entrenamiento (volumen y frecuencia) de 28 días sobre el VO_2 máx. de dos grupos de nadadores altamente entrenados (5 meses con un promedio de 8259 mtrs/día, 6 días/semana). Después del período de entrenamiento, se organizaron dos grupos. El primero disminuyó la frecuencia a 3 d/s (50%) y ≈ 2759 mtrs/día ($\approx 80\%$), pero manteniendo la intensidad de las cargas de trabajo constante. En el segundo grupo los nadadores sólo entrenaban un día/semana (85%) y ≈ 2759 mtrs/día ($\approx 95\%$), pero con intensidad constante. Como resultado de la reducción de entrenamiento, el primer grupo pudo mantener los niveles de VO_2 máx. durante los 28 días siguientes, mientras que los nadadores del segundo grupo a las cuatro semanas regresaron a los niveles iniciales que tenían cuando empezaron los 5 meses de entrenamiento. Los componentes de los dos grupos, también, fueron sometidos a una prueba de 200 yardas al 90% de su mejor marca, observándose que los mayores cambios (incrementos) se producen entre los nadadores que más disminuyeron el entrenamiento, aunque las modificaciones no empezaron a ser significativas hasta los 7-14 días de disminuir el entrenamiento.

La potencia de los nadadores tampoco sufrió alteraciones cuando fue medida en seco, pero en el agua las pérdidas fueron importantes (7% a los 7 días y 14% a los 28 días), lo que lleva al autor a sugerir que los nadadores pierden su "sensibilidad sobre el agua" (capacidad de diferenciación).

Houmard y col. (1989) estudiaron el VO_2 máx. en colegiales que practicaban el cross que entrenaban normalmente ≈ 110 km/sem. (7 días/semana), y que fueron sometidos a una reducción de entrenamiento de 10 días, en las que la frecuencia disminuyó un 50%, el volumen entre un 70-80%/semana, y la intensidad de trabajo fue de aproximadamente el 70% del VO_2 máx., observando que no se producían alteraciones en la frecuencia cardiaca máxima y el VO_2 máx. (66.8 vs 66.0). Tampoco observaron alteraciones en la economía de carrera, frecuencia cardiaca submáxima y niveles de lactato plasmático tras el ejercicio, tras una prueba en tapiz a velocidades de 265 y 298 mtrs/min., aunque la frecuencia cardiaca para cada velocidad se incrementó en ≈ 10 latidos/minuto al realizar una carrera de 1600 mtrs. a una velocidad de 265 mtrs./minuto.

También Houmard y col. (1990) estudiaron 10 corredores de resistencia altamente entrenados, los cuales fueron sometidos a una reducción del entrenamiento durante 21 días (70% del volumen y 17% de la frecuencia) pero en los que se mantenía una intensidad de $\geq 70\%$ del VO_2 máx. y con un trabajo de $\approx 28\%$ /semanal realizado en forma de trabajo interválico intensivo. El VO_2 máx. no se vio alterado (61.8 vs 60.9), pero la frecuencia cardiaca máxima aumentó 4 latidos/minuto. También se encontraron mejoras en la economía de carrera después de 14-21 días, y en el tiempo en que se llegaba al agotamiento (9.5%).

Costill (1985) tampoco encuentra diferencias en el balance ácido-base o en la frecuencia cardíaca durante el esfuerzo que realizan nadadores sobre una distancia de 200 yardas que fueron sometidos a una reducción del entrenamiento ($\approx 15\%$ en la frecuencia y $\approx 70\%$ del volumen semanal). También encontraron ganancias en la potencia medida tanto en seco (17.7%) como en agua (24.6%), y en el tiempo de nado (3.1%).

Hakkimen y Komi (1985) observaron una importante reducción en la actividad EMG integrada de una contracción isométrica máxima después de cuatro semanas de haber cesado el entrenamiento.

Hortobagyi y col. (1993) estudiaron el efecto de la parada de entrenamiento durante 14 días, sobre la fuerza en sujetos altamente entrenados en esta cualidad. No encontraron diferencias significativas en press de banca (-1.7%), sentadilla (-0.9%), fuerza isométrica (-7%), fuerza isocinética de extensión de piernas (-2.3%) y salto vertical (1.2%). Sólo al analizar la fuerza excéntrica de extensores (-12%) y en la respuesta EMG del vasto lateral en acciones isométricas, concéntricas o excéntricas, mostraron disminuciones significativas después del período en que se paró el entrenamiento. El porcentaje de fibras y la superficie de ST, tampoco mostraron diferencias, pero en el caso de las FT, la superficie decreció un 6.4% ($p < 0.05$). Los niveles plasmáticos de GH (58.3%), testosterona (19.2%) e índice testosterona/cortisol (67.6%), aumentaron, mientras que el cortisol disminuyó un 21.5%.

Yamamoto y col. (1988) estudiaron diferentes parámetros en diferentes niveles de nadadores que habían reducido su entrenamiento de forma progresiva durante 45 días (de 10000 mtrs/día a 2000 mtrs/día). La concentración de hemoglobina y el valor hematocrito se elevaron a los 26 días de reducción de carga en el caso de los colegiales de categoría nacional, y a los 7 días en el caso de los preuniversitarios de categoría nacional. Estos datos coinciden con los aportados por Rushall y Busch (1980) y Burke (1981). Estas modificaciones facilitarán el transporte de O_2 a los tejidos, con lo que incidirá de forma indirecta y favorable en la capacidad de resistencia.

Sheply y col. (1990) encontraron una mejora del 27% en el tiempo de agotamiento producida en una carrera en tapiz a la velocidad de marca en 1500 mtrs., después de 6 días de reducción del entrenamiento en los que se entrenó con alta intensidad. Cuando la reducción de entrenamiento se acompaña con trabajo de baja intensidad, la mejora es de un 6%. En ambos casos se lograron mejoras de $\approx 10\%$, por lo que se podría pensar en lo importante que esta capacidad puede ser para el resultado final.

McConell y col. (1993) estudiaron 10 sujetos bien entrenados en resistencia (33.12 en 10k. y VO_2 máx. de 63.4) que durante 4 semanas disminuyeron su entrenamiento de forma importante (66% el volumen, 50% la frecuencia, la intensidad siempre fue $< 70\%$ VO_2 máx.), encontrando resultados similares de los otros autores (tabla 22):

Tabla 27. Variación de diferentes parámetros funcionales con el desentrenamiento

PARÁMETRO	ANTES	2 SEM. RED.ENTR.	4 SEM. RED.ENTR.
VO ₂ MÁX. (L/M)	4.49 (0.17)		4.50 (0.20)
VO ₂ MÁX. (ml/k/m)	63.50 (1..15)		62.87 (1.35)
TIEMPO DE ESTENUACIÓN	363 (19)		369 (22)
VO ₂ (l/m) (65%)	2.98	2.92	2.93
VO ₂ (l/m) (85%)	3.73	3.72	3.71
VO ₂ (l/m) (95%)	4.18	4.17	4.16

Fuente: McConell-1993 (adaptada).

5.1.7. PRINCIPIO DE LA PROGRESIÓN

El principio de progresión o de gradualidad, Harre (1990) lo define como de la elevación de las exigencias de carga. Recordemos que sólo se producirá adaptación si el estímulo de entrenamiento es lo suficientemente fuerte en cuanto a su carga. Una vez que un determinado estímulo es aplicado un número suficiente de veces, el organismo se adapta a él y hace necesario modificarlo y/o incrementarlo si queremos que se continúe cumpliendo el objetivo básico del entrenamiento: la mejora progresiva de las posibilidades de rendimiento.

Este aumento de la carga debe hacerse de forma gradual, siempre adaptándose al nuevo estado en que se encuentra el deportista. La progresión de la carga de entrenamiento debe de ajustarse a las mejoras que progresivamente se van alcanzando en la capacidad de rendimiento.

Existen diferentes métodos de sobrecarga:

– *Aumentar el volumen*, o sea, aumentar la cantidad total de trabajo:

- Aumentando la duración de las sesiones cumplidas.
- Aumentando la cantidad de sesiones cumplidas.

– *Aumentar la intensidad*, o sea, aumentar el promedio en que se realiza el trabajo mediante:

- Utilización de un mayor % de habilidad máxima.
- Disminución de la cantidad de recuperación dentro de las sesiones y/o entre las sesiones.

Navarro (1993) distingue dos formas de incremento de la carga: *monotónica* y *no-monotónica*.

El término *monotónico* proviene de las matemáticas y significa aumento continuo sin disminuciones. En el mundo del deporte este aumento continuo no siempre es de la misma magnitud en el tiempo.

La carga debe modificarse en forma de olas ascendentes. Las olas deben ajustarse a los cambios característicos de los procesos de carga y recuperación, creando mediante continuas repeticiones una estructura cíclica.

Esto puede tener lugar en:

- Pequeñas olas entre dos unidades de entrenamiento.
- Olas medias entre o durante varias semanas.
- Largas olas entre períodos o etapas del año.

Ozolín sugiere la siguiente relación de incrementos en las cualidades condicionales: la flexibilidad mejora de día en día, la fuerza de semana en semana, la velocidad de mes en mes y la resistencia de año en año.

El incremento de carga *no-monotónica* es justo lo contrario, presentando dos variantes: ondulatoria y de choque.

La mayor o menor duración de la forma deportiva de un atleta, en suma, de su vida deportiva, va a depender de la capacidad, que sólo podrá adquirirse si durante el proceso de entrenamiento hay un crecimiento paulatino del esfuerzo.

Si no se sigue una progresión coherente, no obtendremos beneficio alguno y la vida deportiva del atleta se verá hipotecada. El deportista se estancará, ya que la progresión exagerada de los períodos de recuperación o la debilidad de los esfuerzos a que es sometido hará que pasado un período determinado de tiempo no consigamos ninguna mejora de las capacidades del entrenado.

Al deportista hay que prepararlo para el esfuerzo máximo que es la competición. En ella las exigencias de los recursos del organismo son máximas.

Si el deportista no está acostumbrado a ese esfuerzo progresivo que se persigue con el entrenamiento, una vez llegue la exigencia de la competición el deportista será incapaz de responder debidamente ante ella. En muchos deportes podemos observar el estancamiento progresivo de jugadores que de jóvenes apuntaban a grandes cualidades.

Sabemos que a medida que aumenta la capacidad funcional del deportista, en la misma medida deben también aumentar los esfuerzos. Como ejemplo, veamos en la tabla 28 la dinámica de las cargas de entrenamiento en los lanzadores soviéticos (martillo) durante dos ciclos olímpicos.

Este principio exige que el entrenador planifique continuamente exigencias nuevas y superiores para el deportista, e impone que el deportista las asuma y las domine.

Tabla 28. Dinámica de las cargas de entrenamiento en los lanzadores de martillo soviéticos

CICLOS OLÍMPICOS	1973	1976	1979
NUMERO COMPETICIONES	220	280	320
NUME. LANZ. CON MARTILLO	2400	4023	11720
CON PESO STANDAR	-	1187	4000
CON PESO MAS LIGERO	-	823	1700
CON PESO MAS PESADO	-	1321	1000
LANZAM. OTROS ARTEFACTOS	2500	3916	5000
TONELAJE TRAB. PESAS.	522	888	1300

Fuente: P. Tschiene

La condición de un deportista sólo se mejora cuando las cargas están por encima del promedio al que está habituado, debiendo movilizar el potencial de reserva para alcanzar los objetivos que se pretenden con el entrenamiento. Las exigencias que se mantienen constantes tienden a convertirse en estímulos no eficaces a medida que el tiempo transcurre, y de esta forma pierden su efecto de mejora del rendimiento.

Las consideraciones para aumentar las exigencias deben partir del supuesto de que todos los factores de carga están afectados de forma simultánea.

El problema metodológico consiste en saber en qué proporción tiene que elevarse la carga, en las etapas del entrenamiento de los adolescentes y en el entrenamiento avanzado, y qué factores de la carga han de recalcarse en cada período del proceso de entrenamiento.

Cuando el entrenamiento se centra en las capacidades técnicas y tácticas, la carga se aumenta adicionalmente con exigencias superiores sobre la coordinación de movimientos, mediante la transición sistemática a elementos de entrenamiento más complicados, y con exigencias superiores sobre la concentración cuando se realiza entrenamiento técnico (aumentando de esta manera los valores pico y de estabilidad en la calidad de ejecución de los movimientos). Las exigencias deben también elevarse aumentando la cantidad de competencias u organizando competiciones más complicadas contra oponentes más fuertes. Esto último es de especial importancia, ya que los deportistas están sujetos a una tensión mental, particularmente en la competición real, y así mejoran la necesaria tolerancia a la carga psicológica.

Hay numerosos y complejos modos de aumentar las exigencias o de cambiarlas para que produzcan constantemente efectos de entrenamiento. Esencialmente son cambios de tres dimensiones: factores de carga, procesos de carga y estructura de carga. Además, hay cambios variables de condiciones externas, como implementos del entrenamiento, ubicación del entrenamiento, etc.

Cuotas de aumento

Es muy difícil formular afirmaciones generales válidas al respecto de las cuotas de aumento de las exigencias de la carga. No es posible expresar las diversas exigencias y los diferentes procesos para aumentar o comparar dichas exigencias en una unidad común de medida.

Se demostró que las leves cuotas de aumento no conducen a una mejora sustancial del rendimiento. A fin de lograr progresos en el rendimiento, las exigencias tienen que aumentarse y cambiarse correctamente de modo sistemático, tanto en ciclos de entrenamiento extensos como más pequeños. Se necesitan esfuerzos sustanciales para satisfacer estas exigencias. Sólo con semejante organización se desarrolla la capacidad de rendimiento.

5.1.8. PRINCIPIO DE LA INDIVIDUALIDAD

Este principio está determinado por las características morfológicas y funcionales de los deportistas. Cada sujeto es un todo, con características completamente distintas, desde el punto de vista antropométrico, desde el punto de vista funcional, motor, psicológico, de adaptación, etc... Ello explica el hecho de las diferentes reacciones del sistema motor y de otros órganos a las mismas cargas de entrenamiento, no sólo de los diferentes deportistas, sino, incluso, del mismo deportista en diferentes períodos de tiempo. La capacidad de reacción del organismo es distinta en cada atleta, independientemente de los estados de forma, las modificaciones del gesto deportivo, y las transformaciones normales, por ejemplo, durante el proceso de entrenamiento y que ejercen una influencia distinta en cada deportista.

Por todo lo expuesto hemos de considerar que si la eficacia funcional en cada sujeto es distinta, así como la neurodinámica cerebral, el régimen de reposos y de trabajo, etc..., la aplicación de los esfuerzos en el entrenamiento requiere una estricta individualización de los medios a emplear. Esta individualización no puede basarse sólo en los datos subjetivos y observaciones; para que sea suficientemente concreta y proporcione una ayuda práctica al entrenador, cuyos datos, en la mayoría de los casos, proceden de la simple observación.

Según Ulmeanu, *"para la obtención de resultados positivos, una condición fundamental es la dosificación individualizada del esfuerzo sobre la base de los exámenes de reactividad cerebral y la atenta vigilancia del comportamiento del organismo"*.

Para Nemessuri, *"el hecho de las diferentes reacciones del sistema motor y de otros órganos a distintas cargas, no sólo de distintos deportistas sino incluso del mismo, en diferentes períodos de tiempo, nos obliga a admitir que las modificaciones del gesto y del resultado deportivo y las transformaciones hormonales, endocrinas, etc..., durante el proceso de entrenamiento, ejercen una influencia importante en la capacidad de reacción al esfuerzo del organismo de cada individuo"*.

La masificación del entrenamiento se debe dar únicamente en los aspectos generales, luego de lo cual debe respetarse el concepto de la individualidad en todos los aspectos de la personalidad humana.

El principio de la individualidad se ha hecho muy evidente en la actualidad con los grandes adelantos en el campo de la medicina. Los trasplantes de órganos entre los seres humanos han podido dar la solución a muchos problemas patológicos, pero debido al principio de la individualidad han sido muy elevados los llamados

"rechazos" que han existido en este campo. Esto incluso ha estimulado a la medicina a reconsiderar seriamente dicho problema.

No hay un plan o programa de entrenamiento adaptable a todos. Cada programa debe adecuarse a las costumbres, los gustos, las necesidades, aptitudes y metas de quien particularmente lo utiliza, a fin de obtener los máximos beneficios.

Seguir ciegamente cualquier programa escrito es una imprudencia, pues el entrenamiento deberá ser cortado a medida para que se adecúe al individuo. Los entrenadores y sus creaciones documentadas deberán ser flexibles a fin de tener en cuenta la situación personal del individuo.

La validez de este principio (individualidad) queda reflejada en el trabajo que realizamos sobre el comportamiento de la fuerza máxima isométrica (García Manso, 1994). En este trabajo se compara la pérdida de rendimiento que se produce a lo largo de una prueba de 20 contracciones máximas isométricas de 3" de duración, las cuales se realizaban tras 1' de recuperación. Los sujetos utilizados se caracterizaban por un bajo o un elevado nivel de rendimiento en diferentes cualidades condicionales (fuerza máxima, fuerza velocidad, resistencia aeróbica y resistencia anaeróbica), por un bajo o alto nivel en determinadas características morfológicas (masa magra o % graso), o por las diferencias sexuales.

Tabla 29. Correlaciones existentes entre el comportamiento de la fuerza máxima isométrica y los factores abajo reseñados

GRUPOS	CORRELACIÓN
HOMBRES vs MUJERES	0.10
FUERZA MÁXIMA# vs FUERZA MÁXIMAØ	0.25
FUERZA VFLOCID.# vs FUERZA VELOC.Ø	0.38
RESIST. AERÓBICA# vs RESIST. AERÓBICAØ	0.10
RESIST. ANAERÓB.# vs RESIST. ANAERÓB.Ø	0.49
MASA MAGRA# vs MASA MAGRAØ	0.14
% GRASA # vs %GRASA Ø	0.78

Fuente: García Manso (1994). # mayor; Ø menor

En la praxis dos son los errores que cometen los entrenadores con gran frecuencia:

- Aplicar un modelo estándar de trabajo para todos los componentes de su grupo de atletas, aunque éstos sean de distancia afín. Normalmente éste es creado con vistas a la educación del líder o mejor atleta del grupo, con lo que los riesgos son aún mayores entre los menos cualificados.
- Copiar modelos que han dado resultados con los grandes campeones, sin tener en cuenta que sus atletas no tienen sus condiciones, o en el mejor de los casos, no han alcanzado ese nivel de rendimiento.

Algunos de los factores que provocan la respuesta individual a las cargas de trabajo los podemos resumir de la siguiente forma:

Tabla 30. Factores que afectan a la respuesta individual a la carga de entrenamiento

<i>Herencia</i>	<i>Maduración</i>	<i>Nutrición</i>
<i>Descanso y sueño</i>	<i>Nivel de condición</i>	<i>Motivación</i>
<i>Ambiente</i>	<i>Salud</i>	<i>Sexo</i>

5.1.9. PRINCIPIO DE LOS RETORNOS EN DISIMINUCIÓN

Este principio nos muestra la realidad de cómo se viene desarrollando la capacidad de rendimiento de un deportista a lo largo de un proceso de trabajo de media o larga duración.

En cualquier modalidad deportiva, el progreso es muy veloz y patente al comienzo de la vida deportiva de una persona, disminuyendo posteriormente la velocidad de mejora de rendimiento.

Para ver de forma gráfica este principio vamos a analizar la evolución deportiva de uno de los mejores atletas españoles en el medio fondo. Abascal consiguió mejorar un 14% respecto a su primera temporada, consiguiendo el 77.25% de la mejora en las cuatro primeras temporadas. Veamos el ejemplo práctico de J.M. Abascal:

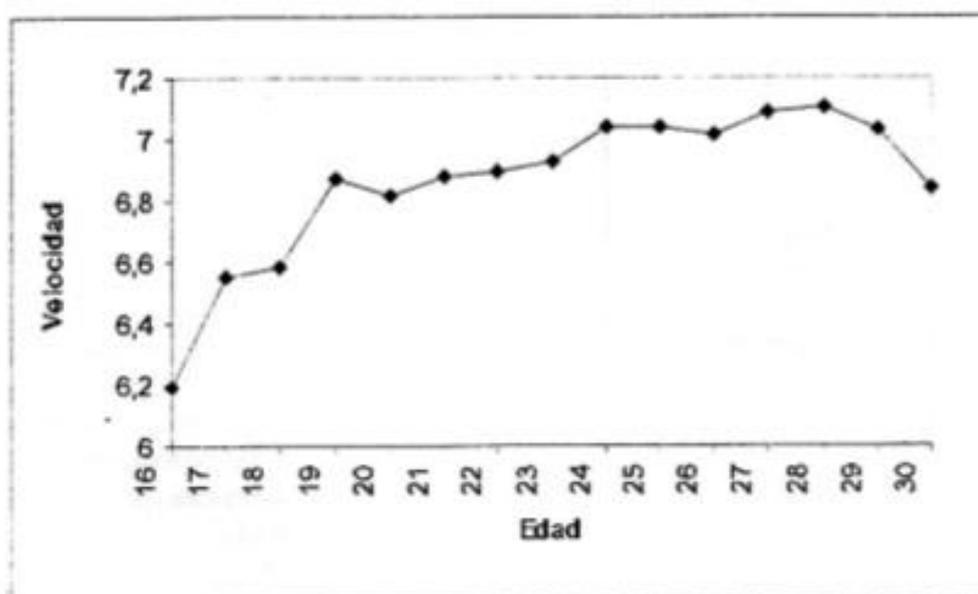


Figura 22. Evolución de la marca de Abascal en 1500 a lo largo de su vida deportiva.

Tabla 31. Evolución del rendimiento deportivo de José M^a Abascal

EDAD	MARCA	INCREMENTOS	
16 a.	4.02.2		
17 a.	3.48.8	5.86 %	43.13 %
18 a.	3.47.7	0.48 %	3.54 %
19 a.	3.38.2	4.35 %	30.58 %
20 a.	3.40.0	-0.82 %	---
21 a.	3.37.93	0.12 %	0.87 %
22 a.	3.37.4	0.24 %	1.71 %
23 a.	3.36.6	0.37 %	2.57 %
24 a.	3.33.12	1.63 %	11.20 %
25 a.	3.33.18	-0.03 %	---
26 a.	3.33.69	-0.26 %	---
27 a.	3.31.69	0.68 %	4.60 %
28 a.	3.31.13	0.37 %	1.80 %
29 a.	3.33.36	-1.06 %	---
30 a.	3.39.39	-3.91 %	---

A partir de estos primeros años, la magnitud de los incrementos decrece conforme el atleta llega a su potencial máximo. Sin embargo, el progreso no se mantiene a lo largo de toda la vida deportiva, sino que en los años de mayor rendimiento en los que se logran las mejores marcas, se produce un "efecto de meseta" con una serie de saltos repentinos, separados por períodos de estancamiento, o en ocasiones, se producen períodos de retroceso aparentes. El atleta tiene que trabajar en estos períodos de aparente no mejora, aguardando el próximo salto.

Ganar el último 5% de rendimiento máximo supone una cantidad *infinita* de tiempo y esfuerzo.

Una fórmula empleada por muchos deportistas de nivel internacional para superar estos períodos de estancamiento es la introducción de mayores períodos (6-12 meses) de regeneración o descanso cada 3-5 años de rendimientos máximos, trabajando durante este tiempo con una intensidad muy inferior (Navarro, 1993).

5.1.10. PRINCIPIO DE LA RECUPERACIÓN

Los aspectos básicos de este principio ya los analizamos ampliamente con anterioridad en este capítulo. El esfuerzo alternado con la recuperación y el descanso se aplica a todo el entrenamiento, sin tener en cuenta los métodos de trabajo que se empleen. F. Carlisle sostiene: "Los períodos de recuperación son esenciales, tanto en el transcurso de una sola sesión de entrenamiento como durante todo el año. El descanso, con la consiguiente relajación física y mental, deberá combinarse esmeradamente con dosis de ejercicio y recuperación ... Todos los programas coherentes dejan lugar para el descanso y la recuperación".

Carlisle va más allá, expresando que "hay un tiempo de descanso. La rigurosidad de un programa demasiado definido puede llevar fácilmente al atleta al agotamiento". Tal estado de fatiga podrá disponer al atleta para la lesión, la enfermedad y el dolor físico.

En la recuperación, después de una carga de entrenamiento, la capacidad del organismo evolucionará de una manera sistemática que permite distinguir cuatro etapas: *disminución* de esta capacidad, *restauración*, *supercompensación* y *estabilización* a un nivel próximo al de partida y aun ligeramente superior. Después de una carga de trabajo viene un período durante el cual las posibilidades de adaptación del sistema funcional se refuerzan. El entrenamiento tendrá por objetivo sacar partido de esta elevación de las posibilidades de adaptación para solicitarlas cada vez más.

En las reacciones de los sistemas funcionales a una carga de trabajo se pueden distinguir dos fases:

- Una fase de vuelta a la homeostasia, de una duración entre unos minutos a unas horas.
- Una fase constructiva, en el curso de la cual se organizan los cambios funcionales y estructurales al nivel de los tejidos o sistemas funcionales solicitados. En los atletas más cualificados, esta fase constructiva sólo se manifiesta después de sollicitaciones importantes.

El proceso normal de recuperación comprende tres fases (Yesis-87):

- La recuperación continua, que se produce durante la práctica de la actividad.
- La recuperación rápida, que se pone en marcha desde que finaliza el trabajo y que comporta la eliminación de desechos y la reconstitución de la deuda de O_2 .
- La recuperación profunda, a lo largo de la cual se efectúa la supercompensación.

En la actualidad, a la recuperación no puede considerársela como si consistiera simplemente en un período de descanso. Por el contrario, significa el empleo de métodos apropiados de recuperación para restaurar la capacidad funcional después de cargas dentro de una sesión de entrenamiento, entre sesiones de entrenamiento y entre series de trabajo. Esto podrá lograrse tanto con métodos naturales como artificiales, como ya vimos con anterioridad.

Algunos autores incluyen un principio relacionado con el que intentamos definir, y que denominan como de regeneración periódica.

5.2. PRINCIPIOS PEDAGÓGICOS

5.2.1. PRINCIPIO DE LA PARTICIPACIÓN ACTIVA Y CONSCIENTE EN EL ENTRENAMIENTO

El hombre es un alma consciente, ser pensante, racional, a diferencia de los animales que actúan por instinto y automatismos inconscientes. Es un error del entrenador o del docente de la E.F. enseñar o entrenar por simple repetición, sin saber sus entrenados por que hacen tal o cual tarea. Los deportistas deben elaborar conscientemente la tarea a desarrollar, deben saber lo que están haciendo, como lo están haciendo, y para que lo están haciendo.

D. Harre (1987) propone las siguientes reglas a seguir para alcanzar este principio:

- *Guiar al deportista hacia el objetivo del rendimiento a alcanzar.*
- *Proveer al deportista de conocimientos estrechamente vinculados a las tareas del entrenamiento.*
- *Formular exigencias que requieran reflexión, iniciativa y responsabilidad por parte del deportista.*
- *Hacer participar al deportista en la preparación, estructuración y evaluación del entrenamiento.*
- *Educar al deportista para que sea capaz de evaluar su propio rendimiento.*
- *Confiar responsabilidades de condición pedagógica a los deportistas apropiados.*
- *Capacitar al deportista para efectuar un control consciente de su propia secuencia de movimientos.*
- *Llevar un continuo registro de los resultados y compararlos con los planes anticipados y el entrenamiento real.*

El deportista, además de conocer los objetivos de lo que está haciendo, debe saber cómo está desarrollando la tarea. Debe tener plena conciencia en cómo ubica sus diferentes segmentos corporales en una tarea dada, al menos en sus partes vitales. Para que esto sea posible el deportista tiene que pensar y discurrir sobre su disciplina deportiva no sólo en el campo del deporte, sino en otros aspectos de su vida. O'Brien, el creador de la moderna técnica del lanzamiento de peso, pasó largas horas meditando sobre la forma más convincente para lanzar dicho artefacto. Los estereotipos dinámicos motrices se formarán con mucha mayor facilidad cuando existe concienciación de la técnica, en caso contrario no solamente se puede prolongar el plazo para el aprendizaje, sino incluso el estereotipo dinámico motriz puede no formarse jamás. La observación de modelos correctos y eficaces constituyen ayuda relevante para formar una buena concienciación de la técnica deportiva. Pero aun así, se debe pensar, discurrir, saber y comprender el por qué tal o cual técnica de un deportista de élite es correcta o ventajosa. El ejercicio pasivo, el masaje, la manipulación y la aplicación de fuerzas externas, afecta a la contracción, a través de la activación posible de los reflejos naturales, sin que, por otra parte, produzcan desarrollo de la potencia en el individuo normal. Los métodos y dispositivos que afirman un desarrollo sin esfuerzos de la fuerza son en muchas oca-

siones fraudulentos..., existiendo pruebas evidentes de que tanto para el desarrollo de la potencia como de la resistencia no existen alimentos o procedimientos mágicos productores de energía, aunque ésta derive de la alimentación.

En este principio es necesario tener en cuenta la capacidad intelectual, el potencial de comprensión, del propio deportista. No confundir la participación cognitiva del deportista en los procesos de entrenamiento, con la necesidad de desgranar al detalle las más pequeñas peculiaridades del entrenamiento, entrando en una continua dinámica de debate entre el atleta y el entrenador.

5.2.2. PRINCIPIO DE TRANSFERENCIA

Al iniciar el estudio, nos podemos hacer la siguiente pregunta: ¿qué influencia tienen sobre un ejercicio los estereotipos ajenos a un movimiento? Al realizar ejercicios más o menos ajenos a la propia acción técnica, las modificaciones que pueden tener lugar presentan una *triple influencia* en el gesto propio de una especialidad concreta. Esta influencia puede ser: *positiva, negativa o nula*.

Las experiencias al respecto nos dicen que la transferencia no ocurre tan automáticamente, ni de forma tan fácil, como a veces parece presuponerse. No todos los autores (Lauhlé-34; Ryan-61 cfr.; Bayer, 1986) comparten la idea de que se produzca realmente ningún tipo de transferencia. El primero de ellos asegura que "*se aprende a hacer un gesto haciendo el gesto y solamente ese gesto*".

En el caso de existir transferencia, ésta puede ser *positiva o negativa*. Se dice que existe transferencia *negativa* cuando el aprendizaje o ejecución de una tarea es motivo de interferencia respecto al aprendizaje o la ejecución de una segunda tarea. Por otro lado, se dice que existe transferencia *positiva* cuando el aprendizaje o ejecución de una tarea se ve facilitado por el aprendizaje o la ejecución de la segunda tarea. La transferencia puede ser también clasificada como *lateral o vertical* (Gagné-1970). Hablamos de transferencia lateral cuando un individuo es capaz de ejecutar una tarea similar y del mismo nivel de complejidad, como consecuencia de haber aprendido otra previamente. Por ejemplo, una persona que ha aprendido a patinar sobre hielo encontrará más fácil el aprendizaje del patinaje sobre ruedas. Decimos que existe transferencia vertical cuando los aprendizajes realizados en el pasado son de aplicación útil a tareas similares, pero más avanzadas o complejas, por ejemplo, el mortal en gimnasia deportiva es una buena base para el posterior aprendizaje de los mortales con giro.

En el caso de las transferencias se puede distinguir, también, dos formas: una transferencia sobre la base de acciones motoras ya aprendidas anteriormente, y otra transferencia en el aprendizaje y perfeccionamiento simultáneo de acciones motoras diferentes.

El desarrollo de la capacidad motora se realiza en forma amplia, la mayoría de las veces se aprenden varios movimientos a la vez, a menudo muchos movimientos en forma incontrolada, como producto de un aprendizaje sistemático, sólo en base a la práctica.

Muchas destrezas motrices que aprende el ser humano están relacionadas entre sí. Además, las destrezas adquiridas no se limitan a las situaciones concretas en las que fueron aprendidas sino que se pueden transmitir a otras situaciones. Esta transferencia se produce tanto dentro de una misma área de la actividad humana como también de una a otra.

De acuerdo al tipo de influencia ejercida se habla de una interferencia o de una transferencia dentro del proceso de aprendizaje motor. La interferencia se puede expresar en la práctica deportiva en varias formas: como combinaciones coordinativas viejas que molestan en la formación de combinaciones nuevas, o como combinaciones coordinativas nuevas que se influyen negativamente unas de otras.

En ambos casos se puede reconocer que el deportista se inclina a conservar el movimiento original, le resulta difícil resolver la misma tarea motora con otro movimiento técnico diferente del que utilizaba hasta ese momento, porque los viejos mecanismos coordinativos "se interponen" reflejamente una y otra vez en la misma situación. Por eso los elementos programáticos que no coinciden con la nueva técnica se tienen que eliminar antes de comenzar con el aprendizaje de elementos técnicos nuevos. Con ello se vuelve claro el hecho de que cuanto más adelantado estaba el proceso de desarrollo de la destreza, tanto más complicada se hace la modificación del movimiento.

Los efectos de interferencia se observan no solamente al transformar una técnica en otra similar, sino que también aparecen cuando se aprenden movimientos cuyas estructuras coordinativas se contraponen entre sí, como sucede, por ejemplo, cuando se cambia de un deporte a otro.

Perturbaciones por efecto de interferencias también surgen frecuentemente cuando se aprenden varios movimientos simultáneamente, cuyas estructuras son muy semejantes.

Según una ley del aprendizaje, cuanto más se asemejen dos movimientos aprendidos simultáneamente, tanto peor es el efecto de retención de los mismos (Claus-Heibsch, 1962).

Los fenómenos de la interferencia desaparecen, casi totalmente, al aumentar la diferenciación de los programas de movimiento, tanto en base a la mejora consciente, en el proceso sensorial y verbal de las informaciones, como también a través de contenidos más precisos de la memoria motriz.

① Por transferencia se entiende un efecto positivo de transmisión de una acción motora a otra. La condición para que se produzca esa transferencia es que existan coincidencias coordinativas entre los movimientos respectivos.

Bernstein (1967) era de la opinión de que lo importante para la transferencia es la coincidencia en los mecanismos coordinativos sensomotores, y no las semejanzas externas en el desarrollo del movimiento, lo cual se aprecia en forma especialmente clara en las destrezas motoras con exigencias elevadas para la regulación del equilibrio.

Stark (1964) elaboró un sistema de ejercicios "*fundamentales*" para la gimnasia deportiva que constituyen una base, sobre todo para elementos y combinaciones difíciles de aprender. El pudo comprobar en investigaciones posteriores que los gimnastas juveniles aumentaban más rápidamente sus rendimientos cuando se comenzaba con el aprendizaje y perfeccionamiento de los ejercicios fundamentales (Harre-1987).

El descubrimiento de parentescos estructurales tiene un papel importante no sólo dentro de un mismo deporte, sino también entre los movimientos de distintos deportes. Esto es importante para el ordenamiento adecuado de los contenidos formativos en el deporte escolar, en la formación docente deportiva, y también para los deportes que utilizan formas motoras de otros deportes como complementos del entrenamiento. Por ejemplo, en judo se realizan durante el aprendizaje competencias de empuje y tracción, juegos de combate, etc., porque con esas actividades se ejercitan movimientos emparentados estructuralmente con la técnica de lucha.

Un caso especial de la transferencia es el problema de la lateralidad o de la transmisión cruzada. Al ejercitar un movimiento de un lado del cuerpo, se produce un efecto de transferencia positiva al otro lado del cuerpo debido a las relaciones funcionales existentes entre los dos hemisferios cerebrales. Un luchador que entrenó las técnicas por el lado derecho, también puede ejecutarlas por el lado izquierdo, aunque no con tanta perfección.

┌ La transferencia en el aprendizaje implica la aplicación o el uso de tareas aprendidas en una situación nueva o en una circunstancia diferente. ┘

Las teorías de la transferencia, que para nosotros tienen una aplicación al mundo de la actividad física, son tres fundamentalmente:

- Teoría de los elementos idénticos.
- Teoría de la generalización.
- Teoría de la trasposición .

La crítica de Thorndike (1913; cfr. Pinon, 1973) a las teorías en uso a principio de siglo, dio lugar a la enunciación por su parte de la **teoría de los elementos idénticos**. Thorndike postuló que para que suceda el fenómeno de transferencia deben existir elementos idénticos entre la tarea originalmente aprendida y la nueva tarea a aprender. Por ejemplo, el aprendizaje de movimientos de acrobacia en la cama elástica tendrá, según esta teoría, grandes posibilidades de transferencia al respecto del aprendizaje de los mismos movimientos acrobáticos en el suelo, lo cual supone una aplicación de la transferencia de tipo vertical, procedimiento que, por otra parte, es utilizado por algunos entrenadores de gimnasia deportiva.

Contemporáneamente con esta teoría, Judd (1908; cfr. Pinon, 1973) enunció la *teoría de la generalización*. Esta teoría hace hincapié en qué debe suceder para que el fenómeno de la transferencia ocurra. Para ello el individuo debe conocer *las reglas o principios básicos* que rigen la ejecución de una tarea. Cuando surja la necesidad del aprendizaje de tareas que están regidas por los mismos principios, el individuo verá facilitado su aprendizaje al poder aplicar por "*generalización*" aquello que aprendió

en la tarea original. Un ejemplo ilustrativo de esta teoría puede ser el aprendizaje que supone la práctica de juegos infantiles de carrera con el "tula" o el "rescate". A través de la ejecución de estos juegos, el individuo aprende a construir estrategias para evitar ser atrapado por un oponente. En el caso de que en la vida real, si alguien quisiera agarrar al individuo contra su voluntad, éste tendrá más facilidad para zafarse aplicando, por generalización, los principios que le permitan evitar al oponente en los mencionados juegos. El presente ejemplo supone una transferencia de tipo lateral. Las dos anteriores teorías se completan entre sí.

La *teoría de la trasposición* puede considerarse como una extensión lógica de la generalización, y está propuesta fundamentalmente por la corriente gestalista. Esta teoría propone que el conjunto global de las relaciones causa-efecto que se aplica en una situación, es la base a partir de la cual puede producirse una transferencia a otra situación de aprendizaje en la que intervengan, asimismo, ese tipo de relaciones.

Un ejemplo de lo dicho podemos verlo si consideramos que los movimientos del C.G. del individuo con respecto a la base de sustentación tienen como efecto una mayor o menor equilibración del sujeto. En todas las situaciones donde el individuo necesite ponerse en acción, tendrá que manejar a nivel motriz esta relación causa-efecto. Como se puede apreciar en este caso, esto supone la posibilidad de aplicación de transferencia de tipo vertical tanto como de tipo lateral. Esta teoría no se contradice de las dos anteriores, sino que las complementa.

Otra clasificación es la propuesta por B. Pinon (1973):

- Transferencia proactiva (El aprendizaje anterior modifica el posterior).
 - Con un efecto positivo (Facilitación proactiva).
 - Con un efecto negativo (Interferencia proactiva).
- Transferencia retroactiva (El aprendizaje actual modifica los hábitos obtenidos anteriormente).
 - Con efecto positivo (Facilitación retroactiva).
 - Con efecto negativo (Interferencia retroactiva).

5.2.3. PRINCIPIO DE LA PERIODIZACIÓN

La periodización es la forma de estructurar el entrenamiento deportivo en un tiempo determinado, a través de períodos lógicos que comprenden las regulaciones del desarrollo de la preparación del deportista (Forteza y Ranzola, 1988).

Este principio impone la estructuración del proceso de entrenamiento como un sistema de ciclicidad de la carga, alternada y modificada en ciclos periódicos.

Se basa en la legitimidad del desarrollo, en forma de fases, de la forma deportiva que describiera Matveiev (1982). Según este autor, *el entrenamiento se caracteriza*

por el carácter cíclico expresado con precisión. Los ciclos de entrenamiento (sesiones, etapas, períodos) se alternan como si fuera en orden circulatorio. Cada ciclo inmediato es la repetición parcial del anterior y simultáneamente manifiesta la tendencia del desarrollo del proceso de entrenamiento, o sea, se diferencia del anterior por el contenido renovado, la modificación parcial de la composición de los medios y métodos, el crecimiento de las cargas de entrenamiento, etc... Toda la estructura del entrenamiento se organiza en forma de ciclos, desde sus eslabones elementales hasta las etapas de muchos años.

El entrenamiento se estructura en períodos por dos razones fundamentales (Forza y Ranzola, 1988):

1. El deportista no puede mantener por mucho tiempo la forma deportiva, a causa de las limitaciones biológicas.
2. Los cambios periódicos de la estructura y contenido del entrenamiento son una condición necesaria del perfeccionamiento deportivo para poder alcanzar un nuevo y superior escalón en el desarrollo de los deportistas.

Este principio presupone que:

1. Al organizar el entrenamiento hay que partir de la necesidad de repetir sistemáticamente los elementos principales de su contenido, y modificar al mismo tiempo sus tareas, conforme a la lógica de alternación de las fases, etapas y períodos del entrenamiento.
2. Al resolver los problemas de utilizar objetivamente los medios y métodos del entrenamiento, hay que encontrarles el lugar correspondiente en la estructura de los ciclos, ya que ellos, por muy activos que fuesen, pierden su eficacia si no son aplicados en el tiempo y lugar oportuno, sin tener en cuenta las particularidades de las fases, etapas y períodos de entrenamiento.
3. Hay que observar cualquier fragmento del proceso de entrenamiento en su correlación con las estructuras más complejas, considerando que la estructura de un microciclo se determina en función de la fase del mesociclo o etapa superior en la que se encuentre enmarcado, y así sucesivamente.

La experiencia práctica muestra que este proceso no puede continuar firmemente de forma lineal. Debe darse por sentado que la tolerancia a la carga es tan exigente en una actividad límite sostenida que, en ciertos sistemas biológicos, aparecen restricciones a la actividad y temporalmente se pierden las adaptaciones que todavía no se estabilizaron con plenitud.

Todavía no está absolutamente claro si la reducción temporal de la capacidad máxima de rendimiento depende exclusivamente del tipo de exigencia de la carga o si los ritmos biológicos representan un importante papel y con esto se debe hacer coincidir los procesos vegetativos con el ritmo de carga (Harre, 1977). Además las variadas tareas del entrenamiento no se pueden resolver todas al mismo tiempo. Debe tenerse cuidado de que se efectúe un ordenamiento específico y sistemático de los objetivos.

Los ciclos de ordenación del entrenamiento son:

- *La sesión.*
- *El microciclo.*
- *El mesociclo.*
- *El macrociclo.*

En la práctica la periodización consta de:

1. La división de un año (macrociclo):

- *(n) períodos de preparación.*
- *(n) períodos de competición.*
- *(n) períodos de transición.*

2. Divisiones dentro de los anteriores períodos:

- *Mesociclos (entre 2 y 6 semanas).*
- *Microciclos (7-10 días).*
- *Ciclos de un día (1 a 4 unidades).*
- *Una unidad de entrenamiento (1 a 4 h).*

5.2.4. PRINCIPIO DE LA ACCESIBILIDAD

Según este principio, al deportista se le deben plantear exigencias de carga que pueda encarar positivamente y que mientras intenta dominarlas le induzcan a movilizar óptimamente sus potenciales físicos, psíquicos e intelectuales de rendimiento. Deben evitarse tanto las exigencias bajas como las sobreexigencias.

El principio se basa en el hecho de que el hombre se desarrolla a través de la actividad y ese desarrollo es generado por las exigencias del rendimiento y de la conducta que sólo podrán satisfacerse con un considerable esfuerzo, o sea, movilizándolo las reservas de rendimiento. Por otro lado, el principio se define mediante el conocimiento de que la efectividad del entrenamiento disminuye una vez que fueron superadas óptimamente las magnitudes de la exigencia del individuo.

La laboriosa superación consciente y las mayores exigencias de la carga, es decir, el hecho de resolver las contradicciones entre las exigencias y el nivel actual de rendimiento, impone que el deportista comprometa toda su personalidad. Una vez llevada a cabo la tarea, tendrá una sensación de triunfo y luego desarrollará la disposición para intentar otras tareas más difíciles.

El deportista se encuentra en una situación contradictoria llevado por la fuerza impulsora del proceso de entrenamiento por la que él toma conciencia de la relación, por un lado entre la magnitud de las exigencias de la carga que se le plantean y su esfuerzo en el entrenamiento, y por el otro, el ritmo del desarrollo de su rendimiento y la estabilidad del rendimiento aumentado.

La definición de las exigencias de la carga y las tareas que son factibles en cada momento de la estructura de rendimiento a largo plazo impone la observación de las peculiaridades de desarrollo de cada grupo por edad, lo mismo que las diferencias específicas de los sexos, las particularidades individuales de tolerancia a la carga y la expresión de las precondiciones físicas, psicológicas e intelectuales de rendimiento.

Este principio está altamente ligado con lo que se denomina "*sistematización*" del entrenamiento, lo cual se sustenta en tres criterios básicos :

- *Ir de lo poco a lo mucho.*
- *De lo sencillo a lo complejo.*
- *Y de lo conocido a lo desconocido.*

**MEJORA DE LA
CAPACIDAD MOTRIZ.
ENTRENAMIENTO DE
LAS CAPACIDADES
CONDICIONALES
Y COORDINATIVAS**

INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos más importantes de la preparación de un deportista es el desarrollo de su potencial motor, de su capacidad de movimiento, ya que éste será el que permita incrementar su capacidad de rendimiento. Pocos trabajos de investigación nos permiten cuantificar la intervención del potencial motor en una acción deportiva. No obstante, Gropler y Thiess (1977; cfr. Manno, 1991) realizaron un análisis sobre una población entre 8-14 años para conocer los aspectos que determinan la capacidad de rendimiento deportivo con las siguientes conclusiones:

CAPACIDADES MOTORAS HABILIDADES FÍSICO-DEPORTIVAS	DESARROLLO Y MADURACIÓN FÍSICA	ASPECTOS ANTROPOMÉTRICOS
40-50%	30-40%	20%

Fuente: Thiess (1977).

Figura 23. Aspectos determinantes del rendimiento deportivo.

Atendiendo al significado del lenguaje, conceptos como el de Condición Física, Aptitud Física, Forma Física, Preparación Física, Eficiencia Motriz, Capacidad Motriz, etc..., son términos que de forma coloquial se emplean indiferentemente para designar una misma realidad.

Partiendo de que la realidad exterior al ser humano es aprendida a través de los nombres de las cosas o conceptos que aplicamos en cada caso, es necesario que éstos sean lo más precisos posibles.

Entendemos que los conceptos de "Capacidad motriz"¹ o "Eficiencia Motriz"² son los que más fielmente se ajustan a nuestros propósitos. Ambos definen los niveles de aptitud en la capacidad de movimiento que posee una persona. Podríamos entender que la capacidad es la que determina el aspecto cuantitativo del movimiento, mientras que la eficiencia su aspecto cualitativo.

Otros conceptos pensamos que no abarcan totalmente el objeto de nuestro estudio. Definimos algunos de los términos más utilizados, con el fin de poder justificar nuestro posicionamiento.

Para nosotros, el concepto [Condición Física] es la situación que permite estar a punto, bien dispuesto o apto para lograr un fin relacionado con la constitución y naturaleza corporal. La propia Organización Mundial de la Salud (OMS) define la Condición Física o "Physical Fitness" en la terminología anglosajona, como bienestar integral corporal, mental y social (Diccionario de las Ciencias del Deporte-1992).

El concepto [Aptitud Física] implica una relación entre la tarea a realizar y la capacidad para ejecutarla. Legido (1972) entiende este concepto de una manera mucho más amplia. Para el autor, la aptitud física se sostiene sobre dos pilares: en uno de ellos se encuentran la condición anatómica y la fisiológica, mientras que en el segundo se sitúan lo que denomina la condición motora, la nerviosa y psicosensorial y la habilidad o destreza.

Por [Condición Biológica] definiremos el nivel de disposición o aptitud que posee un sujeto en relación a los factores fisiológicos (capacidad aeróbica, capacidad anaeróbica, etc...) y morfológicos (composición corporal) que se tratan en la biología.

La [Forma Física] indica el nivel de potencialidad de las capacidades físicas o condicionales.

Cuando hacemos referencia a [Preparación Física] nos referimos a las acciones que se realizan para alcanzar el nivel físico o condicional que permita realizar un movimiento con una finalidad determinada.

¿Por qué utilizamos el concepto motriz?

Si pretendemos estudiar la capacidad o eficiencia de movimiento que posee una persona (*su nivel de rendimiento en el caso de los deportistas de competición*), es lógico que analicemos los aspectos que lo determinan. La motricidad será, por lo tanto, el conjunto de funciones que permiten los movimientos en el ser humano (Rigal-1988).

Tal y como la define Parlebas (1981), la motricidad, es un concepto que engloba todas las situaciones motrices, las cuales se refieren a la sicomotricidad o a la sociomotricidad, al mundo del trabajo (ergomotricidad) o al "loisir" (ludomotricidad),

¹ Capacidad (Diccionario Real Academia Española): Define la aptitud o suficiencia para alguna cosa. Eficiencia (Diccionario): Define la aptitud, competencia en una acción o acto desempeñado.

los cuales son tradicionales o institucionales (deporte). Se puede afirmar que el movimiento forma parte fundamental en la realización de casi la totalidad de las actividades humanas.

Llegar a un conocimiento profundo de la motricidad nos llevaría a realizar un análisis de los diversos niveles de su estructura (*biológica-neurológica-psicológica*). Sin embargo, entendemos que llevar a cabo un análisis transversal de estas características no forma parte del objetivo de nuestro estudio, por lo que solamente sería necesario hacer una aproximación desde la perspectiva que utilizamos a la hora de valorar la capacidad motriz de los sujetos. En este sentido el nivel biológico de la motricidad es el que más fielmente queda reflejado en nuestra investigación.

Le Boulch (1978), partiendo de que el movimiento forma parte de un objetivo de relación entre un organismo y el medio, distingue dos tipos de actividades: (1) las de tipo adaptativo; (2) las de exploración no específica.

El ser humano a lo largo de su vida experimenta una serie de cambios anatómicos, morfológicos y funcionales, tanto durante la etapa de crecimiento como durante el proceso de envejecimiento, que van a determinar la capacidad de movimiento que en cada etapa se posee. Estas alteraciones están ligadas a factores hereditarios de la especie y de sus progenitores, los cuales se van transmitiendo generación a generación, determinando la forma genérica de evolución orgánica de esa especie. Sin embargo, esta evolución, que podemos decir que viene pre-codificada, se puede ver alterada por factores ambientales en los que se produce el desarrollo.

Tabla 32. Tipos de actividades físicas

Movimientos de carácter adaptativo	Movimientos no específicos
<p>a) En relación con la defensa y la protección:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Reacciones primarias:</i> <ul style="list-style-type: none"> . Reflejos defensivos . Reflejos segmentarios . Reflejos de todo el cuerpo . Reacciones de sobresalto - <i>Reacciones secundarias:</i> (Después de una reacción primaria se organiza una reacción más específica): <ul style="list-style-type: none"> . Reacción de huida o de protección . Reacción de agresión 	<p>a) Traducción de necesidad de movimiento</p>
<p>b) En relación con un objeto que permite la satisfacción de una necesidad específica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Búsqueda del objeto (fase intermedia) - Apropiación del objeto (conducta final) 	<p>b) Traducción de necesidad de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Información:</i> movimientos más limitados que faciliten el juego de los sentidos - <i>Estimulación:</i> Desplazamiento de todo el cuerpo

Fuente: Le Boulch (1978).

Todos los individuos de una especie, salvo situaciones anómalas claramente perturbadoras, desarrollan en diferente grado una serie de habilidades que han permi-

tido que la misma sobreviva adaptándose al medio en el que se desarrolla². Estas habilidades son las que en nuestro trabajo vamos a denominar como **Habilidades Motrices Básicas (HMB)** o (**Basic Motor Skill**). Las Habilidades Motrices Básicas están filogenéticamente vinculadas a la evolución humana, debiendo cumplir los siguientes requisitos (Ruiz, 1987):

- a) Son comunes a todos los individuos.
- b) Filogenéticamente hablando, han permitido la supervivencia del ser humano.
- c) Son fundamento de posteriores aprendizajes motrices (deportivos o no) (Singer, 1975)

Definir las HMB de que dispone todo individuo, en diferente magnitud, pueden variar en función del autor a que nosotros nos queramos referir.

La mayoría de los autores que han estudiado las HMB citan diferentes acciones, que podríamos agrupar en:

- *Acciones relacionadas con la locomoción.*
- *Acciones relacionadas con el control corporal.*
- *Acciones relacionadas con la manipulación de objetos.*

Entendemos que serán este tipo de acciones, o sus factores determinan los que tengamos que medir cuando queramos conocer la Capacidad Motriz o la Eficiencia Motriz de un sujeto. Otros serán los objetivos cuando lo que queramos medir sean aspectos de la motricidad que estén íntimamente relacionados con los niveles de rendimiento en alguna modalidad deportiva.

Los patrones motores básicos se aprenden o desarrollan posteriormente en versiones combinadas y modificadas como habilidades deportivas, constituyendo las **Habilidades Motrices Especiales (HME)**. Las habilidades básicas son habilidades generales que constituyen la base de actividades motoras más avanzadas y específicas (Wickstrom-1987). En el ámbito del deporte, este tipo de habilidad se le conoce como *habilidad deportiva*.

Los factores en los que se sustentan las habilidades motrices básicas los podemos agrupar en dos tipos: (1) las capacidades condicionales; (2) las capacidades coordinativas.

² Habilidad: Capacidad y disposición para una cosa.

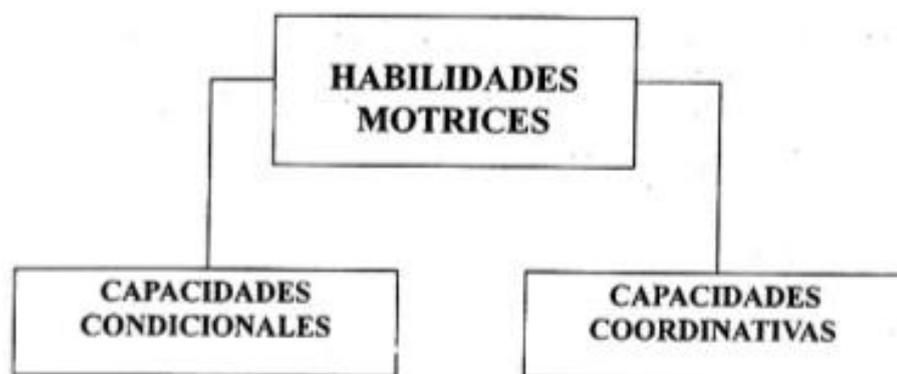


Figura 24. Soporte de las capacidades motoras.

Las capacidades condicionales se fundamentan en el potencial metabólico y mecánico del músculo y estructuras anexas (huesos, ligamentos, articulaciones, sistemas, etc...), mientras que las coordinativas dependen de las capacidades de control y regulación muscular.

Según Zaziorski (1988), el concepto de cualidad física (motora) abarca aquellos aspectos de la motricidad que:

1. Se manifiestan en iguales características del movimiento y tienen un mismo rasero (ej.: velocidad máxima).
2. Poseen mecanismos bioquímicos y fisiológicos análogos y requieren la manifestación de propiedades psíquicas semejantes.

Esta peculiar caracterización permite desarrollar principios comunes de entrenamiento independientemente del tipo de movimiento del que se trate.

Englobaremos dentro de las capacidades condicionales:

- La resistencia y sus manifestaciones.
- La fuerza y sus manifestaciones.
- La velocidad y sus manifestaciones.
- La movilidad y sus manifestaciones.

Entre las capacidades coordinativas distinguimos:

- Capacidad de diferenciación.
- Capacidad de acoplamiento.
- Capacidad de orientación.
- Capacidad de equilibrio.
- Capacidad de cambio.
- Capacidad de ritmización.

Con el entrenamiento y la práctica de actividad física el sujeto desarrolla sus habilidades motrices básicas hasta alcanzar el dominio de habilidades motrices más complejas y específicas para cada disciplina deportiva.

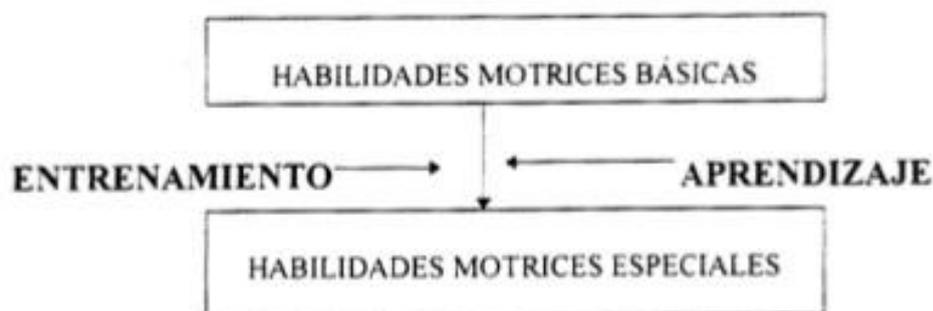


Figura 25. Modificación de las habilidades motrices con el entrenamiento.

Las **habilidades de carácter "especial"** nos permitirán alcanzar los objetivos previstos en el mundo del deporte con el máximo de eficacia y con el mínimo gasto de tiempo y energía, marcando lo que será el nivel de rendimiento individual deportivo.

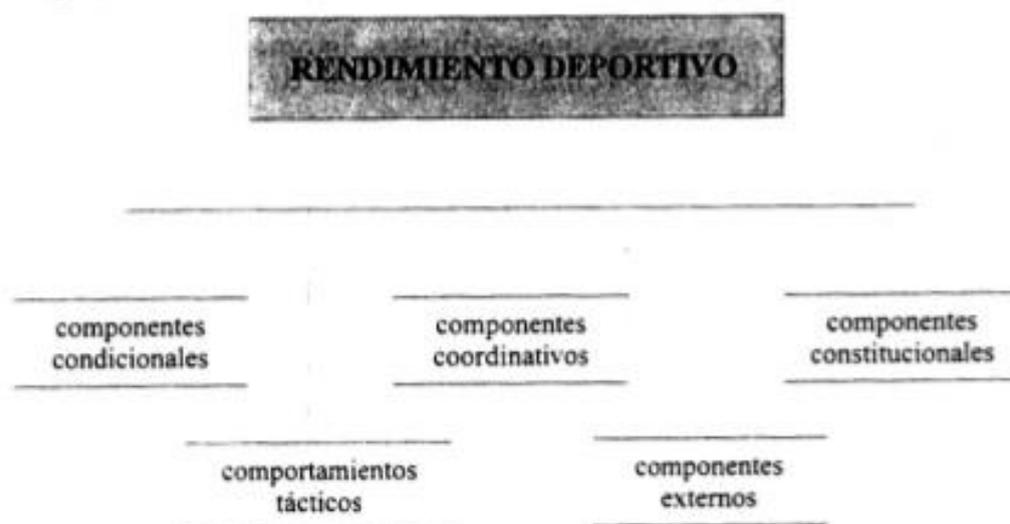


Figura 26. El entrenamiento deportivo como objeto multifactorial.

En los siguientes capítulos de este libro se abordarán con minuciosidad los aspectos relacionados con la definición, dependencia, evaluación y entrenamiento de las cualidades condicionales y coordinativas. Se utiliza este modelo por razones puramente metodológicas, pero queremos hacer notar que en nuestro criterio todas son profundamente interdependientes.

La capacidad que tiene el músculo de generar tensión (fuerza) es el aspecto básico del movimiento, mientras que sus manifestaciones espaciales (resistencia), temporales (velocidad) y de calidad de ejecución (coordinativas) son las que van a complementar la eficacia del deportista en la práctica deportiva.

Sin esta concepción global inicial es imposible comprender con claridad los conceptos específicos de la preparación y el entrenamiento del deportista.