



# **Conceptos y métodos para el entrenamiento físico**



MINISTERIO DE DEFENSA



# **Conceptos y métodos para el entrenamiento físico**

**MANUEL VINUESA LOPE**

**IGNACIO VINUESA JIMÉNEZ**



**MINISTERIO DE DEFENSA**



**DEDICATORIAS:**

A Jacinto Camarena, convencidos de que nos sonríe desde el cielo

A nuestra familia

**AGRADECIMIENTOS:**

A la Escuela Central de Educación Física por su apoyo y colaboración

A todas las personas que de algún modo han hecho posible la publicación de este trabajo

**CATÁLOGO GENERAL DE PUBLICACIONES OFICIALES**  
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

Edita:



<http://publicaciones.defensa.gob.es/>

© Autores y editor, 2016

NIPO: 083-16-281-6 ( impresión bajo demanda)

Fecha de edición: marzo 2016

Imprime: Imprenta Ministerio de Defensa



NIPO: 083-16-282-1 (edición libro-e)  
ISBN: 978-84-9091-162-4 (edición libro-e)

Las opiniones emitidas en esta publicación son exclusiva responsabilidad de los autores de la misma.  
Los derechos de explotación de esta obra están amparados por la Ley de Propiedad Intelectual. Ninguna de las partes  
de la misma puede ser reproducida, almacenada ni transmitida en ninguna forma ni por medio alguno, electrónico,  
mecánico o de grabación, incluido fotocopias, o por cualquier otra forma, sin permiso previo, expreso y por escrito  
de los titulares del © Copyright.

# ÍNDICE

<b>CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE FISIOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DEL ESFUERZO . . . . .</b>	11
1. El organismo humano . . . . .	11
2. Sistema cardiovascular . . . . .	12
3. Sistema respiratorio . . . . .	28
4. Sistema muscular . . . . .	39
5. Sistemas de integración biológica . . . . .	93
6. Respuestas y adaptaciones ante el ejercicio físico en circunstancias ambientales adversas . . . . .	106
7. El estrés y los comportamientos . . . . .	119
<b>BASES PARA EL ENTRENAMIENTO . . . . .</b>	135
1. Las cualidades físicas deportivas . . . . .	135
2. El entrenamiento . . . . .	139
3. La evaluación . . . . .	174
4. La planificación . . . . .	176
<b>LA RESISTENCIA . . . . .</b>	201
1. Concepto y definición . . . . .	201
2. Clasificación de la resistencia . . . . .	202
3. Respuestas fisiológicas ante el ejercicio, que sirven de evaluación en el entrenamiento de la resistencia . . . . .	207
4. Evolución de la resistencia con la edad . . . . .	230
5. Evaluación de la resistencia . . . . .	232
6. Sistema de entrenamiento de la resistencia . . . . .	245
7. Planificación de la resistencia . . . . .	275
<b>LA FUERZA . . . . .</b>	291
1. Concepto y definición . . . . .	291
2. Factores generales de la fuerza . . . . .	291
3. Clasificación de la fuerza . . . . .	303
4. EVOLUCIÓN DE LA FUERZA . . . . .	308
5. Evaluación de la fuerza . . . . .	310
6. El entrenamiento de la fuerza . . . . .	311
7. SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA . . . . .	316
8. Métodos de entrenamiento de la fuerza . . . . .	319
9. Fuerza explosiva . . . . .	348
10. Planificación de la fuerza . . . . .	353

<b>LA VELOCIDAD .....</b>	361
1. Concepto y definiciones .....	361
2. Factores generales de la velocidad .....	362
3. Clasificación de la velocidad .....	363
4. Evolución de la velocidad con la edad .....	368
5. Las vías energéticas de la velocidad .....	369
6. Fatiga y recuperación en los trabajos de velocidad .....	370
7. Evaluación de la velocidad .....	371
8. Sistema de entrenamiento de la velocidad .....	374
9. Planificación de la velocidad.....	384
<b>LA FLEXIBILIDAD .....</b>	391
1. Concepto y definiciones .....	391
2. Factores generales de la flexibilidad .....	392
3. Clasificación de la flexibilidad .....	397
4. Evolución de la flexibilidad con la edad .....	398
5. Evaluación de la flexibilidad.....	399
6. Sistema de entrenamiento de la flexibilidad .....	401
7. Métodos de entrenamiento .....	402
<b>COORDINACIÓN Y EQUILIBRIO .....</b>	411
1. Concepto de coordinación .....	411
2. Definición de coordinación .....	412
3. Clases de coordinación .....	412
4. Las capacidades coordinativas .....	413
5. Evolución de la coordinación .....	413
6. Sistema de entrenamiento de la coordinación.....	414
7. Equilibrio .....	415
8. Concepto y definición del equilibrio .....	415
9. Sistema de entrenamiento del equilibrio.....	416
<b>NUEVOS MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO .....</b>	417
1. Introducción .....	417
2. HIIT .....	419
3. HIT .....	421
4. Métodos rítmicos .....	426
5. Otros métodos .....	427
6. Nueva implementación deportiva.....	430
<b>PLANIFICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO CONJUNTO DE VARIAS CUALIDADES .....</b>	435
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	447

# INTRODUCCIÓN

Hace más de treinta años escribí en colaboración con Jaime Coll y con el asesoramiento de los doctores Camarena y Banegas, el libro «Teoría Básica del Entrenamiento», que tuvo en su día muy buena acogida, quizás por su simplicidad; en beneficio de ella, omitimos en la publicación aspectos y cuestiones que en ese momento nos parecieron de menos importancia.

Es un hecho constatado que en el transcurso de este tiempo, los conceptos, procedimientos y semántica sobre el entrenamiento han evolucionado mucho, aunque ciertamente más en las formas que en el fondo.

Teníamos proyectada una necesaria revisión del texto, pero por muy diversas causas nunca nos fue posible reunirnos para realizarla y mientras tanto, nuestro libro se fue quedando obsoleto.

Por estos motivos me he decidido, ahora en colaboración con mi hijo Ignacio, a escribir este nuevo libro, que respetando parte de la estructura del anterior, actualiza, amplía y completa conocimientos referentes al entrenamiento físico, que en nuestra opinión deberían tener todas las personas con alguna responsabilidad en la preparación física.

En esta nueva publicación hemos insistido, de forma prioritaria, en los «fundamentos» del entrenamiento físico, pues estamos convencidos de que sin tener claros estos conceptos es fácil dejarse arrastrar por la profusión de nuevos y atractivos modos de trabajo, que en muchas ocasiones son procedimientos solo aplicables, con efectividad, en determinados niveles o en actividades muy específicas.

Estimamos que el profundizar en el conocimiento de estos «fundamentos», facilitará la elección de los métodos de entrenamiento más adecuados para cada ocasión, atleta o especialidad.

Con la misma ilusión que hace treinta años, ofrecemos a nuestros compañeros esta nueva «herramienta», esperando que les sea útil en el desempeño de su trabajo.

*«Ni el hombre más bravo puede luchar más allá de lo que le permitan sus fuerzas» (Homero, siglo VIII a.C.)*

# CAPÍTULO PRIMERO

## CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE FISIOLOGÍA Y FISIOLÓGÍA DEL ESFUERZO

### *1. EL ORGANISMO HUMANO*

La **célula** es la unidad básica morfológica, estructural y funcional de todo ser vivo. El ser humano como organismo pluricelular, está constituido por células de diferentes características, con un alto grado de especialización. Las células con características similares se agrupan formando los **tejidos** (epitelial, conectivo, nervioso...). A la agrupación de distintos tejidos que conforman una unidad anatómica se les llama **órganos**, tales como el corazón, el hígado o los riñones, y al conjunto de órganos y tejidos que realizan una función vital común o constituyen una unidad estructural, se les denomina **aparatos o sistemas**.

Para aclarar estos conceptos, supongamos que nuestro cuerpo es un regimiento bien organizado, constituido por personas (células) que tienen diverso origen, formación y especialización, por ejemplo, mandos superiores, mandos intermedios, soldados, personal auxiliar etc. y que están llamados a realizar diferentes funciones. Para ello, previamente, se les ha agrupado en diferentes escalas: superior, media, básica... que en el organismo humano serían los **tejidos**.

A su vez, para el funcionamiento y vida del regimiento, se forman diversos conjuntos elementales con personal de diferentes escalas, constituyendo distintas secciones u órganos, y por último las secciones, para ejercer una función superior, se asocian formando compañías, batallones, agrupaciones etc. constituyendo los llamados **aparatos y sistemas**.

Siguiendo con nuestro ejemplo, cada individuo del regimiento para poder cumplir con su misión, necesita cooperar y relacionarse con su entorno; necesita que «alguien», haga lo que él, por su misión y especialización, no puede realizar. En el caso del fusilero, necesitará a «alguien» que le suministre lo necesario para poder vivir y combatir (víveres, munición, etc.).

Volviendo al campo de la fisiología, todos los seres pluricelulares deben contar con ese «alguien intermediario» que ponga en contacto unas células con otras, para que reciban todas aquellas sustancias que les son necesarias para su supervivencia y a su vez retirarle lo inservible. A este intermediario se le denomina **medio interno** y está constituido fundamentalmente por sangre y líquido intercelular.

Además de esa relación interna, existen también unos aparatos especializados en relacionar al organismo con el mundo exterior:

- El aparato pulmonar, para asimilar el oxígeno y eliminar el anhídrido carbónico.
- El aparato digestivo, para captar los nutrientes y eliminar los residuos sólidos.
- Los riñones y el aparato urinario, para filtrar y eliminar los desechos solubles en agua.

El devenir biológico es un permanente intercambio de materia y energía entre el medio interno y las células, y entre el medio interno y el exterior. A todo este proceso se le llama **metabolismo**, con dos aspectos diferentes: **anabolismo**, proceso por el cual se consume energía para construir materia viva, y **catabolismo**, proceso en el que se obtiene energía mediante la destrucción de la materia.

La máquina humana no descansa. Mientras tiene vida debe producir y consumir energía sin cesar. Al consumo mínimo para la normal supervivencia se le llama **Metabolismo Basal**.

En este permanente intercambio, el organismo siempre tenderá a mantener constantes los parámetros físicos y químicos del «medio interno» como premisa indispensable para sobrevivir. A esta constancia del medio interno se le llama **homeostasis**, y es la idea central de la fisiología.

Aunque ahora estudiemos el organismo, de forma aislada, por sistemas o aparatos, debemos tener presente que el cuerpo humano funciona como una máquina de engranajes perfectamente interconectados, de tal modo que la acción de cualquier órgano o sistema es acusada por el conjunto del organismo.

## 2. SISTEMA CARDIOVASCULAR

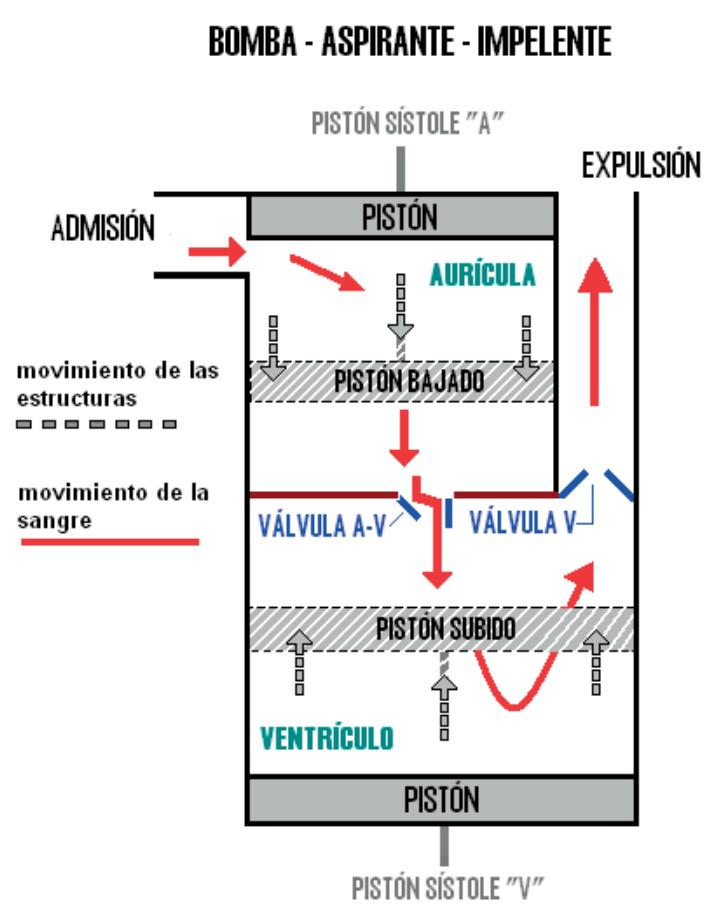
Haciendo un paralelismo con las estructuras militares, podríamos decir que el sistema cardiovascular pertenece a la organización logística, con funciones de abastecimiento, transporte, distribución, evacuación y seguridad. Cumple estas misiones impulsando el movimiento de la sangre, conduciéndola y distribuyéndola a todo el organismo, facilitando así el suministro a las células de los

nutrientes y oxígeno que la sangre transporta y evacuando de ellas los residuos desechables. Coopera también en la regulación de la temperatura corporal.

Para realizar su cometido, el sistema utiliza unos componentes, que en síntesis son similares a los de un aparato hidráulico de regadío, donde hay una bomba (el corazón) con la misión de impulsar a un fluido, unos tubos (arterias, venas y capilares) que realizan las funciones de conducción, regulación, distribución e intercambio, y por último un fluido (la sangre), con la misión de transporte de elementos vitales ( $O_2$ , nutrientes, residuos y calor).

## 2.1 EL CORAZÓN

Vamos a describir como funciona el corazón (la bomba), apoyándonos en los siguientes esquemas mecánicos:

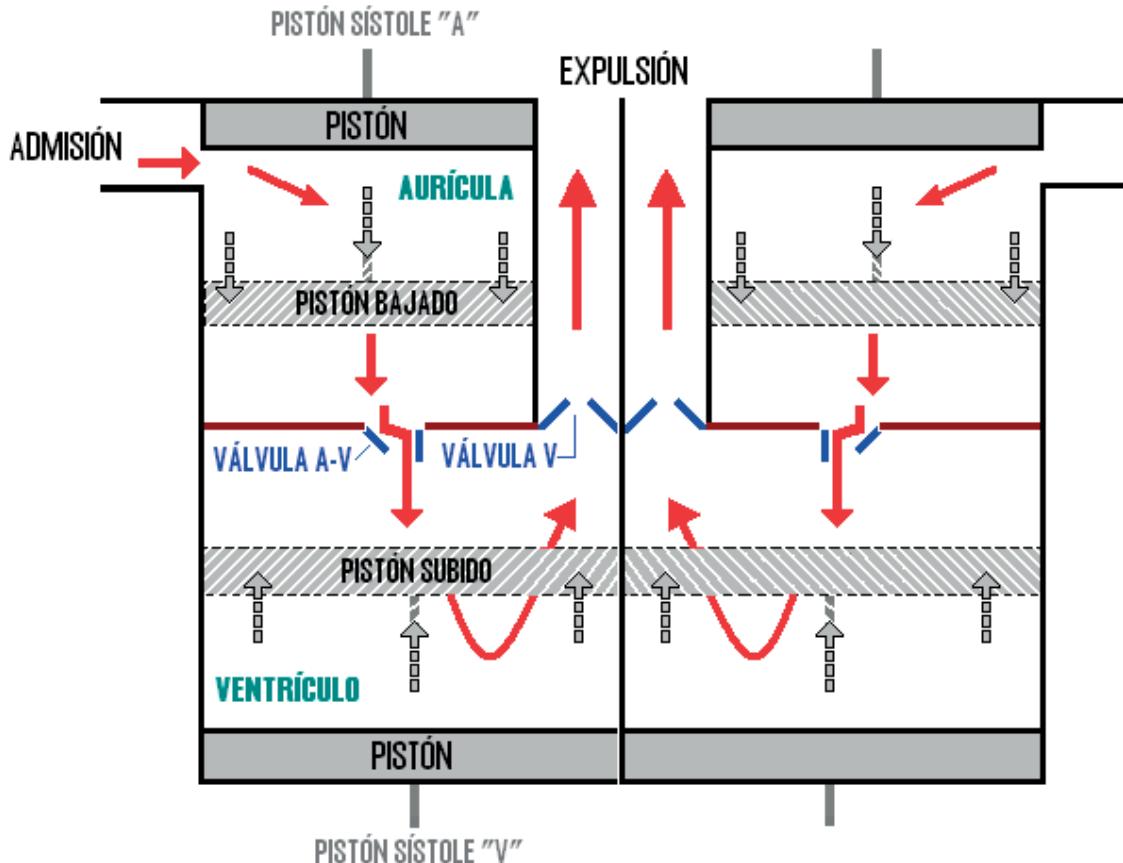


Como se ve, la bomba consta de dos cuerpos; uno en la parte superior, que llamaremos **aurícula** y otro en la parte inferior, que denominaremos **ventrículo**, cada uno de ellos con un pistón que actúa subiendo o bajando, es decir, modificando mediante compresión y distensión las capacidades de aurícula y ventrículo.

A las acciones de compresión (disminución de la capacidad) se le denomina **sístole**, y a las acciones de distensión (retorno a la capacidad original) se le llama **diástole**.

La bomba tiene varios orificios, para admisión y expulsión del fluido desde y al exterior, y también para inter-

comunicación de los dos cuerpos. Estos orificios están condicionados por unas válvulas que regulan el paso del fluido en un solo sentido, desde el exterior a la aurícula, desde esta al ventrículo y desde este al exterior.



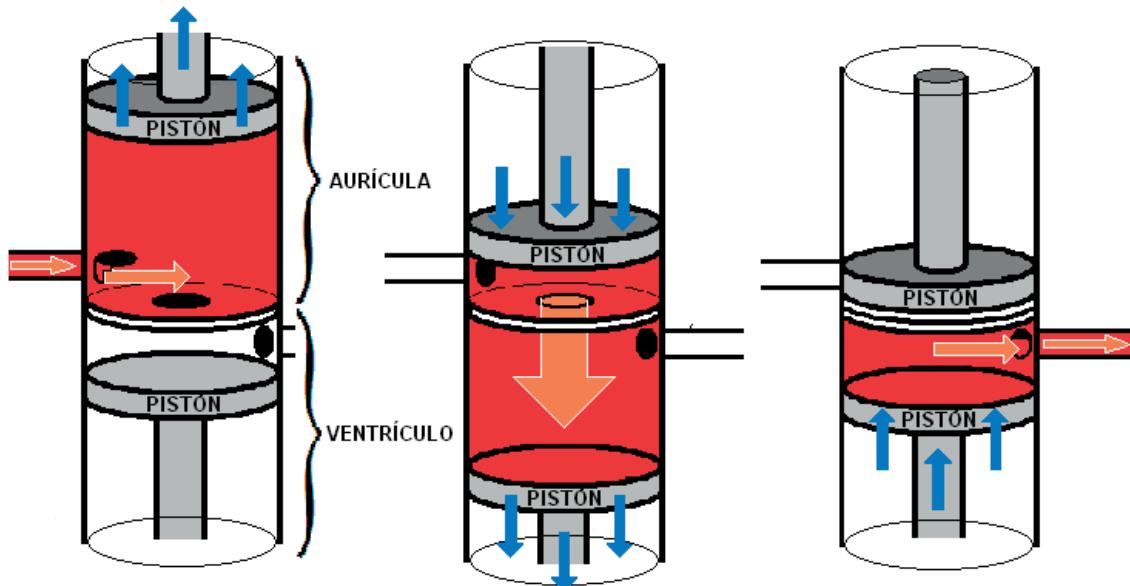
Completamos el esquema mecánico señalando que, anatómicamente, el corazón está constituido por dos bombas similares, adosadas e independientes, que funcionan de forma sincrónica. Por tanto, el conjunto está formado por dos mitades, derecha e izquierda y cada una de ellas por dos cuerpos o cavidades (aurícula y ventrículo).

#### a) Funcionamiento

El fluido (la sangre), llega por el orificio de admisión y cae pasivamente a la aurícula, que en ese momento está distendida; de ahí pasa al ventrículo, pues la válvula A-V que regula el paso entre aurícula y ventrículo, está abierta; a su vez, el pistón del ventrículo está bajando, con lo que produce una succión que acelerará el paso del fluido desde la aurícula al ventrículo.

A continuación, permaneciendo las válvulas como están, se produce la bajada brusca del pistón auricular (sístole auricular), con lo que el fluido pasa rápidamente al ventrículo, completando su llenado. De inmediato se produce la subida del pistón ventricular (sístole ventricular); por presión se cierra la válvula A-V, evitando el reflujo del ventrículo a la aurícula, y también por

presión se abre la válvula V de expulsión, saliendo el fluido con fuerza al exterior de la bomba.

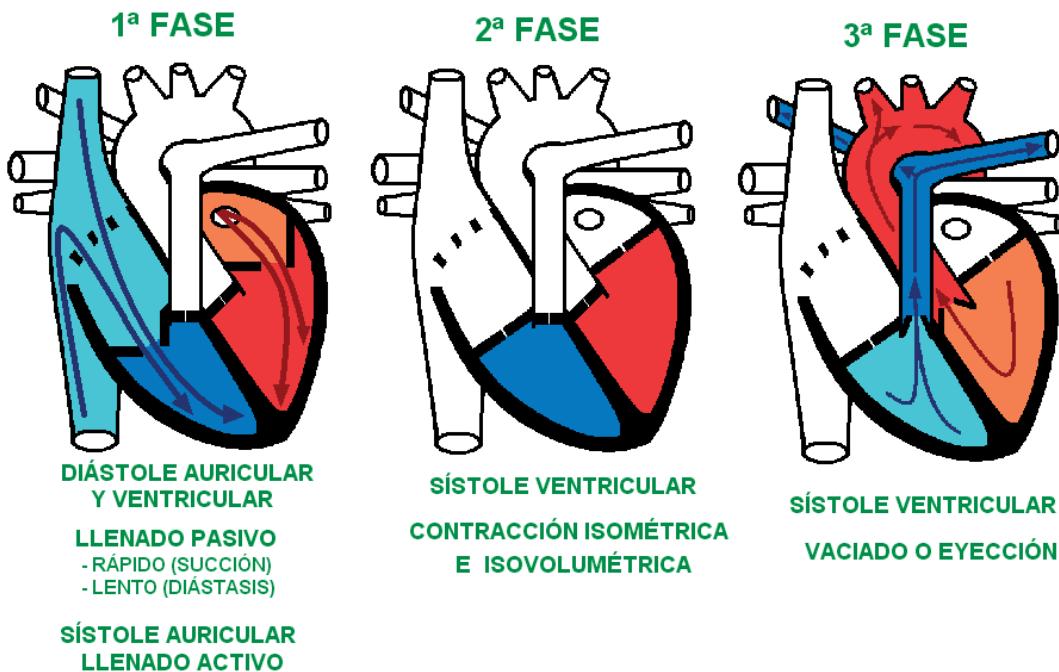


Todo este proceso, llamado «ciclo cardíaco mecánico», se reduce a saber lo que sucede en el corazón en una revolución completa, es decir, conocer cómo se llena y vacía.

**1<sup>a</sup> Fase) Llenado semipasivo:** con la válvula A-V abierta y la válvula V cerrada, el fluido cae libremente a la aurícula, y de ahí pasa al ventrículo, produciéndose una ligera succión con la relajación del ventrículo (bajada del pistón).

**2<sup>a</sup> Fase) Llenado activo:** con la válvula A-V abierta, se produce la sístole auricular (bajada del pistón auricular). Como consecuencia, el fluido pasa rápidamente y a presión al cuerpo ventricular.

**3<sup>a</sup> Fase) Expulsión:** inmediatamente al término de la sístole auricular, comienza la sístole ventricular (sube el pistón), comprimiendo fuertemente al ventrículo. Por presión se cierra la válvula A-V y se abre la válvula V, saliendo expulsado el fluido al exterior.



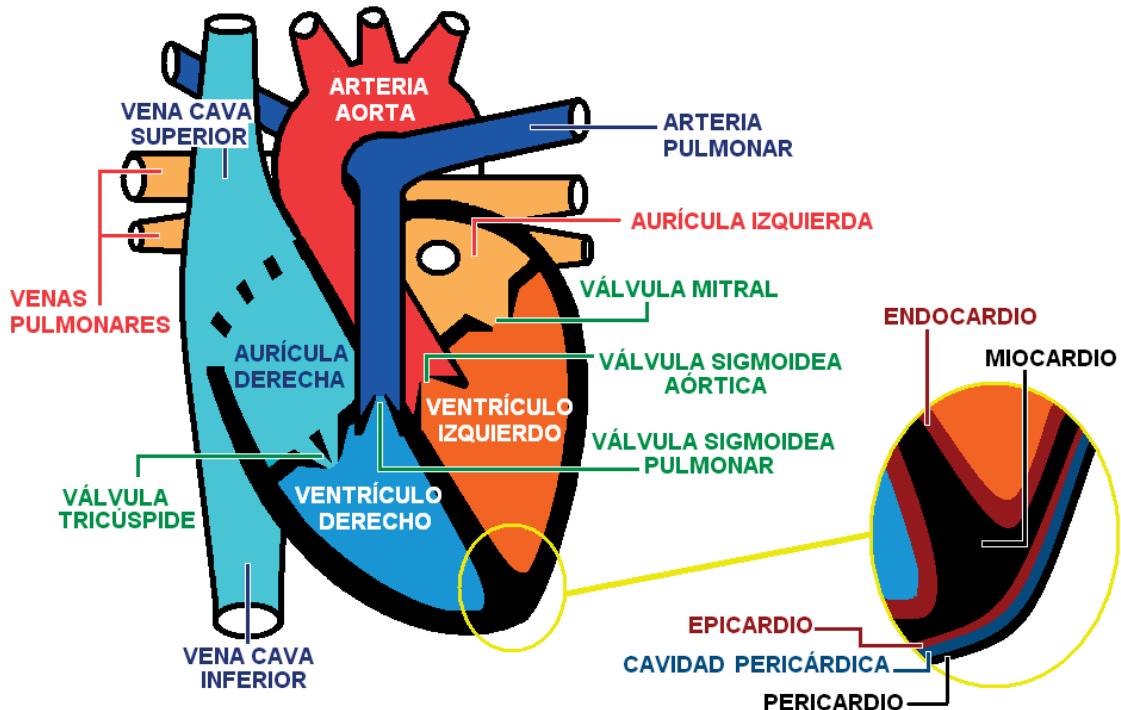
**b) Descripción anatómica y fisiológica**

Ampliamos la explicación mecánica, indicando que el corazón es un órgano muscular hueco, de una forma peculiar, dividido interiormente en las cuatro cavidades indicadas. Las dos cavidades superiores (aurículas) tienen la función de recibir la sangre que vuelve al corazón por las venas, es decir, el corazón se llena por las aurículas.

De las dos cavidades inferiores (ventrículos), parten las arterias, por las que sale la sangre del corazón para distribuirse por todo el organismo. En el corazón nunca se mezclan la sangre arterial y la venosa. Así hablamos de corazón derecho, cuyos dos cuerpos siempre contienen sangre venosa, y corazón izquierdo, que solo contiene sangre arterial.

El corazón tiene cuatro válvulas:

- Dos auricoventriculares A-V, cada una de ellas separa la aurícula y el ventrículo del mismo lado, llamándose «mitral» la izquierda y «tricúspide» la derecha. Su misión es impedir el reflujo de sangre hacia las aurículas durante la sístole ventricular.
- Dos ventriculares llamadas «sigmoideas», situadas una en la raíz de la aorta y otra a la salida de la arteria pulmonar. Su misión consiste en impedir que retroceda la sangre de estas arterias hacia los ventrículos, cuando finaliza la sístole ventricular y comienza la diástole de los ventrículos.

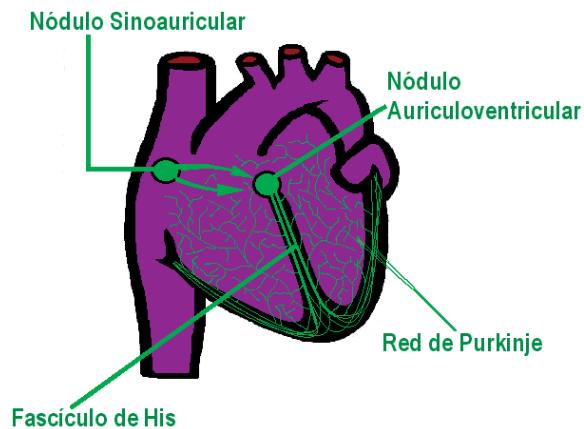


### c) Automatismo cardíaco

Todas las células del corazón tienen la propiedad de estimularse y como consecuencia, contraerse automáticamente. Esto quiere decir que no necesitan de estímulo exterior para hacerlo.

En lugares estratégicos del corazón, existen unas células que tienen esa propiedad automática de contracción de forma más acentuada e imponen su ritmo a las demás. A este conjunto de células «especialistas» se le llama «Sistema especializado de conducción», y está constituido por el «nódulo sinoauricular», situado en la aurícula derecha, que es donde se inician los impulsos (es el marcapasos del corazón) y desde ahí se excitan a la vez las dos aurículas. El impulso continua, con un ligero retraso, hasta el «nódulo aurículoventricular», situado en el tabique que separa los dos ventrículos, para proseguir por dos ramas nerviosas llamadas «Fascículo de His», que abrazan a los ventrículos y termina en una especie de red diseminada en los ventrículos, la «Red de Purkinje», que asegura que los dos ventrículos se contraigan sincrónicamente.

Esta estructura del sistema de conducción, garantiza que primero se estimulen las aurículas e inmediatamente después los ventrículos. De esta forma nunca puede coincidir la sístole ventricular y la auricular. El corazón, aunque es automático, está sujeto a un control del sistema nervioso que puede modular su automatismo, modificando su ritmo y adecuando su función a las necesidades de suministro de sangre.



#### d) Parámetros de la función cardíaca

**d.1) Ciclo cardíaco:** se denomina así a una revolución completa, o sea, a un llenado seguido de un vaciado del corazón.

**d.2) Frecuencia cardíaca (FC):** es el número de ciclos que realiza el corazón en un minuto. En reposo oscila normalmente, en un adulto sano, entre sesenta y setenta ciclos por minuto y en ejercicio intenso alrededor de los doscientos.

Las frecuencias cardíacas varían de un individuo a otro, por razones que pueden ser genéticas, ambientales o de adaptación.

Los hombres, en todas las edades, tienen como promedio de 5-10 p/m menos que las mujeres. La posición del cuerpo también interviene, y así la frecuencia puede aumentar, con respecto a la posición de tendido, en 10%-20%. Con altas temperaturas, se observa asimismo un aumento de la frecuencia cardíaca.

El entrenamiento produce variaciones, por adaptación, en la frecuencia cardíaca de los deportistas. Son clásicas las **bradicardias** (ritmo cardíaco lento), en reposo, de los atletas especialistas de resistencia. La **taquicardia** o ritmo acelerado durante el ejercicio o después del mismo es totalmente normal, dentro de unos valores, pero es preocupante si se produce en reposo, lo mismo que las **arritmias**, que son variaciones anormales del ritmo, unas veces rápido otras lento, e incluso con fallos, como si faltaran de vez en cuando pulsaciones. En estos casos es necesaria una valoración médica.

**d.3) Volumen sistólico:** es la cantidad de sangre que expulsa cada ventrículo en un ciclo, o lo que es lo mismo, en la sístole. En un varón adulto puede oscilar entre 60 y 70 mililitros. Esta cantidad no tiene por qué ser exactamente la capacidad del ventrículo, pues después de cada sístole queda un mínimo resto

de sangre en él (volumen residual). El exceso de volumen residual es índice de algún tipo de patología cardíaca.

**d.4) Volumen minuto o gasto cardíaco:** es la cantidad de sangre que expulsa el corazón en un minuto. Se calcula multiplicando el volumen sistólico por la frecuencia cardíaca. Para un volumen sistólico de setenta mililitros y una frecuencia cardíaca de setenta pulsaciones minuto, el gasto cardíaco sería de cuatro mil novecientos mililitros, o sea casi cinco litros, cantidad muy similar al total de sangre de un adulto. Se puede afirmar que toda la sangre del organismo es bombeada por el corazón en, aproximadamente, un minuto.

**d.5) Ruidos cardíacos:** de todos es conocido el peculiar sonido en dos tiempos del corazón.

El primero de ellos se debe al cierre de las válvulas auriculoventriculares (AV) al comienzo de la sístole ventricular, y el segundo corresponde al cierre de las válvulas ventriculares (V), aórtica y pulmonar, al comienzo de la diástole ventricular. Podríamos decir que los ruidos netos cardíacos son los «portazos» que dan las válvulas al cerrarse. A veces se producen alteraciones en estos ruidos, que pueden ser debidas a que el cierre de las válvulas no se efectúa adecuadamente y se manifiestan en forma de murmullos, soplos o silbidos, que no tienen por qué ser patológicos. No obstante, deberán ser apreciados y valorados por el médico.

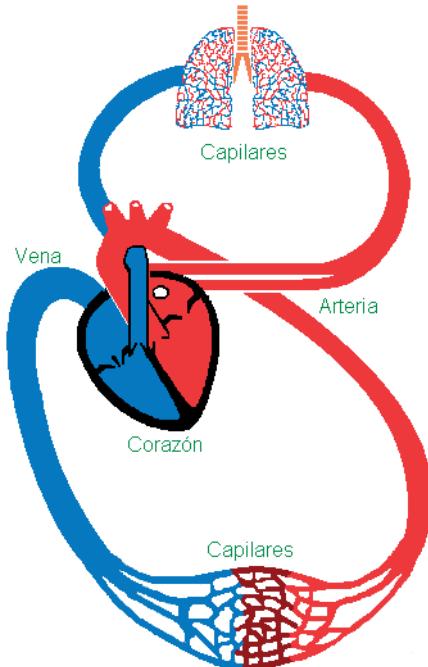
## 2.2 EL APARATO CIRCULATORIO

Es otro componente del sistema cardiovascular. Actúa debidamente conectado con el corazón y está constituido por una extensa red de «tuberías» con unas características especiales, para así poder cumplir con sus misiones logísticas de conducción, distribución e intercambio, llevando a las células el oxígeno y nutrientes que necesita y retirando los residuos. Además coopera en regulación térmica del organismo.

A esta estructura de tuberías, se le llama también «aparato vascular» y a los tubos se les conoce como «vasos sanguíneos».

A los vasos que llevan sangre desde todo el cuerpo al corazón se les denomina «venas» y a los que, desde el corazón, conducen la sangre al conjunto del organismo se les llama «arterias».

Las arterias mayores, conforme se van alejando del corazón, se ramifican en conductos cada vez más numerosos y estrechos (arteriolas), hasta derivar en los capilares, que son tubos de calibre microscópico especializados en el intercambio con las células que riegan.



Asimismo, los capilares enlazan con la red de venas de pequeño calibre (vénulas), que paulatinamente van aumentando de tamaño en su camino hacia el corazón, reduciendo sus ramas y aumentando su calibre hasta convertirse en venas.

El corazón, las arterias, los capilares y las venas, están perfectamente unidos formando un circuito cerrado.

#### **a) Las arterias**

Las arterias para cumplir con sus funciones de conducción, distribución y redistribución, están constituidas por unos tubos flexibles estructurados con distintas capas de diferentes tejidos (conjuntivo, muscular y elástico), que le dan la consistencia, fuerza y elasticidad necesarias.

Las arterias no son conductos inertes que se limitan al simple transporte de la sangre, sino que toman parte activa en la circulación, merced a su composición elástica y muscular. Si las arterias fuesen rígidas, la sangre avanzaría con cada impulso ventricular, deteniéndose en el momento de la diástole, pero debido a la elasticidad de sus tejidos, las arterias se dilatan por efecto de la presión del fluido para, inmediatamente, recuperar su estado anterior, cooperando a que la corriente sanguínea discurra de forma más continua.

La red arterial se extiende abrazando a todo el organismo como las ramas de un árbol, y sus conductos tienen la propiedad de variar su calibre, no solo por la presión física interior o exterior, sino como resultado de estímulos humorales o nerviosos. A la ampliación de los calibres se llama «vasodilatación» y a la reducción, «vasoconstricción».

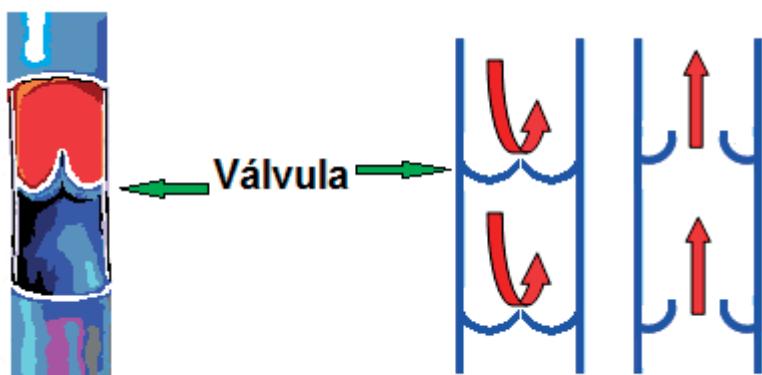
Para llevar a cabo la misión de distribución y redistribución sanguínea, la red arterial actúa mediante la vasodilatación y vasoconstricción, ampliando o reduciendo la circulación de la sangre, permitiendo el paso a los lugares donde más se necesita y sustrayéndola de los órganos más inactivos en ese momento.

#### **b) Las venas**

Las venas, con la única misión de conducción, tienen una estructura similar a la de las arterias, aunque con menos tejido elástico y muscular, lo que las hace ser

más laxas. Para compensar esta deficiencia y facilitar el retorno de la sangre hacia el corazón, poseen unas válvulas anti-retorno, asegurando así que el flujo sanguíneo vaya en un solo sentido, impulsado por la presión de los músculos esqueléticos que rodean a las venas, ya que la presión que puede mandar el corazón, en el territorio venoso, es muy baja.

Las venas igual que las arterias, se ramifican profusamente en conductos menores y también, aunque con menos capacidad, pueden modificar sus calibres.



### c) Los capilares

Los capilares son vasos microscópicos (grosor de un cabello), de membrana permeable, que permite el intercambio de determinadas sustancias entre la sangre y las células de los tejidos. Forman una extensa malla en todo el organismo, de forma que cualquier célula siempre tiene próximo un capilar.

Todo el sistema cardiovascular tiene como finalidad el asegurar una eficiente función de sus capilares.

Es oportuno aclarar que solo se produce intercambio en los capilares, ya que el corazón, las arterias y las venas, en sus tejidos íntimos, son impermeables a la sangre, es decir, no pueden «aprovechar» la sangre que impulsan y conducen, por lo que, como en todos los demás tejidos, deben disponer de una red propia de capilares que aseguren el intercambio.

En el caso del corazón, la red capilar es tupidísima, siendo este órgano uno de los más capilarizados del cuerpo humano.

**d) La sangre**

El último componente del sistema por estudiar es la sangre. Este fluido cumple con las misiones de transporte, distribución, evacuación y coopera en la regulación térmica.

El volumen total de sangre del organismo varía esencialmente según el tamaño del individuo. Se estiman como volúmenes medios, en el hombre adulto valores entre cinco y seis litros, y en la mujer adulta entre cuatro y cinco litros.

En la sangre hay que distinguir dos fracciones fundamentales: el plasma, que representa aproximadamente el sesenta por ciento del total, y la fracción corposcular, que ocupa el cuarenta por ciento que resta.

El plasma está constituido en casi un noventa por ciento por agua, y el diez por ciento restante, por proteínas y otras sustancias disueltas. En la fracción corposcular, el noventa y nueve por ciento son glóbulos rojos y lo demás, glóbulos blancos y plaquetas.

La sangre tiene como misión fundamental transportar oxígeno y nutrientes a las células, y retirarles el anhídrido carbónico y los residuos sobrantes.

El estudio analítico de la sangre es muy importante para diagnosticar el estado de salud o enfermedad del individuo.

**2.3 ORGANIZACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA**

Como ya indicamos, el sistema funciona como un aparato hidráulico, con una doble bomba conectada a dos circuitos independientes cerrados, donde el fluido no se vierte al exterior, solo circula.

Desde el punto de vista fisiológico, se dice que la circulación es «completa» porque en el corazón nunca se mezclan la sangre arterial y la venosa. Cada una ocupa una de sus mitades.

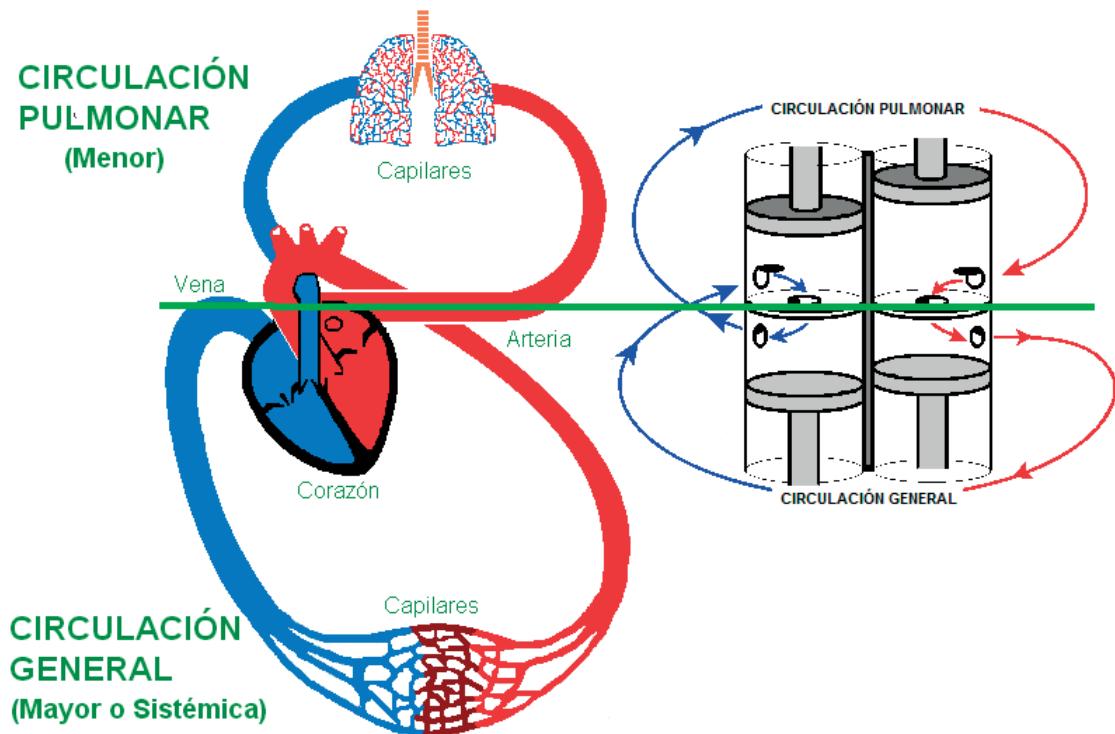
Así recalcamos, que la aurícula y el ventrículo derechos contendrán siempre sangre venosa, y la aurícula y el ventrículo izquierdos contendrán sangre arterial.

El tabique que separa las dos mitades del corazón impide que se produzcan trasvases de una mitad a la otra.

También en fisiología se dice que la circulación es doble, por tener dos circuitos cerrados e independientes:

- El circuito mayor, general o sistémico, parte del ventrículo izquierdo; llega a la arteria aorta; se ramifica en arterias cada vez menores, hasta enlazar con los capilares, que a su vez conectan con la red venosa, que confluyen en las venas cava, hasta retornar a la aurícula derecha. Este circuito está diseñado para suministrar a todas las células nutrientes y oxígeno, y retirarles los productos de desecho.
- El circuito menor o pulmonar, parte del ventrículo derecho; sigue por las arterias pulmonares hasta enlazar con los capilares pulmonares, conectando con las venas pulmonares para llegar a la aurícula derecha. Su función específica es conducir la sangre a los pulmones para liberarla del exceso de anhídrido carbónico, captar el oxígeno necesario y llevarla de nuevo al corazón una vez oxigenada.

El siguiente gráfico ilustra sobre la organización del sistema.



## 2.4 PARÁMETROS DE LA FUNCIÓN CIRCULATORIA

### a) *El pulso arterial*

Al estar constituido el sistema por circuitos cerrados sin ningún conducto vacío, cada vez que el ventrículo izquierdo se contrae, vacía a presión en la aorta

la sangre que contiene; esta cantidad adicional de sangre presiona y empuja a la que había en esa arteria antes de la contracción ventricular, que a su vez también empuja a la sangre de las ramificaciones, creándose una onda de expansión que se manifiesta con una dilatación brusca de las arterias, que comienza en la raíz de la aorta y se propaga por toda la red arterial, amortiguando gradualmente su intensidad, conforme se va aproximando a los capilares y se va alejando del corazón.

La onda de expansión se puede palpar, y es lo que constituye el pulso (normalmente se toma en la arteria radial de la muñeca o en la arteria carótida del cuello).

#### **b) Presión o tensión arterial**

Como ya se ha indicado anteriormente, para que la sangre pase desde el corazón a las arterias y circule, necesita ser impulsada por este con fuerza, o sea, debe someterse a una presión.

Como consecuencia, las elásticas paredes de las arterias están sujetas a una continua y oscilante tensión que debe variar entre unos márgenes fisiológicos. Estos límites están relacionados con dos valores:

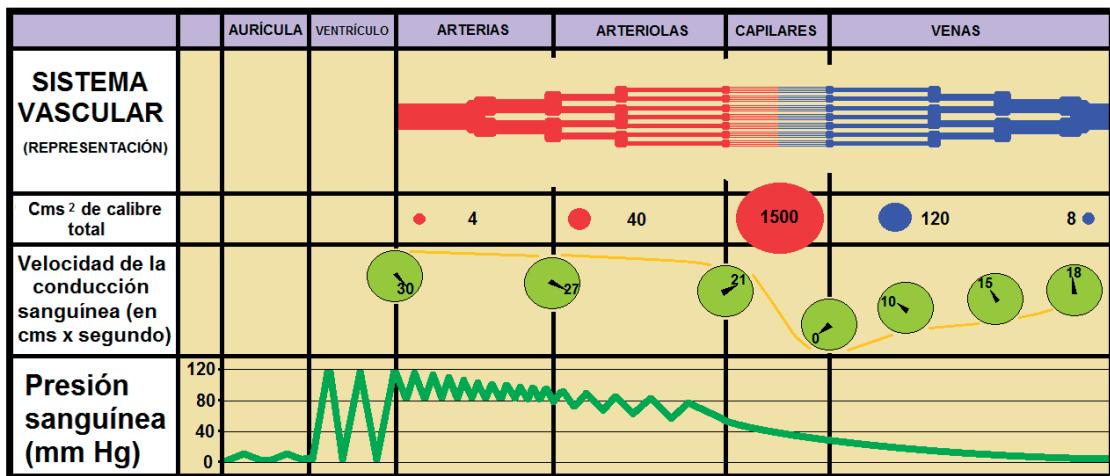
- La tensión o presión sistólica, que indica la presión máxima del flujo, producida por el impulso de la sístole ventricular.
- La presión diastólica, que señala el valor de la presión del flujo durante la diástole ventricular.

Los valores normales de tensión en reposo, de jóvenes adultos, fluctúan alrededor de 12 mm Hg en la máxima o sistólica y 7 mm Hg en la diastólica.

Registros en reposo superiores a 14 mm Hg en la sistólica o 9 mm Hg en la diastólica, aconsejan un seguimiento médico.

#### **c) Dinámica del flujo**

Para ilustrar cómo se comporta el flujo sanguíneo dentro del sistema, en el siguiente gráfico se dan datos orientativos sobre las áreas en las que discurre, velocidad y presiones medias que alcanza en las distintas zonas.



## 2.5 ADAPTACIONES DEL SISTEMA CARDIOVASCULAR MEDIANTE EL EJERCICIO SISTEMÁTICO

La realización de ejercicio físico, aumenta la actividad metabólica de los músculos, pues para su acción necesitan más oxígeno y sustancias nutritivas, y por otra parte también tienen que librarse de más residuos.

Para solucionar la necesidad de este incremento metabólico, el sistema se adapta aumentando y redistribuyendo el flujo sanguíneo hacia la musculatura activa, a la vez que propicia un mejor aprovechamiento del oxígeno y nutrientes que transporta.

Las respuestas adaptativas del sistema ante el ejercicio físico son:

### a) Aumento del volumen minuto

Si recordamos, el volumen minuto se calculaba multiplicando el volumen sistólico por la frecuencia cardíaca.

Al realizar un ejercicio, la respuesta inmediata, con el fin de aumentar el flujo, es incrementar la frecuencia cardíaca en proporción a la intensidad del esfuerzo, pero esta acción tiene un límite, pues cuando la frecuencia se aproxima a las 180 p/m, el corazón no tiene tiempo para llenarse totalmente en la fase diástólica, reduciéndose en parte el volumen sistólico, de modo que con la acción del aumento de frecuencia, solo se puede incrementar, como mucho, tres veces el volumen minuto en reposo.

Otra respuesta más tardía es incrementar, de algún modo, el volumen sistólico. Para ello, se debe lograr que el corazón se llene más (aumentando

la capacidad de los ventrículos), y que se vacíe mejor (disminuyendo el volumen residual).

Para conseguir que aumente la capacidad de los ventrículos, no hay más procedimiento que recurrir a incrementar el retorno venoso. Esto se logra mediante ejercicios generales, no intensos, de los grandes grupos musculares, que con sus contracciones comprimen las venas que los atraviesan, aumentando el flujo de retorno al corazón, el cual ante este aumento de volumen sanguíneo, dilata sus cavidades elásticamente acogiendo más cantidad de fluido.

Según la ley de Starling, la fuerza de contracción de la fibra muscular, es directamente proporcional a su longitud inicial. Por tanto, si se aumenta la capacidad de los ventrículos «estirando» sus fibras musculares mediante el retorno venoso, también conseguiremos que se contraiga mejor, cooperando a reducir el volumen residual.

Otro procedimiento eficaz para conseguir que el corazón se vacíe más, es aumentar la fuerza de contracción del músculo cardíaco, hipertrofiando su masa muscular. La manera de conseguirlo es realizando ejercicios intensos que dificulten de algún modo la circulación arterial, lo que obligará al corazón a ejercer más fuerza para vencer la resistencia que representan los músculos esqueléticos presionando, en sus contracciones, sobre las arterias que los atraviesan.

Lo que también es cierto es que en los entrenamientos de fuerza de alta intensidad, si no se combinan con actividades de resistencia aeróbica, se puede provocar, a la larga, una hipertrofia «hacia dentro» del músculo cardíaco, reduciendo su capacidad auriculoventricular.

De esta forma, combinando actividades musculares intensas y ejercicios generales más suaves, se conseguirá que el corazón se adapte y mejore sus prestaciones.

A la adaptación del corazón al ejercicio se la ha llamado «corazón de atleta», o «corazón grande» y que antes se identificaba con una silueta, no patológica, superior a la normal.

Hoy día, este concepto está superado y se considera «corazón de atleta» no al más grande, sino aquel que se vacía mejor, que es cuando mayor diferencia hay entre las siluetas del corazón lleno (en diástole) y del corazón vacío (en sistole).

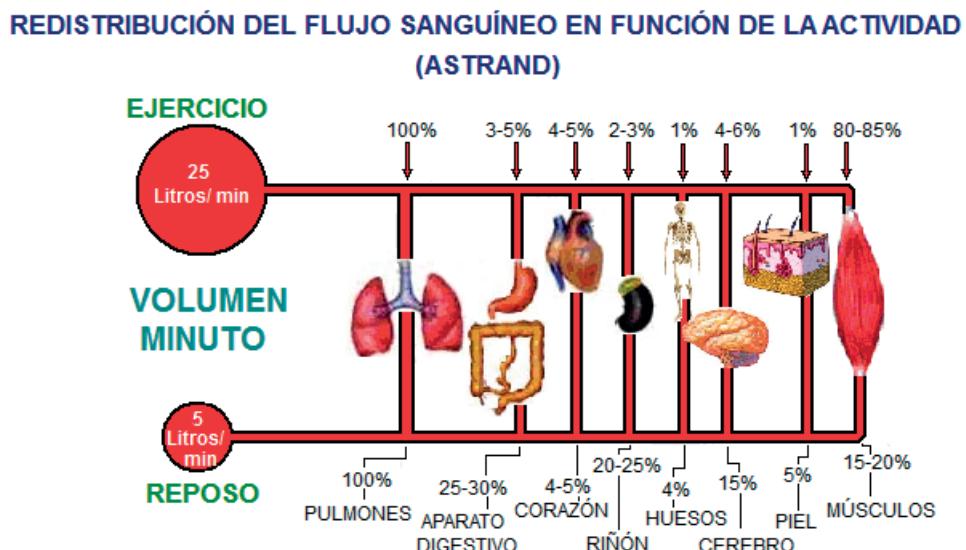
### **b) La redistribución periférica**

Es una respuesta encaminada a retraer sangre de unas zonas del organismo, para aportarla a otras zonas que la necesitan con más urgencia en ese momento.

En el caso del ejercicio físico, la retraería de otras zonas para abastecer en más cantidad a los músculos. Para ello, el aparato circulatorio se comporta como un sistema agrícola de regadío por inundación, abriendo y cerrando las acequias, según las necesidades de fluido de cada zona.

En el cuerpo humano, esta función se desarrolla por las acciones de vasodilatación y vasoconstricción ya descritas.

Los ajustes de tamaño de la luz (calibre) de los vasos, se originan como consecuencia del desencadenamiento de estímulos nerviosos y humorales, que se producen por la información de múltiples sensores diseminados en el organismo, que alertan sobre desequilibrios en los niveles fisiológicos de oxígeno y anhídrido carbónico en determinadas zonas.



Con la adaptación al ejercicio físico, todos estos ajustes se realizan más eficazmente.

### c) Aumento de la extracción de oxígeno por los músculos

Comparando la diferente cantidad de oxígeno que transporta la sangre arterial y venosa en reposo y en ejercicio, se observa que esta diferencia se incrementa durante el ejercicio, lo que indica una mayor transferencia de oxígeno desde la sangre al músculo.

Mediante el proceso de adaptación, se amplía la red de capilares y se facilita el intercambio.

Con un entrenamiento adecuado se mejoran las prestaciones del sistema cardiocirculatorio, siendo las «adaptaciones» más significativas las siguientes:

- Aumento de cavidades cardíacas.
- Hipertrofia del miocardio.
- Incremento del volumen sistólico.
- Reducción de la frecuencia cardíaca en reposo.
- Aumento de la densidad capilar.
- Más eficaz redistribución periférica.
- Incremento del volumen sanguíneo.
- Mayor diferencia de arterio-venosa de O<sub>2</sub>
- Mejor funcionamiento de la termorregulación.

Las «respuestas» más llamativas del sistema cardiovascular con el ejercicio se expresan, con aproximación, en el siguiente cuadro, donde se exponen algunas comparaciones de parámetros del sistema en reposo y en esfuerzo:

	REPOSO	ESFUERZO	AUMENTO
Frecuencia Latidos/min.	60 - 70	210 - 220 se eleva al aumentar la intensidad	Hasta 3-5 veces (taquicardia)
Descarga Sistólica	70 ml.	Hasta 150 ml.	Hasta el doble o más
Volumen/min.	5,6 l.	Hasta 30 l.	Hasta 5 veces
Tensión Arterial	Max. 12 Min. 8-9	Max. aumento hasta 20 Min. Varía poco	Puede haber gran tensión diferencial
Vasodilatación (piel, músculos, etc.) Vasoconstricción abdominal (territorio esplácnico, riñones, etc.)	Equilibrio vasomotor	Aumentan por efecto de ácido láctico, CO <sub>2</sub> , Metabolitos, Termorregulación, etc.	

### 3. SISTEMA RESPIRATORIO

El sistema respiratorio tiene como misión fundamental suministrar, desde el exterior, oxígeno al organismo y eliminar el dióxido de carbono.

Cumple su cometido mediante la llamada «función respiratoria», que engloba dos procesos: la ventilación y la respiración, muy ligados entre sí y que son razón y consecuencia uno del otro:

- El proceso de ventilar no es más que la acción mecánica de introducir y sacar aire de los pulmones.
- El proceso de respirar es más complejo. Tiene como principal finalidad proporcionar a las células el oxígeno preciso para que puedan desempeñar sus misiones específicas, pudiendo de este modo obtener la energía necesaria mediante la combustión de determinadas sustancias químicas.

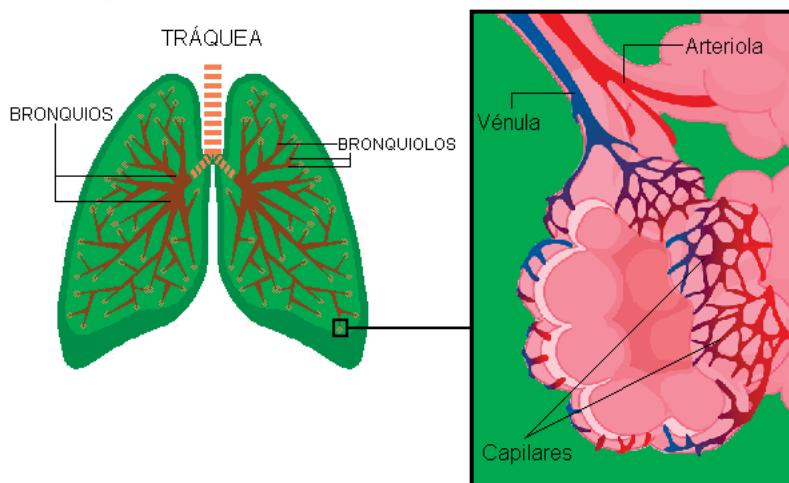
El sistema realiza la «función respiratoria» según la siguiente secuencia:

1. Entrada de aire en los pulmones.
2. Intercambio de gases en los capilares alveolares.
3. Transporte de gases en la sangre a todo el organismo, e intercambio de gases en los tejidos.
4. Salida de aire de los pulmones.

### 3.1 DESCRIPCIÓN ANATÓMICA

El aparato respiratorio, en síntesis, está constituido por unos orificios al exterior (nariz y boca) y unos conductos (faringe, laringe, tráquea, bronquios y bronquiolos), que terminan en millares de racimos de pequeños saquitos (alvéolos), tapizados por una muy tupida red de capilares sanguíneos.

Es en los alvéolos, a través de sus membranas permeables, donde se producen los intercambios de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> a nivel pulmonar. Las ramas de bronquios, el conjunto de los alvéolos, y otros componentes como las arterias y venas pulmonares, constituyen dos masas esponjosas llamadas pulmones y que ocupan la mayor parte del tórax del ser humano.



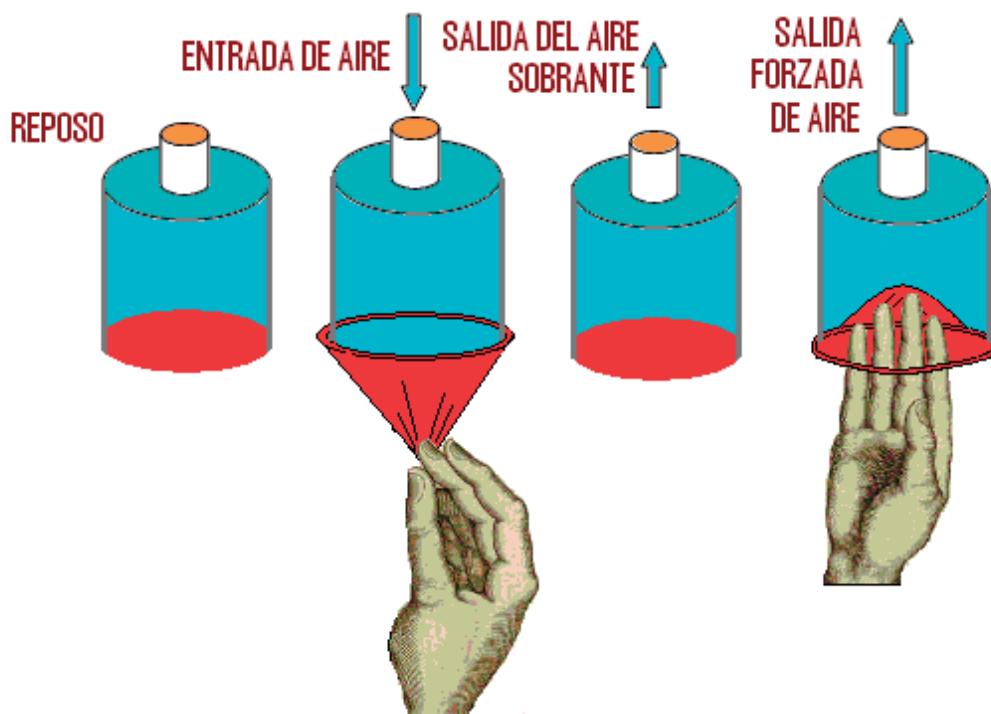
A su vez, los pulmones están limitados por su parte inferior por el diafragma, que es un músculo en forma de lámina que cuando está en reposo es convexa hacia la parte alta de los pulmones y que se aplana cuando se contrae.

Los pulmones se presentan totalmente adheridos a la caja torácica mediante el llamado «tejido pleural», que es una especie de saco de tejido conectivo que envuelve a los pulmones, obligándoles a adaptarse a las variaciones de capacidad y volumen del tórax.

### 3.2 MECÁNICA VENTILATORIA

La entrada y salida de aire en los pulmones se produce en forma similar a la del dibujo del artificio neumático de la figura siguiente, que representa a una botella cuya base es elástica.

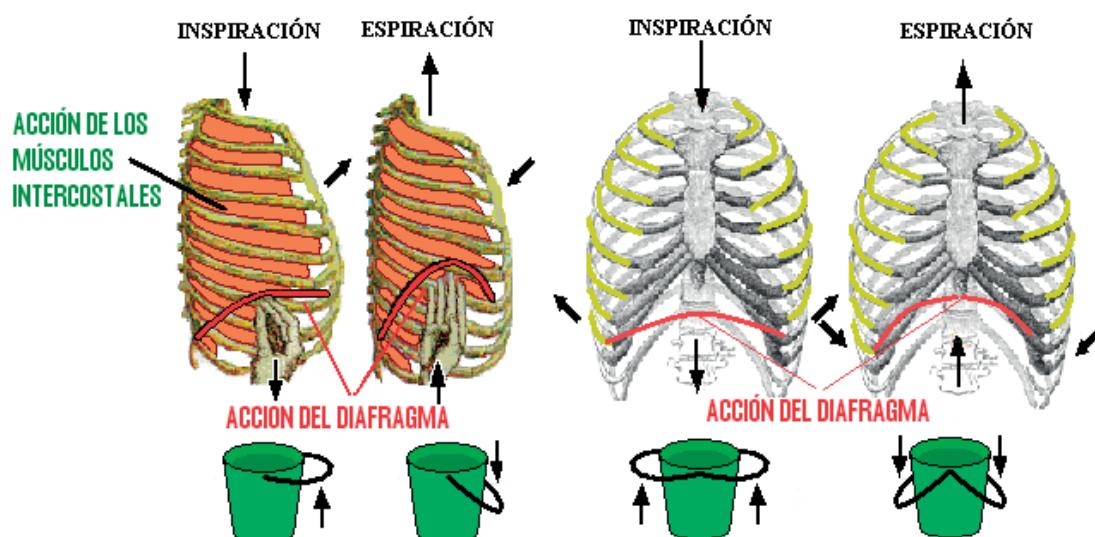
Vemos que la fase de inspiración (entrada de aire), es inducida por la tracción de la mano en la base elástica (simula la acción del diafragma), que aumenta la capacidad de la botella, produciéndose un vacío y como consecuencia la entrada de aire por el único orificio abierto, la boca de la botella.



En la fase de exhalación (salida de aire), la elasticidad de la base tiende a recuperar su posición inicial de reposo, e incluso puede subir más si se le fuerza

con la presión de la mano. En ambos casos, se reduce la capacidad de la botella con respecto a la fase de inspiración, y el aire sobrante es expulsado por la boca al exterior.

En el organismo humano, la botella es el tórax y la base elástica es el diafragma (en el dibujo hemos superpuesto las manos para indicar el movimiento del diafragma). Se cuenta además, para la mecánica ventilatoria, con el concurso de los músculos intercostales que actúan sobre las costillas y esternón, las primeras mediante un movimiento lateral similar al de las asas del cubo de la figura y el esternón con un ligero movimiento anteroposterior.



La inspiración se produce por la contracción y acción coordinada de los músculos intercostales y del diafragma, así como por la disposición y articulación de las costillas. Como consecuencia, el volumen de la caja torácica aumenta, distendiendo a su vez a los pulmones y produciendo la entrada de aire.

Mediante la relajación de los expresados músculos, el tórax vuelve a su posición y volumen normal, efectuándose la espiración o salida de aire. Vemos que las variaciones de amplitud de tórax dependen del grado de contracción y relajación de los llamados músculos respiratorios.

### 3.3 PROCESO RESPIRATORIO

La respiración se produce por el fenómeno físico de la difusión y para que este proceso se lleve a cabo con eficacia en los diferentes tejidos del organismo humano, son imprescindibles tres requisitos:

- Proximidad y contacto.
- Membranas permeables que permitan las transferencias deseadas.
- Diferencias de concentración o presión a ambos lados de las membranas, para que se propicien las transferencias.

Para su estudio, vamos a considerar tres sucesos, que en la realidad se producen simultáneamente y sin solución de continuidad en las distintas partes del cuerpo:

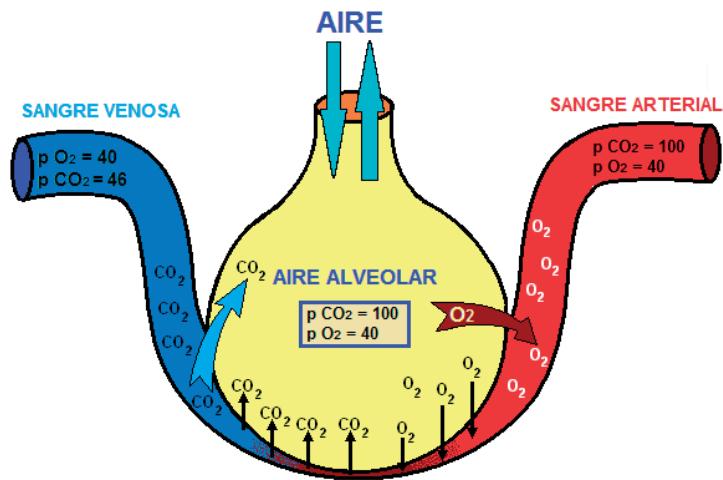
#### a) *Intercambio de gases en los pulmones*

El aire atmosférico contiene aproximadamente un 21% de oxígeno y un 0,04% de dióxido de carbono.

En la intimidad de los pulmones, el aire exterior se mezcla con el aire residual (el que queda siempre en los alvéolos), y por tanto los valores de oxígeno y dióxido de carbono son distintos.

Siguiendo la ley de Dalton, en el exterior, para una presión atmosférica de 760 mm, correspondería una presión parcial de oxígeno de 160 mm. y una presión de dióxido de carbono de 0,3 mm, aproximadamente. Sin embargo, en los alvéolos la presión parcial de oxígeno sería de 100 mm y de 40 mm para el dióxido de carbono.

La sangre venosa que llega a los capilares pulmonares de los alvéolos, procede de los diversos tejidos del organismo, a los que ha cedido parte del oxígeno que transportaba y les ha retirado el exceso de dióxido de carbono.



En esa sangre venosa, se pueden dar valores medios de 40 mm en la presión parcial de oxígeno, y de 46 mm en la de dióxido de carbono.

Al darse todos los requisitos, a nivel pulmonar se produce la «difusión» de gases, fenómeno tendente a equilibrar las presiones de capilares y alvéolos.

Este equilibrio se logra, fisiológicamente, cuando en la sangre dispuesta a abandonar los capilares pulmonares, se llega a un nivel de concentración de gases con valores de presión de oxígeno y dióxido de carbono idénticos a los del aire alveolar, o sea 100mm. para el oxígeno y 40mm. para el dióxido de carbono.

Se puede decir que toda la actividad respiratoria va encaminada a mantener constante la composición del aire alveolar.

#### **b) Transporte de gases en la sangre**

La sangre capta y asimila el oxígeno mediante la hemoglobina, que es una proteína contenida en los glóbulos rojos de gran afinidad con el oxígeno, con el que se combina, reversiblemente, formando oxihemoglobina. Mediante este vehículo, el oxígeno llega a todas las células del cuerpo.

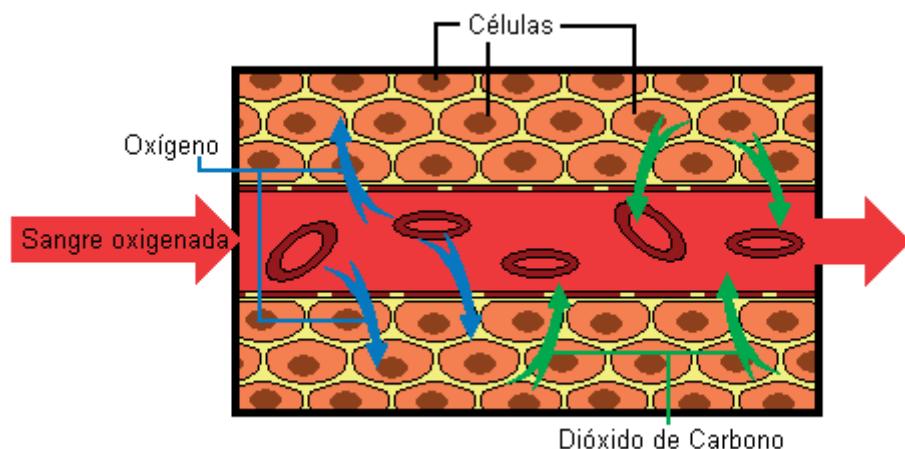
El dióxido de carbono viaja en su mayor parte disuelto en el plasma sanguíneo y también asociado con la hemoglobina.

#### **c) Intercambio de gases en los tejidos**

Cuando la sangre arterial llega a los distintos tejidos del organismo, las presiones parciales de oxígeno y dióxido de carbono, siguen siendo similares a las del aire alveolar, o sea 100 mm de oxígeno y 40 mm de dióxido de carbono.

Las células, debido a su actividad metabólica, consumen oxígeno y generan dióxido de carbono, manifestando un desequilibrio con respecto a las presiones de esos gases en los capilares que portan sangre arterial.

Al entrar en contacto la sangre capilar arterial con los tejidos, y debido a las diferencias de presiones parciales, se produce la reacción inversa a la que se efectuaba en los alvéolos, es decir, la sangre cede oxígeno y recupera dióxido de carbono, convirtiéndose en sangre venosa, y circulando ya por la red venosa regresa al corazón, iniciándose de nuevo el ciclo.



Es conveniente indicar que para romper la afinidad del oxígeno con la hemoglobina, además de la diferencia de presión parcial de oxígeno entre la sangre y el tejido, es necesario que haya también desequilibrios en las presiones parciales de dióxido de carbono. Si por alguna causa, estas últimas diferencias disminuyen, la hemoglobina se resiste a ceder el oxígeno. Es como si las tasas de dióxido de carbono «empujaran» al oxígeno a pasar a los tejidos.

### 3.4 REGULACION DE LA RESPIRACIÓN

Como ya se ha descrito, la mecánica respiratoria depende de la actividad de los músculos respiratorios. Estos músculos, como la mayoría de los músculos esqueléticos, funcionan de forma voluntaria pero, en este caso, también funcionan de forma automática, regulados por las órdenes que emanan del «Centro Respiratorio», que es un conjunto de neuronas especiales, situadas en el tronco encefálico.

El Centro Respiratorio recibe comunicación puntual, mediante receptores sensibles a las variaciones de CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, PH, etc., que situados en zonas estratégicas, transmiten, tanto por vía hormonal como nerviosa, información de situaciones o aspectos que demandan una determinada actividad respiratoria, tales como el reposo, el ejercicio físico, estado emocional, temperatura corporal, etc.

El Centro Respiratorio, responde transmitiendo órdenes a la musculatura respiratoria, sin que la voluntad del individuo intervenga, regulando la respiración, en frecuencia y profundidad, a tenor de lo que cada situación requiera.

### 3.5 PARÁMETROS DE LA FUNCIÓN RESPIRATORIA

- **Ciclo respiratorio:** es el conjunto de una inspiración seguida de una espiración.
- **AA** (aire alveolar): volumen de aire que contienen los alveolos.
- **VC** (volumen corriente): cantidad de aire que se inspira y se expira normalmente. Es la suma del AA (aire alveolar) y el volumen del espacio muerto (tráquea, bronquios...).
- **VRI** (volumen de reserva inspiratoria): cantidad de aire que entra de más en una inspiración forzada.
- **VRE** (volumen de reserva espiratoria): volumen de aire que se expulsa de más en una espiración forzada.
- **CV** (capacidad vital): es la máxima cantidad de aire que se puede espirar después de una inspiración forzada.

- **VR** (volumen residual): cantidad de aire que queda siempre en los pulmones, después de una espiración forzada.
- **CPT** (capacidad pulmonar total): es la máxima cantidad de aire que pueden albergar los pulmones.
- **Frecuencia respiratoria:** es el número de veces que se repite el ciclo respiratorio por minuto. El ritmo respiratorio depende de muchas circunstancias, tales como la edad, estado emocional, temperatura, etc.

En el siguiente gráfico se señalan volúmenes aproximados de aire en un individuo adulto con una capacidad total pulmonar de 6 litros.

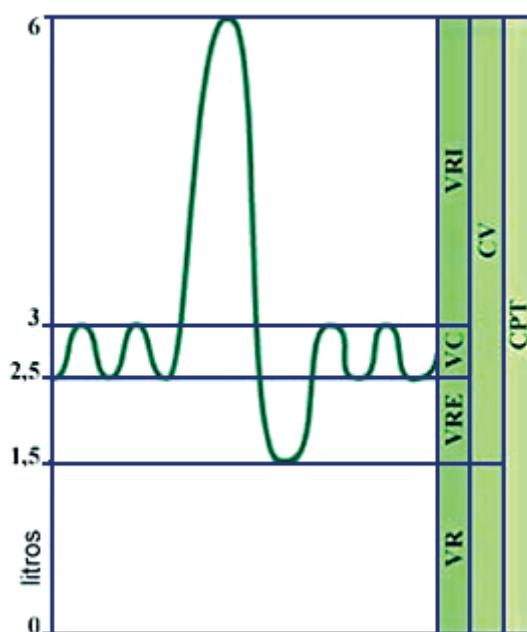


Tabla de respiraciones normales, en reposo, por minuto según la edad.

EDAD	RESPIRACIONES / MIN.
1 año	28-30
2 años	24-28
5 años	21-25
10 años	20-22
15 años	17-21
20 años	18
30 años	16

Con el ejercicio, debido a la necesidad de un mayor aporte de oxígeno, la frecuencia respiratoria se eleva en función de la intensidad del esfuerzo, alcanzándose valores de frecuencias de 40-50 ciclos por minuto.

A partir de este margen, la respiración es cada vez menos eficaz, pues no da tiempo a que el oxígeno del aire exterior se mezcle con el aire alveolar, ya que es expulsado desde los conductos antes de alcanzar los alvéolos, impidiendo que el aire se renueve.

- **Consumo de oxígeno**

Es la cantidad de  $O_2$  que el individuo «utiliza» respirando aire atmosférico, y que debe estar en concordancia con la duración e intensidad de la actividad desarrollada. No obstante, llega un momento en que, aún aumentando la intensidad del esfuerzo, el organismo es incapaz de incrementar la absorción de oxígeno; se dice entonces que el individuo ha llegado a su **«máximo consumo de oxígeno»** o al **«volumen máximo de oxígeno»** ( $VO_2$  máx.). Se expresa en litros de oxígeno consumidos por minuto, o de un modo más concreto, en mililitros de  $O_2$  consumidos en un minuto, por kilogramo de peso corporal.

Se ha asociado un alto registro de consumo máximo de oxígeno con un buen rendimiento físico, sobre todo en los deportes en los que la resistencia es la cualidad principal.

El volumen máximo de oxígeno depende en gran medida de factores genéticos, por lo que el incremento del consumo máximo de oxígeno mediante el entrenamiento es relativamente limitado. Algunos autores aseguran que la mayor mejora que se puede obtener es de aproximadamente un 20% con respecto al nivel inicial, antes del entrenamiento.

Entre los elementos que influyen en el mayor o menor consumo de oxígeno de una persona, son menores los de origen central (pulmones), que los de origen periférico (transporte y aprovechamiento por las células musculares).

### **3.6 ALGUNOS PROBLEMAS ASOCIADOS CON LA RESPIRACIÓN DURANTE EL EJERCICIO**

#### **a) Flato o dolor del costado**

Cuando se realizan esfuerzos relativamente prolongados, poco progresivos o de una intensidad para la que no se tiene la preparación adecuada, pueden aparecer dolores en la parte superior derecha del abdomen cerca del hígado, que obligan al atleta a bajar el ritmo del ejercicio e incluso a parar.

No se sabe a ciencia cierta cuál es el origen de esta dolencia, barajándose varias hipótesis:

- Se aventura que puede ser debida a un inadecuado aporte de sangre y oxígeno a los músculos respiratorios.
- Es posible que se deba a un espasmo, calambre o una contractura dolorosa del diafragma, originada por muy diversas razones, entre ellas, la falta de riego sanguíneo a dicho músculo.
- Otra causa puede ser la irritación dolorosa de la membrana peritoneal cuando roza el estómago lleno (dilatado); este roce se produce por los vaivenes propios de la carrera y los movimientos respiratorios. Por eso se aconseja comer poco y beber con moderación antes del ejercicio.
- Una opción bastante divulgada, es que ese dolor es consecuencia de acumulación de gases en el tubo digestivo, formando bolsas que de algún modo oprimen y dificultan la acción del diafragma.

El porqué aparecen estos síntomas con más frecuencia en principiantes o en individuos poco entrenados, puede ser debido a diversas causas:

- Una deficiente mecánica ventilatoria con excesivo ritmo respiratorio.
- Cierta flacidez abdominal, que conlleva la deglución de aire que termina formando las aludidas bolsas.

### **b) Hiperventilación**

Cuando voluntaria o involuntariamente, se incrementa de forma exagerada el ritmo ventilatorio (muchos nadadores lo realizan inmediatamente antes de la prueba, con la idea de captar más oxígeno), se provoca la llamada «hiperventilación» que conduce a una eliminación acelerada de anhídrido carbónico. Esto, que en principio parece ser un beneficio, puede originar respuestas no deseadas y peligrosas.

Cuando se realiza una hiperventilación intensa, la presión parcial de dióxido de carbono en los alvéolos puede bajar hasta aproximarse a 15mm.

En esas circunstancias, los receptores sensibles al dióxido de carbono informan al «centro respiratorio» que no es necesario eliminarlo, por lo que el centro reduce el impulso ventilatorio (menos deseos de respirar, se puede aguantar más sin tomar aire).

Con esta maniobra, los aludidos nadadores mejoran la capacidad de contener la respiración más tiempo, pero con peligro, puesto que en los tejidos se sigue consumiendo oxígeno y puede llegar un momento en el que los sensores de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> entren en conflicto y no informen al «centro respiratorio» de la necesidad de oxígeno en los músculos activos y en el cerebro, llegando a ser

insuficiente el aporte de O<sub>2</sub>, produciéndose debilitación de la fuerza, mareos e incluso la pérdida de conciencia.

No obstante, puede ser recomendable mantener una discreta hiperventilación una vez recién comenzada una prueba o actividad sin pausa (carrera, ciclismo...) con el objeto de retrasar o reducir la fatiga inicial producida por el déficit de O<sub>2</sub>.

### c) **Efecto Valsalva**

Incluimos este efecto aquí, aunque podría reseñarse en el estudio de otros sistemas. Se describe el fenómeno «Valsalva», como el proceso que se produce cuando el atleta contrae con fuerza los músculos del tórax y abdomen bloqueando la respiración durante un tiempo.

Como consecuencia de la acción descrita, se incrementan las presiones intratorácica y abdominal, de tal modo que oprimen a los grandes vasos que atraviesan estas regiones, reduciéndose el volumen sanguíneo de retorno, con lo que se compromete la circulación en general y en particular el aporte de sangre oxigenada al cerebro.

Este efecto se traduce en sensaciones de mareo, pudiendo llegar incluso a la pérdida del sentido.

## **3.7 ADAPTACIONES DEL SISTEMA RESPIRATORIO MEDIANTE EL EJERCICIO SISTEMÁTICO**

Con el entrenamiento, y de forma diferida, se producen las siguientes **adaptaciones**:

- Mejora en la función de los músculos respiratorios.
- Despliegue de alvéolos que permanecían inactivos.
- Apertura de nuevos capilares.
- Mejora en la capacidad de intercambio gaseoso.
- Respiración más profunda y lenta en reposo.

En resumen, tanto en reposo como en ejercicio, se logra más eficacia en la función respiratoria.

En el siguiente cuadro se dan detalles de las **respuestas** del sistema, relacionando situaciones de reposo y ejercicio (aproximadas):

	REPOSO	ESFUERZOS	AUMENTO
AIRE CORRIENTE	500 c.c.	Hasta 3 l.	6 veces
AIRE ALVEOLAR	350 c.c.	Hasta 1,9 l.	5 veces
FRECUENCIA RESPIRATORIA / MIN	14 a 20 respiraciones	Hasta 50 respiraciones	3 - 4 veces
CAPACIDAD VITAL	4,5 - 5 l.	6 - 7 l.	Aumenta
VOLUMEN RESPIRATORIO / MIN (AIRE CORRIENTE)	$500 \times 20 = 10$ l.	$3 \times 50 = 150$ l.	15 veces
AIRE ALVEOLAR	$350 \times 20 = 7$ l.	Aumento Considerable	Aumento Considerable
DIFUSIÓN DE O <sub>2</sub>	21 - 26 % (250 ml./ min.)	65 - 95 % (1000 ml./ min.)	Unas 3 - 4 veces
ELIMINACIÓN DE CO <sub>2</sub>	17 % (400 ml./ min.)	68 - 85 % (1200 - 1300 ml./ min.)	3 - 4 veces

#### 4. SISTEMA MUSCULAR

Igual que una unidad militar operativa, el ser humano está estructurado para la acción, ya que desde los tiempos más remotos siempre necesitó moverse para sobrevivir. Genéticamente está «diseñado» para el movimiento.

Para realizar esta función, el cuerpo cuenta con el sistema muscular, responsable de todos los movimientos que se producen en el organismo, incluidos los que ocurren inconscientemente en su interior.

Las acciones musculares son en esencia muy simples, pues el músculo lo único que hace es contraerse o relajarse, sin embargo son muy complejos los procesos químicos y bioeléctricos que hacen posibles dichas acciones.

También son complejos los aspectos mecánicos. No hay más que analizar la forma en que se disponen o insertan los músculos para, de forma precisa, fijar y mover los distintos segmentos del organismo en la infinidad de gestos que el ser humano es capaz de realizar.

El tejido muscular se distingue de otros por la facultad que tienen sus células de contraerse o relajarse ante determinados estímulos.

Existen tres tipos de tejido muscular:

- Tejido muscular esquelético o estriado.
- Tejido muscular liso.
- Tejido muscular cardíaco.

### **Tejido muscular estriado o esquelético**

Conforma los músculos que mueven el esqueleto. Se llama «estriado» por el aspecto que presenta al ser observado con el microscopio. Este tejido es estimulado por el sistema nervioso y está bajo el control de la voluntad.

### **Tejido muscular cardíaco**

Forma parte de las paredes del corazón (miocardio). Se caracteriza por ser automático, es decir, que sus células se pueden contraer sin ser estimuladas por el sistema nervioso. En realidad se trata de un tejido muscular estriado muy modificado.

### **Tejido muscular liso**

Se encuentra formando parte de las paredes de los vasos sanguíneos y vísceras huecas. No está bajo el control de la voluntad. Al contraerse, hace variar el calibre de los vasos sanguíneos, hace progresar los alimentos a lo largo del tubo digestivo, etc.

Se llama «liso» porque al ser observado con el microscopio, no se ven estriaciones en sus células.

Nos centraremos, a continuación, en las características del tejido del músculo estriado.

## **4.1 ESTRUCTURA DEL MÚSCULO ESTRIADO**

El tejido de estos músculos, como todo tejido, está formado por células, que en este caso y debido a su forma alargada reciben el nombre de **fibras**.

A la membrana de la célula muscular se le denomina **sarcolema** y a su citoplasma, **sarcoplasma**.

El sarcolema está tapizado por un tejido conectivo (**endomisio**) que separa a cada fibra de las adyacentes, con las que se agrupa formando haces de fibras, y cada uno de estos haces o fascículos están también envueltos en tejido conectivo (**perimisio**). Los conjuntos de fascículos forman los músculos, que así mismo se presentan envueltos por tejido conectivo (**epimisio**).

En los extremos de los músculos, las estructuras conectivas citadas se unen y engrosan para formar unas especies de cintas o cuerdas fibrosas llamadas **tendones**, mediante los cuales los músculos se adhieren firmemente a los huesos en las llamadas **zonas de inserción** o **inserciones** y de este modo pueden transmitir las acciones musculares al esqueleto.

Para darles más consistencia, los músculos se presentan como empaquetados en unas bolsas de tejido conectivo llamadas **aponeurosis**.

El músculo, además de por fibras musculares, tejido conectivo y tendones, está constituido también por una red de nervios y vasos sanguíneos que los atraen, nutren y estimulan.

Vista la estructura general, volvamos a la estructura íntima de cada fibra muscular.

Prácticamente, la sustancia del sarcoplasma de cada fibra está constituida por un 75% de agua, un 5% de sales minerales y otros elementos entre los que se encuentran, nutrientes, compuestos energéticos, enzimas, etc., y el 20% restante, está formado por diversas proteínas, siendo las más abundantes la **miosina**, la **actina**, la **tropomiosina** y la **mioglobina**.

En el sarcoplasma de las fibras, ciertas proteínas adoptan formas filamentosas, constituyendo cientos de miofibrillas dentro de cada fibra muscular. Estas miofibrillas son los órganos celulares especializados en la contracción, debido a que están formadas a su vez por miles de microfilamentos de las proteínas actina y miosina que al interaccionar, producen la contracción.

Es conveniente señalar que además de estos componentes, la fibra muscular puede contar con las **mitocondrias**, que son estructuras microscópicas procesadoras y productoras de energía.

#### a) **Tipos de fibras**

Existen distintos tipos de fibras musculares estriadas, caracterizadas y diferenciadas, tanto anatómica como funcionalmente:

##### a.1) **Fibras «rojas»**

Reciben este nombre por su aspecto de color encarnado, debido a su gran cantidad de mioglobina, proteína parecida a la hemoglobina de la sangre.

La mioglobina tiene la propiedad de almacenar oxígeno, lo que permite a la célula mantener por algún tiempo su metabolismo aeróbico, aún cuando no le llegue suficiente aporte de oxígeno por la sangre.

Son fibras de contracción comparativamente lenta, de relativa poca fuerza, pero muy resistentes a la fatiga.

### a.2) Fibras «blancas»

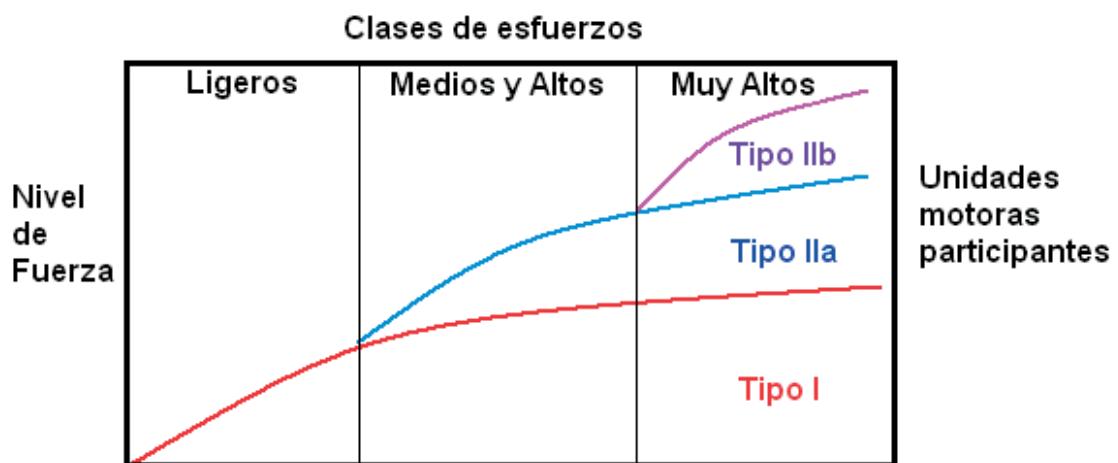
Llamadas así por su aspecto más pálido al contener poca mioglobina. Su contracción es rápida, son fuertes y fácilmente fatigables.

En cualquier músculo del cuerpo encontramos entremezcladas fibras rojas y fibras blancas. El predominio de unas u otras depende de la función principal del músculo en cuestión, ya sea para realizar acciones veloces o resistentes. Investigaciones han confirmado que el tipo de fibra tiene una alta relación con el tipo de inervación que recibe.



Las fibras de rojas se caracterizan por su limitada fuerza y gran resistencia.  
Las fibras blancas se caracterizan por su gran fuerza, pero sólo pueden manifestarla en cortos períodos de tiempo

Actualmente todos los estudios dividen estos dos grandes grupos de fibras musculares en subgrupos o subtipos, llamando a las fibras rojas ST o fibras del tipo I, que son las que se activan preferentemente cuando la intensidad del esfuerzo es ligera o media; y fibras FT o del tipo II a las blancas, que actúan cuando la intensidad es más alta. A su vez, las de este último subtipo se subdividen en subtipo IIa y subtipo IIb, activándose las primeras si los esfuerzos son de intensidad media-alta, y las segundas cuando la intensidad se aproxima a la máxima.



En el siguiente resumen, se expresan las características más significativas de las fibras musculares.

FIBRAS ROJAS (TIPO I)	FIBRAS BLANCAS (TIPO II)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- PEQUEÑAS</li> <li>- COLOR ROJO (MUCHA MIOGLOBINA)</li> <li>- ALMACÉN DE OXÍGENO</li> <li>- MUCHAS MITOCONDRIAS</li> <li>- ALTA DENSIDAD CAPILAR</li> <li>- CONTRACCIÓN LENTA</li> <li>- RESISTENTES A LA FATIGA</li> <li>- LIBERAN ENERGÍA LENTAMENTE A PARTIR DE ATP</li> <li>- REGENERAN RÁPIDAMENTE EL ATP</li> <li>- ALTO GRADO DE CAPILARIZACIÓN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GRANDES</li> <li>- COLOR PÁLIDO (POCA MIOGLOBINA)</li> <li>- POCO OXÍGENO</li> <li>- POCAS MITOCONDRIAS</li> <li>- BAJA DENSIDAD CAPILAR</li> <li>- CONTRACCIÓN RÁPIDA</li> <li>- MUY FATIGABLES</li> <li>- LIBERAN ENERGÍA RÁPIDAMENTE A PARTIR DE ATP</li> <li>- REGENERAN EL ATP LENTAMENTE</li> <li>- BAJO GRADO DE CAPILARIZACIÓN</li> </ul>

## 4.2 ORGANIZACIÓN FUNCIONAL

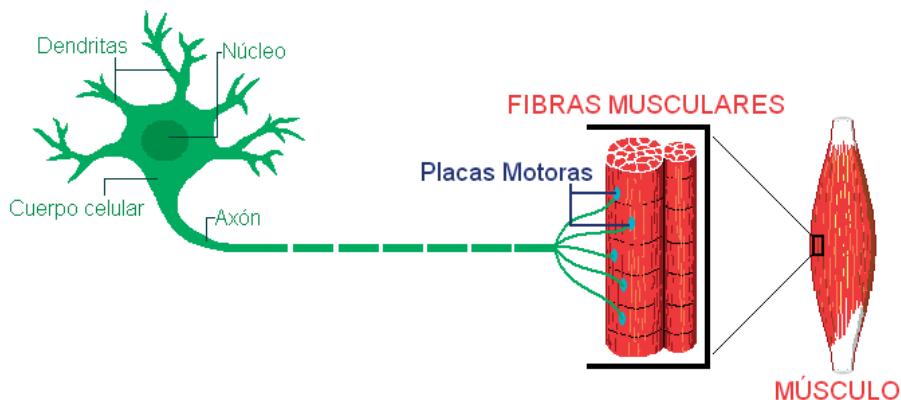
La organización funcional no se realiza por fascículos musculares, sino por **«unidades motoras»**.

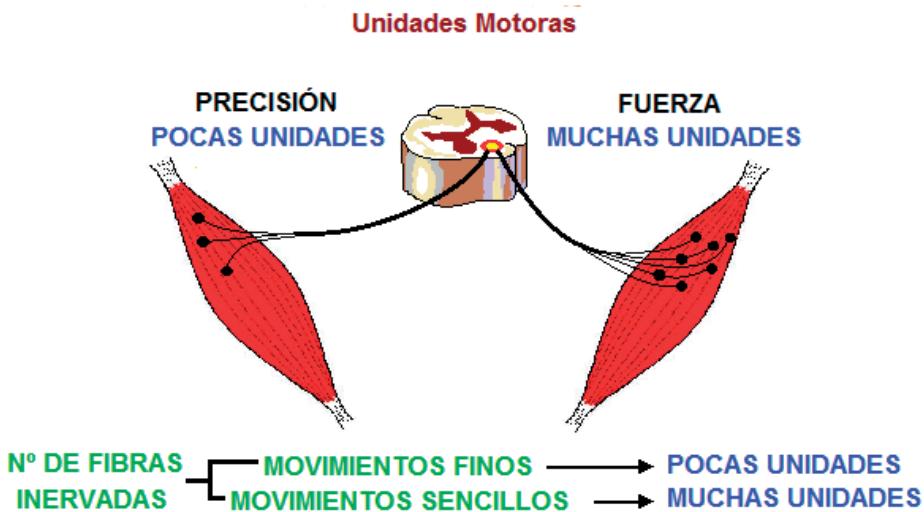
Se entiende por **Unidad Motora** al conjunto de una neurona (célula nerviosa) y todas las fibras musculares inervadas por ella.

Es importante saber que las fibras musculares estimuladas por una neurona no se encuentran juntas, sino diseminadas por el músculo. Esto redonda como ventaja de funcionamiento, pues con pocas unidades motoras, se puede mantener una tensión uniforme en todo el músculo.

El número de fibras musculares de una unidad motora es muy variable. Son pocas en los músculos encargados de realizar movimientos finos y precisos, como los de las manos y ojos, pero muy numerosas en los músculos que realizan movimientos más simples y sencillos, como los del muslo o la espalda.

### UNIDAD MOTORA





### 4.3 ESTUDIO DE LA CONTRACCIÓN MUSCULAR

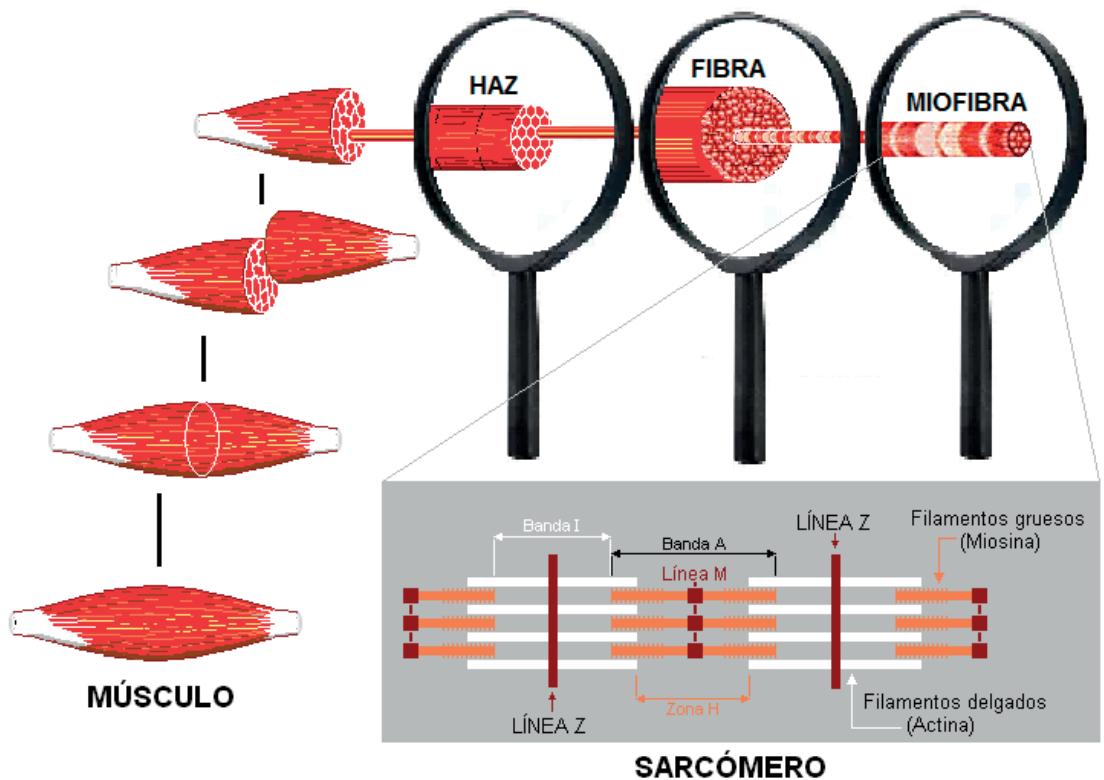
Como ya hemos indicado, la acción muscular es simple y compleja. Simple, porque exteriormente, el músculo lo único que hace es ponerse en tensión, y si es capaz de superar las fuerzas que se oponen al movimiento, se contrae acortando su longitud inicial. Y compleja, porque interiormente, para que la contracción se produzca, el proceso es muy complicado.

Sin profundizar, intentaremos ofrecer una descripción de lo que sucede en la intimidad de la fibra muscular cuando se produce la contracción.

Ya dijimos al describir la célula muscular, que los órganos encargados de la contracción eran unas estructuras alargadas, inmersas en el sarcoplasma, llamadas miofibrillas.

Recordemos que las miofibrillas estaban formadas por microfilamentos de actina y miosina, y que debido a su disposición y superposición, originaban el aspecto estriado que caracteriza a la célula del tejido muscular esquelético.

Para estudiar el mecanismo de la contracción, en vez de analizarlo sobre una miofibrilla completa, lo haremos sobre un trozo de miofibrilla al que se le llama **sarcómero**, y que está comprendido entre dos estructuras denominadas **líneas Z**, entendiendo que la estructura del sarcómero se repite a lo largo de toda la fibra muscular.



Observando la figura, se apreciarán una serie de líneas y bandas. Las líneas horizontales más delgadas y blancas representan los miofilamentos de actina y las líneas gruesas, los miofilamentos de miosina.

Las bandas más oscuras «A», están formadas por la superposición de miofilamentos de actina y miosina, teniendo en su centro una zona un poco más clara «H», en la que solo se superponen las miosinas. En la otra banda clara «I», solo se superponen las actinas.

En el centro se representa una línea vertical oscura «Z», formada por otra proteína llamada **tropomiosina**.

Si comparamos dos sarcómeros, uno contraído y otro relajado, veremos que en el contraído, las líneas Z se han aproximado; las bandas claras I han disminuido, tendiendo a desaparecer, y las bandas A mantienen su longitud.

Este fenómeno se interpreta por la **«Teoría del filamento deslizante»**.

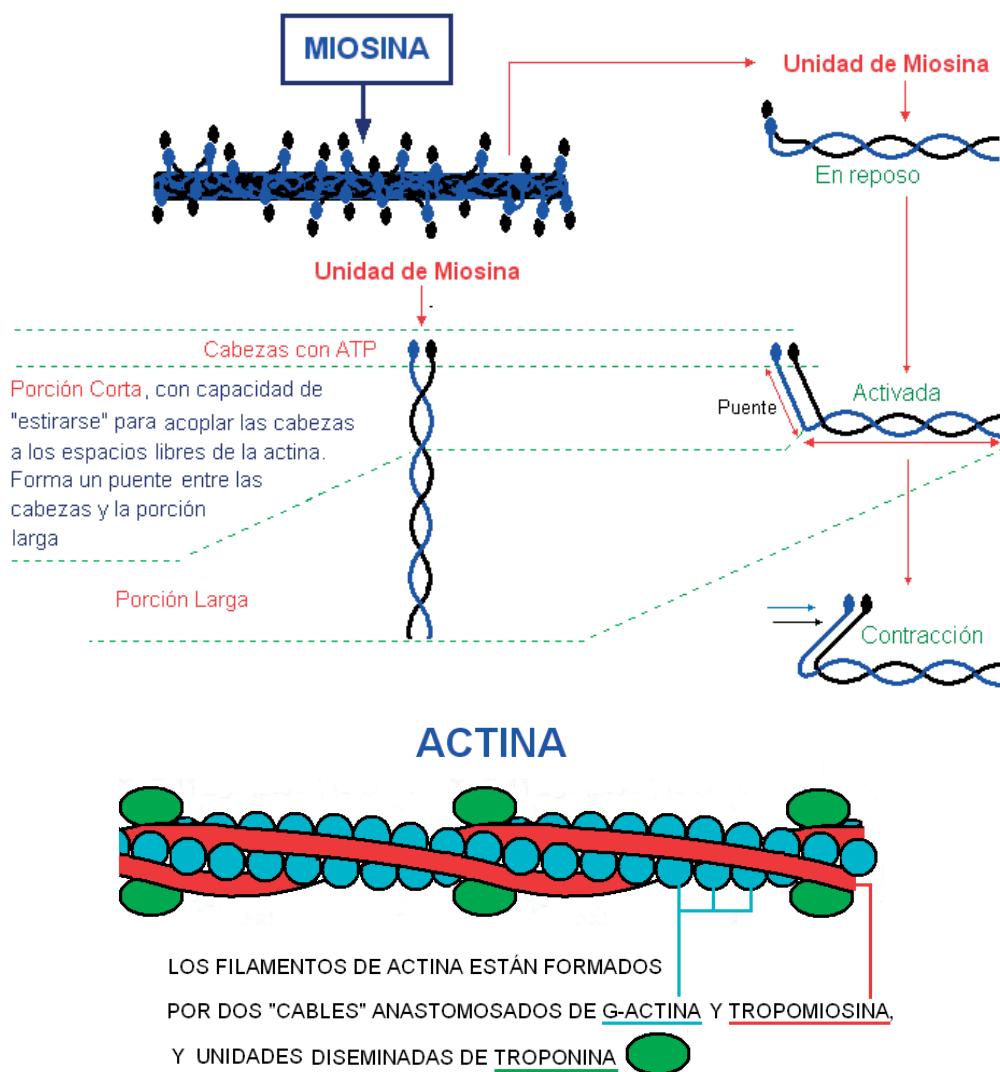
Dicha teoría explica que los filamentos de actina, por uno de sus extremos, están anclados a las líneas Z, y a su vez, por el otro lado, conectados mediante una especie de ganchos o puentes móviles, a los filamentos de miosina.

Cuando el músculo es estimulado, los ganchos de la miosina se activan (antes de la estimulación están desactivados por la acción de una proteína inhibido-

ra, la troponina), realizando una especie de remada, tirando de los filamentos de actina, que al estar anclados en las líneas Z, las arrastran aproximándolas.

Este proceso se transmite y lleva a cabo en los sarcómeros adyacentes y así sucesivamente en toda la longitud del músculo. En la siguiente figura, se describe la acción de los puentes (ganchos) activos de miosina, tirando a modo de remada sobre los filamentos de actina.

Una vez analizado el aspecto mecánico de la contracción, vamos a estudiar, sin profundizar mucho, el origen y procesos que la hacen posible.



### ***Estimulación de la célula muscular por el impulso nervioso. Contracción y relajación***

La fibra muscular se encuentra en reposo antes de la llegada de un impulso nervioso, y este sería, *grossó modo*, su estado:

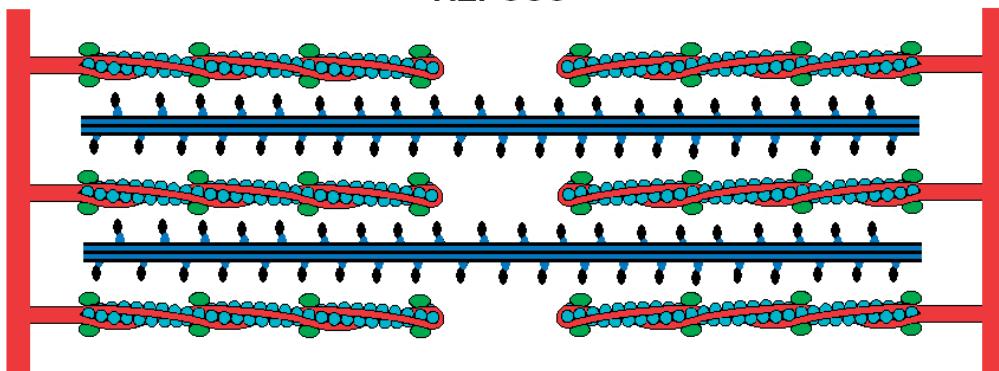
La membrana (sarcolema) está polarizada, de tal forma que existe una diferencia de potencial entre el exterior y el interior de la membrana, siendo el exterior de polaridad positiva y el interior de polaridad negativa.

Esta situación mantendrá un desequilibrio iónico fisiológico entre las distintas sustancias interiores y exteriores de la célula muscular (potasio, calcio, sodio etc.).

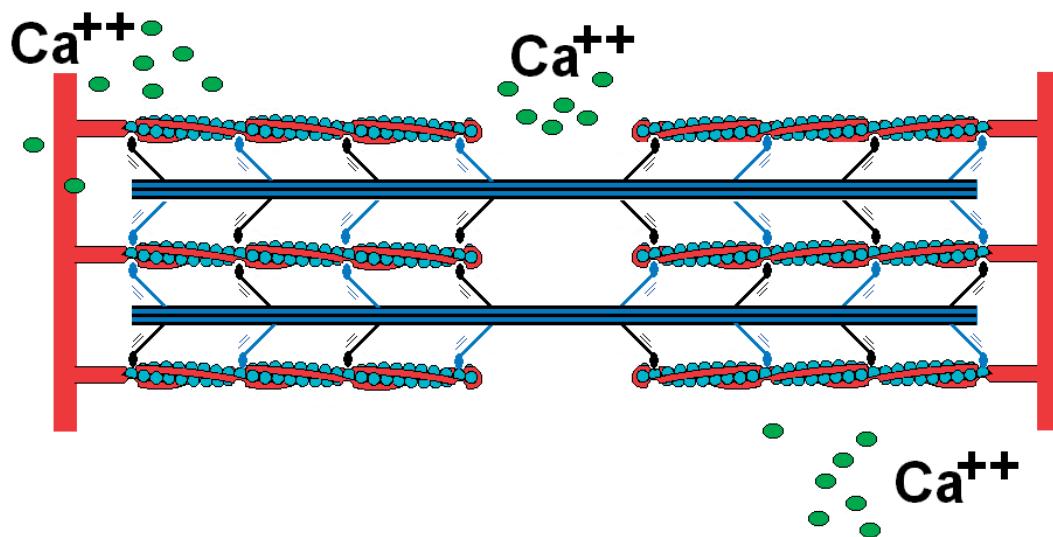
Al llegar el impulso nervioso a la membrana, hace que cambie de polaridad, produciéndose una serie de reacciones en cadena:

- Desplazamiento de sustancias entre el exterior y el interior de la célula, de tal modo que sale potasio y entra sodio, para ajustarse a la nueva polaridad.
- Liberación interior de calcio, que una vez suelto, se desplaza y anula la acción de la troponina (proteína inhibidora que a modo de «capuchón», impide la acción de los puentes de miosina); dejando libres dichos puentes de miosina para que puedan «engancharse» a los filamentos de actina, y al tirar de ellos, producir la contracción.

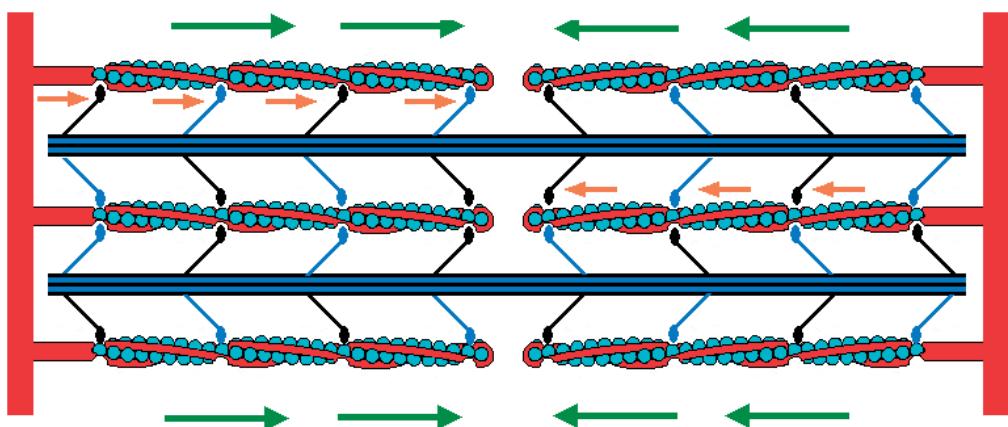
#### REPOSO



#### LIBERACIÓN DE PUENTES DE MIOSINA. ACOPLAMIENTO.



## CONTRACCIÓN



### ACOPLAMIENTO, EXCITACIÓN Y CONTRACCIÓN

- 1º Impulso nervioso por el axón hasta las vesículas.
- 2º Liberación de LÍQUIDO NEUROTRANSMISOR (ACETILCOLINA) que estimula el sarcolema y cambia la polaridad.
- 3º La estimulación libera CALCIO ( $\text{Ca}^{++}$ ) que se une a la troponina, produciendo cambios en la TROPOMIOSINA. El potasio es desalojado, entrando Sodio.
- 4º La tropomiosina deja libres los lugares activos de la ACTINA
- 5º Los puentes de cabeza de la MIOSINA se unen a la actina.
- 6º El desdoblamiento del ATP produce energía, y ésta la

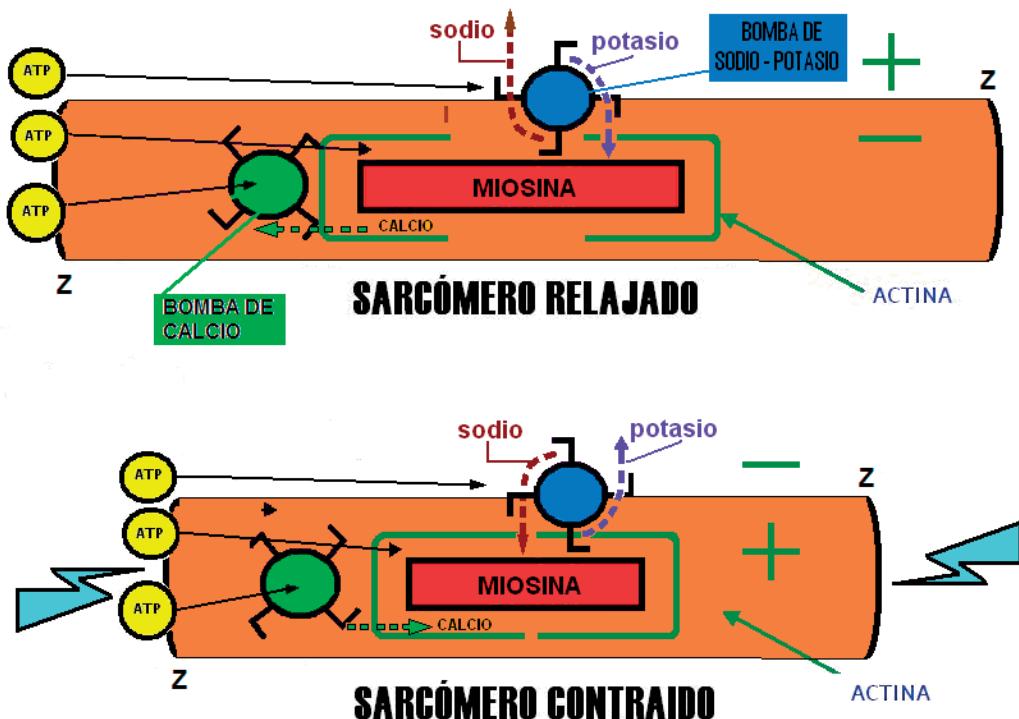
**CONTRACCIÓN**

Al cesar la estimulación, la célula tiende a volver fisiológicamente a su situación y polaridad de reposo. Para ello debe recuperar las sustancias desplazadas, el calcio y el potasio, a la vez que expulsa sodio al exterior.

Para explicar de forma gráfica el proceso de la repolarización y subsiguiente relajación, vamos a suponer que la fibra muscular dispone en su interior de dos bombas hidráulicas de achique, con capacidad para desplazar e intercambiar sustancias dentro de la célula, y entre la célula y el exterior.

A una de las bombas la llamamos «**Bomba de Calcio**», con poder para devolver el calcio a su lugar de origen, dejando libre a la troponina, para que desactive los puentes de miosina y permita la relajación. A la otra la denominamos «**Bomba de Sodio y Potasio**», con la facultad de recuperar potasio y expulsar sodio, en las cantidades necesarias para originar diferencias de potencial que permitan la repolarización de la célula muscular.

En los gráficos siguientes se señalan con flechas deslazamientos de Na, K y Ca, así como la utilización de la energía (ATP).



La excesiva pérdida de iones o el fallo, por la causa que sea, en cualquiera de estas bombas, comprometerá la relajación de la fibra muscular.

Para finalizar, debemos saber que la llegada y el cese de los impulsos nerviosos a la fibra muscular, no son más que desencadenantes de unos procesos químicos específicos, y para que estos se produzcan, es imprescindible que la célula posea los elementos y los compuestos energéticos necesarios, ya que tanto la contracción como la relajación, son procesos activos que requieren consumo de energía.

#### 4.4 FUENTES PRIMARIAS DE ENERGÍA. LA NUTRICIÓN

El mantenimiento de la vida requiere consumo de energía. En el cuerpo humano, la producción de energía se consigue degradando o «quemando» determinadas sustancias mediante una combustión controlada.

Toda combustión o reacción química energética, requiere un combustible, en nuestro caso, el extraído de los alimentos (grasas, azúcares y proteínas), y en muchas de ellas un comburente, el oxígeno.

Los depósitos de oxígeno y de combustible en el organismo son escasos, por lo que deben proveerse desde el exterior como fuentes primarias de energía y también para mantener y desarrollar las estructuras corporales.

Del suministro y distribución del oxígeno, ya nos hemos ocupado en la descripción de los sistemas cardiovascular y respiratorio. A continuación, vamos a exponer algunos conceptos sobre la asimilación y transformación de los alimentos.

Mediante la digestión de los alimentos, se consigue el paso al medio interno, a través de la sangre, de los elementos nutritivos imprescindibles para la vida.

Por regla general, los alimentos, tal como se ingieren, no son directamente asimilables por el organismo, por lo que deben sufrir una serie de transformaciones de las que se encarga especialmente el aparato digestivo, del que solo haremos una descripción muy sucinta.

Empezaremos por decir, que el **Aparato Digestivo** es una especie de cavidad tubular con un orificio de entrada para los alimentos y otro de salida para los residuos. En el orificio de entrada, la boca, se llevan a cabo la deglución y si procede, la primera transformación mediante la masticación e insalivación, con objeto de desdoblarse el alimento en componentes más simples, formando el «bolo» alimenticio.

Tras la deglución, los movimientos musculares (peristálticos) en el esófago, impulsan al «bolo» hacia el estómago, donde permanece un tiempo mezclándose con los jugos gástricos, sustancias muy ácidas que transforma el «bolo» en «quimo», pasando a continuación hacia el intestino delgado, donde actúan principalmente dos jugos digestivos, la bilis (segregada por el hígado) y el jugo pancreático (segregado por el páncreas).

Así se completa la degradación de la cadena de alimentos y se lleva a cabo la absorción de los elementos ya desdoblados, pasando a sangre para ser transportados y utilizados por el organismo.

En el intestino grueso se termina la digestión y se absorben los últimos restos utilizables y una gran cantidad de agua. La materia restante se expulsa al exterior (defecación).

El resumen de todo el proceso de la digestión consiste en que diversas glándulas, convenientemente situadas, vierten sus secreciones sobre los alimentos que transitan por los órganos y tubos digestivos. El avance de los alimentos en los tubos digestivos se produce por la acción de la musculatura lisa de los mismos.

Poco a poco, por la acción de las citadas secreciones, los alimentos se van transformando en sustancias más simples capaces de ser asimiladas, especialmente en el intestino delgado. Absorbidas dichas sustancias por la red capilar que rodea al intestino, son transportadas por la sangre, llegando a todo el organismo y especialmente, desde el punto de vista energético, al hígado, auténtica fábrica de elaboración y reciclado de sustancias energéticas.

Los alimentos están compuestos por uno o varios nutrientes. Los fundamentales son el agua y los llamados esenciales: proteínas, grasas y azúcares.

También se consideran nutrientes a las vitaminas y a las sales minerales.

Para una mejor comprensión, englobamos los nutrientes en dos grupos:

- **Macronutrientes**, de los que es necesario ingerir cantidades relativamente elevadas. Son las proteínas, los hidratos de carbono o azúcares, las grasas o lípidos, y el agua.
- **Micronutrientes**, de los que se necesitan pequeñas cantidades. Son las vitaminas y las sales minerales.

Los nutrientes son necesarios para satisfacer tres funciones imperiosas del organismo:

- La función energética.
- La función plástica.
- La función reguladora.

Aunque en este capítulo nos centremos más en el aspecto energético, no debemos olvidar las otras dos funciones esenciales.

Analizaremos a continuación, someramente, los principales alimentos.

#### a) **Macronutrientes**

##### a.1) **El agua**

Es el más esencial de todos los nutrientes para la vida. Es componente imprescindible de la sangre y de los líquidos tanto intracelulares como extracelulares. Es necesaria para el funcionamiento de los órganos y es fundamental para la regulación de la temperatura. Es el mayor componente del cuerpo humano: alrededor del 65% del organismo es agua.

El agua corporal contiene en solución, electrolitos y otras sustancias. En el líquido extracelular, el electrolito de mayor concentración es el sodio, y en el intracelular, el potasio, debiendo existir entre la concentración de ambas sustancias un equilibrio fisiológico.

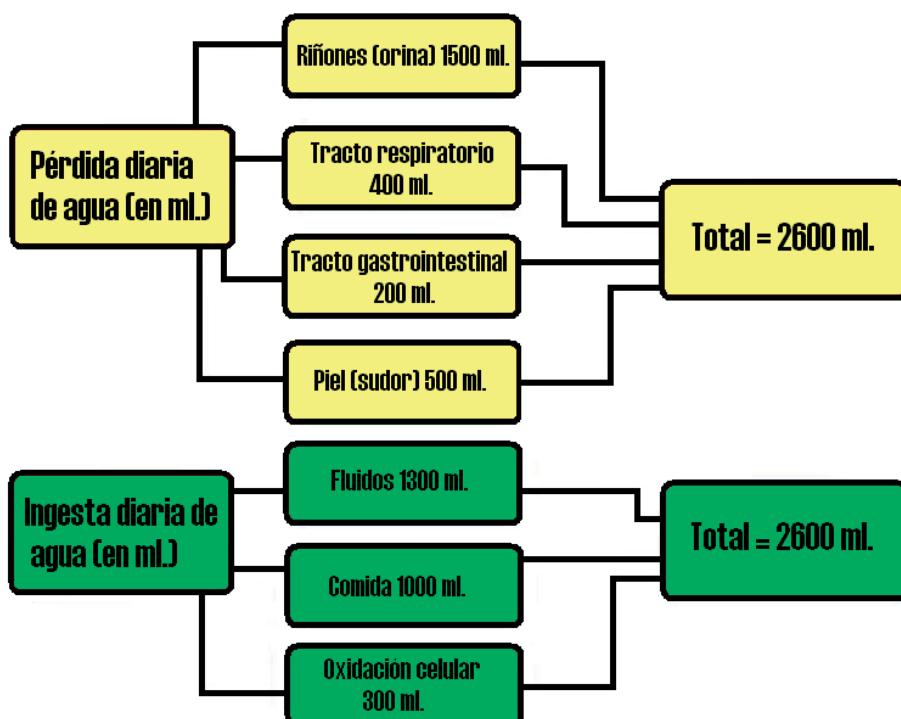
Las diferencias en la cantidad de agua total entre distintos individuos, se deben en gran parte a las variaciones en su composición corporal, es decir, se producen por variaciones en la relación existente entre tejido graso y tejido magro.

En el músculo, es agua un 72% de su peso, mientras que el agua supone solo un 20%-25% del peso de la grasa.

Se pierde agua por la orina, las heces, la piel (sudoración) y por la respiración. Se recupera con la ingesta y la oxidación celular.

Tratándose de deportistas, las pérdidas hídricas se aumentan considerablemente. En condiciones extremas, las necesidades hídricas pueden aumentar 5 o 6 veces por encima de lo normal.

En el cuadro siguiente se relaciona aproximadamente la pérdida diaria de agua de un individuo adulto y la necesidad de su ingesta.



### a.2) Las proteínas

Son indispensables para crear, reponer y mantener las estructuras de las células de todos los tejidos. Tienen un papel fundamental en la práctica totalidad de las funciones vitales: contracción muscular y funcionamiento del hígado, cerebro, transporte de oxígeno, mecanismo de defensa contra las infecciones...

Las proteínas son sustancias constituidas por las combinaciones de otros elementos más simples: **los aminoácidos**.

Para hacernos una idea de estas combinaciones, imaginemos que las proteínas son cadenas o collares hechos con bolitas o perlas de diversos colores (aminoácidos). Cada cadena o collar (proteína) será distinto de otro, no solo por su tamaño, número o diversidad de las perlas (aminoácidos), sino por sus diferentes disposiciones dentro de cada collar.

Los aminoácidos proteicos son aproximadamente veintiuno (de los cuales son esenciales ocho), pero las posibilidades de combinaciones para formar proteínas son mucho más numerosas, de tal modo que las proteínas de los seres vivos, aunque tengan los mismos aminoácidos, son distintas de una especie a otra. Por eso al ingerir proteínas, para hacerlas asimilables, el aparato digestivo las descompone en aminoácidos y el organismo a partir de ellos fabrica las proteínas propias necesarias.

La misión de las proteínas es más plástica que energética. Como ya hemos dicho, el organismo las usa preferentemente para restablecer, mantener y desarrollar las estructuras, y son utilizadas como combustible, en principio, en pequeñas cantidades y solo si se ha producido un apreciable desgaste de otras fuentes energéticas.

En la ingesta de alimentos deben incluirse proteínas, ya que en su defecto, el organismo tenderá a extraerlas de sus propios tejidos. También el exceso de proteínas en la alimentación es contraproducente, pues aunque el hígado tiene capacidad para reconvertirlas en glúcidos o grasas, también, además del coste energético, producen residuos intoxicantes. Su exceso puede ser perjudicial, como ahora veremos.

Como orientación, podemos decir que una persona sedentaria necesita ingerir cerca de 1 gramo de proteína por cada kg de peso corporal al día; una persona activa no deportista, necesita cerca de 1'5 gr. de proteína por kg al día; un deportista necesita entre 1'6 y 2'1 gr./kg./día (dependiendo de actividad y desgaste).

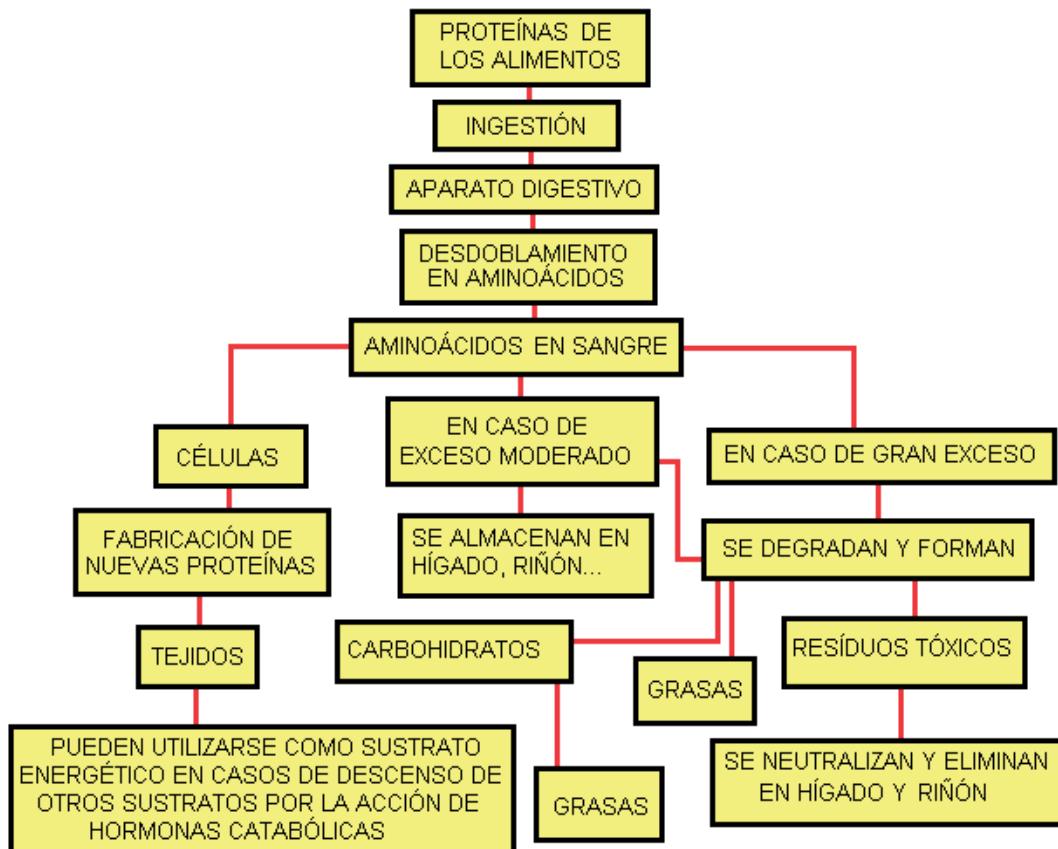
Hay que tener en cuenta que si, por algún motivo, se incrementa la ingesta de proteínas, se debe aumentar en proporción el consumo hídrico, a razón de 250 ml. por cada 10 gr. de excedente proteico.

Todas las proteínas que, después de ingerirlas, el cuerpo no ha utilizado por no necesitarlas o no poder integrarlas o reciclarlas, se «desnaturalizan» (descomponen) y forman CO<sub>2</sub> y amoníaco. El amoníaco no es tolerado por la sangre, por lo que el organismo tiende a eliminarlo rápidamente. Esta eliminación se hace a costa de un desgaste hepático, en la que el hígado transforma el amoníaco en ácido úrico, menos tóxico, pero también dañino, que es filtrado por el riñón y expulsado en la orina.

Muchos halterófilos y culturistas aseguran que, a mayor aporte proteico, mayor crecimiento muscular. Pero este crecimiento muscular no se daría por integración de ese superaporte proteico, sino porque un exceso en la ingesta proteica (sobre todo de proteínas con altos porcentajes en arginina, ornitina y glutamina) induce a la liberación de hormonas anabolizantes. Se obtiene con ello un pequeño extra en aumento de masa muscular, pero a costa de evidentes y acumulativos daños para el organismo.

Por ello hay que tener mucho cuidado con los excesos en aportes proteicos, normalmente innecesarios si se mantiene una dieta equilibrada y acorde con las necesidades y desgaste del deportista

Esquema de absorción de las proteínas:



### a.3) Los hidratos de carbono o glúcidos

Son los productos energéticos por excelencia. Proceden de unos determinados alimentos que, una vez digeridos, se transforman en unos elementos más simples, formados por diferentes moléculas integradas por carbono, hidrógeno y oxígeno, entrando estos elementos en una proporción adecuada capaz de formar agua, particularidad por las que se les denominó «hidratos de carbono».

Dentro de los glúcidos distinguimos tres grupos esenciales:

- Monosacáridos
- Disacáridos
- Polisacáridos

Los **monosacáridos** son glúcidos sencillos que no se pueden descomponer en otros más simples. Son solubles en agua, tienen color blanco y sabor dulce. Los más importantes son la glucosa, la fructosa y la galactosa.

Los **disacáridos** resultan de la unión de dos monosacáridos. Los principales son la sacarosa, que está formada por glucosa y fructosa; la maltosa, formada por un enlace especial de dos glucosas, y la lactosa, formada por glucosa y galactosa.

Los **polisacáridos** son el resultado de la unión de varios monosacáridos. Los más significativos son el almidón, la celulosa y el glucógeno.

Todos los glúcidos tienen el potencial de convertirse en moléculas de glucosa, que es el glúcido energético esencial. El transporte de glucosa se realiza mediante la sangre y debe mantenerse en unos niveles fisiológicos muy estrechos. De ello se encarga el sistema endocrino.

El cuerpo humano tiene la posibilidad de almacenar glucosa en forma de glucógeno esencialmente en el hígado y en el músculo. Mediante un proceso químico, el glucógeno puede reconvertirse en glucosa utilizable por las células.

El hígado, entre otras muchas funciones, actúa como receptor, almacenista, transformador y recicrador de glucosa, de tal modo que cuando los depósitos musculares y hepáticos están saturados de glucógeno, transforman los glúcidos sobrantes en grasa.

#### a.4) Las grasas o lípidos

Son las sustancias con más capacidad energética y de las que el organismo posee mayores reservas. Al igual que los hidratos de carbono, también tienen que transformarse durante la digestión para poder ser asimiladas por el organismo.

Para poder ejercer su función energética, deben transformarse en ácidos grasos libres.

Distinguiremos tres grupos de lípidos:

- Los **saturados**, que suelen proceder de las grasas animales.
- Los **insaturados**, que suelen proceder de los vegetales.
- Los **poliinsaturados**, de procedencia diversa.

Las grasas, además de por su poder energético, son también muy importantes para otras funciones, por lo que deben formar parte de una dieta equilibrada, en la que las grasas insaturadas y poliinsaturadas, en proporción adecuada, serán las más idóneas.

La grasa se almacena en distintas partes del cuerpo (principalmente en tejido subcutáneo), gracias a unas células llamadas **adipocitos**, que se «hinchan o deshinchan» de grasa dependiendo de la dieta del individuo.

Asociado al tratamiento de este macronutriente, resulta inevitable y conveniente comentar los problemas del exceso de su acumulación en el cuerpo. Ligada siempre a una mezcla de factores genéticos y hábitos nutricionales inadecuados, la obesidad es una enfermedad en sí misma, y a su vez es precursora de otras muchas, tanto físicas como psicológicas. Los problemas de sobrepeso aumentan el riesgo de padecer accidentes cardiovasculares, diabetes, daños articulares... aparte de los problemas de autonomía personal y psicológicos asociados a la imagen personal.

Los problemas de obesidad tienen su base en una excesiva hipertrofia (gran aumento de tamaño) de los adipocitos por dieta inadecuada, inactividad, metabolismo ralentizado... y/o en una hiperplasia, marcada por factores genéticos, patológicos o por dietas hipercalóricas muy prolongadas en el tiempo. Los adipocitos poseen la capacidad de informar al cerebro acerca de su estado, en cuanto a ganancia o pérdida de volumen graso. Así, cuando el individuo inicia un aumento de la ingesta de alimentos, particularmente de lípidos y/o carbohidratos, estas células del tejido adiposo segregan una sustancia de carácter hormonal llamada **leptina**, que desencadena en el cerebro la orden de disminuir la sensación de apetito, y así evita que el individuo siga comiendo sin control. Cuando, por el contrario, una persona disminuye notoriamente la cantidad de alimento que está acostumbrada a ingerir, las mismas células del tejido graso segregan **grelina**, otra sustancia similar a la leptina, pero con el objetivo opuesto: provocar que el cerebro aumente la sensación de apetito para evitar lo que interpretaría como un posible peligro de desnutrición. La sensibilidad a la acción de estos avisadores no es igual en todas las personas, ni es permanente.

Las razones por las que hay tanta diferencia entre individuos en lo referente a su capacidad para engordar, son muy variadas:

- Dietas hipercalóricas.
- Sedentarismo.
- Diferencias en cuanto a la capacidad de absorber la grasa de los alimentos de una persona a otra.
- Metabolismo ralentizado, por causas genéticas, hábitos sedentarios o edad.
- Hábitos erróneos como «saltarse comidas»: El organismo interpreta que tantas horas sin ingesta de alimentos responde a una situación de carestía, por lo que ralentiza su metabolismo y se autoprograma para captar de los

alimentos (cuando lleguen) hasta la última molécula que le pueda proporcionar energía. Es cierto pues, que comiendo poco se puede engordar mucho.

- **Resistencia a la insulina:** Ya sabemos que para evitar las peligrosas subidas de azúcar en sangre después de haber ingerido carbohidratos, el páncreas segregá insulina, que «retira» el azúcar de la sangre para llevarla al hígado y a los músculos, y utilizarla o almacenarla como glucógeno. Pero cuando estos depósitos están saturados, el hígado convierte en grasa esos excedentes de glucosa. Cuando se abusa día tras día de los carbohidratos, el páncreas se sobresatura de trabajo (corriendo peligro de que pueda «averiarse» = diabetes), y las células se vuelven resistentes a la insulina. No reaccionan ante la misma. No captan esa glucosa que convertirían en energía, por lo que el individuo siente debilidad y ganas de comer más carbohidratos... y cuanto más coma, más insulina segregará su páncreas, y a más insulina, mayor resistencia a la misma por parte de las células... cerrándose así un círculo vicioso que solo se abriría restringiendo progresivamente la ingesta de carbohidratos y evitando el sedentarismo.

### **b) Micronutrientes**

#### **b.1) Las vitaminas**

Son biocatalizadores indispensables para la activación de multitud de reacciones químicas orgánicas.

Los vegetales son capaces de elaborar por sí mismos estas sustancias. Sin embargo, el hombre no posee esta capacidad y además, al ser de difícil almacenamiento, hay que reponerlas constantemente, aunque se necesiten en muy pequeñas cantidades.

De manera general, se han establecido dos grupos de vitaminas, según su facultad de disolución y eliminación:

- **Hidrosolubles**, que se disuelven en agua.
- **Liposolubles**, que se disuelven en grasa.

Las necesidades vitamínicas normalmente se cubren con una dieta variada. No obstante, en determinadas circunstancias, el médico puede aconsejar el completar la dieta con algún suplemento vitamínico.

#### **b.2) Los oligoelementos o minerales**

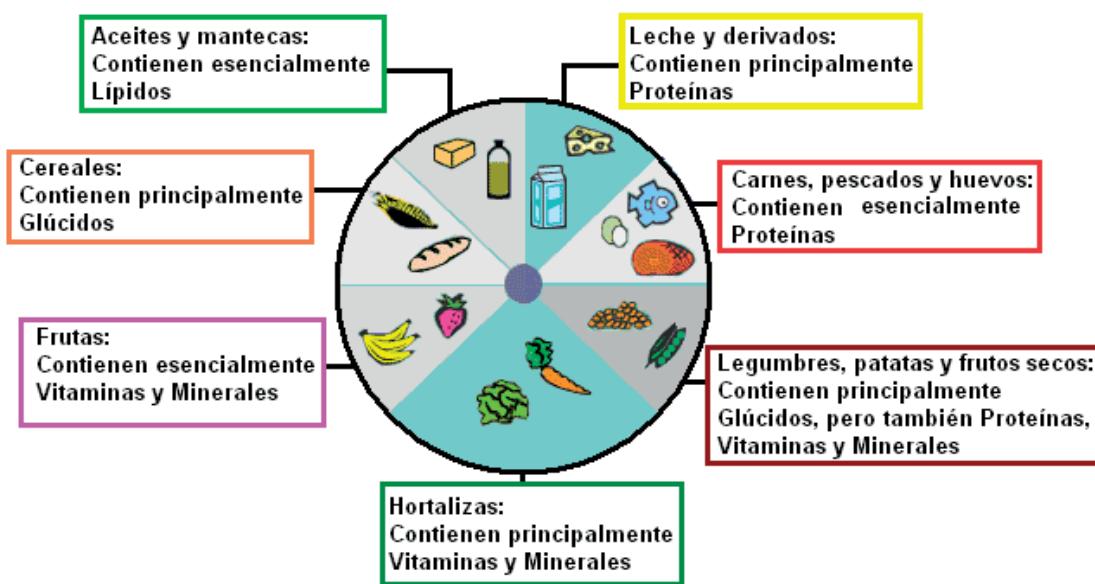
Mientras las vitaminas activan los procesos químicos, sin hacerse parte de los productos fruto de las reacciones químicas activadas, los minerales tienden a

incorporarse a las estructuras y sustancias propias del organismo, siendo, por ejemplo, fundamentales en la formación de los huesos.

En sentido funcional, son esenciales en la conductividad nerviosa y forman parte de las enzimas y hormonas que regulan el metabolismo celular.

Como hemos indicado con las vitaminas, también aquí será el médico el que señale si es necesario tomar algún suplemento.

En el siguiente gráfico se resumen los tipos de contenidos nutricionales de los alimentos más comunes.



### c) La dieta

La palabra "dieta" procede del griego y significa «modo de vida» y podría asimilarse a «modo de alimentación» o « hábito alimentario».

Entendemos por "dieta alimenticia" al régimen de comidas o también a la proporción, en tipos y cantidad, de los alimentos que se ingieren.

Las dietas son muy variables en función de las necesidades energéticas. En situaciones de normalidad, las dietas diarias tienden a reponer las sustancias metabolizadas en ese período de tiempo.

Su valor calórico debe ser igual a la energía consumida por el individuo en ese mismo tiempo; si el valor calórico es inferior, el organismo tenderá a utilizar sus depósitos energéticos y en caso extremo, hasta los tejidos corporales como combustible. Si el valor calórico de la dieta supera a lo consumido, el organismo transformará y asimilará las sustancias incrementando los depósitos energéticos, sobre todo en forma de grasa.

La dieta basal es la que repone los sustratos consumidos en el **Metabolismo Basal**, entendiendo como tal el gasto de energía de un sujeto que yace en completo reposo, unas doce horas después de haber comido y en condiciones ambientales de neutralidad térmica ( $20^{\circ}$ ).

En esas condiciones se suprime las tres causas que más incrementan el metabolismo:

- El ejercicio físico.
- La ingestión de alimentos.
- La temperatura ambiente.

El metabolismo basal supone el gasto de «energía imprescindible» para la supervivencia. Solo una parte de esa energía se utiliza para producir ATP, el resto se convierte en calor. De modo que una forma de medir la «energía imprescindible», es tasar el calor desprendido.

Para calcularlo se recurre a diferentes procedimientos; en laboratorio, se utiliza el calorímetro, que es una pequeña habitación aislada térmicamente en la que el individuo se mantendrá relajado durante un tiempo, de forma que a través de unos sensores se pueda estimar el calor que ha producido.

Normalmente se estima de forma indirecta, mediante analizadores de los gases exhalados en la respiración. El metabolismo de la glucosa y de la grasa depende de la disponibilidad de oxígeno, y produce como desechos, anhídrido carbónico y agua. Los analizadores miden la cantidad de anhídrido carbónico liberado y calculan la cantidad de oxígeno consumido; a la relación de estos dos valores se le llama cociente respiratorio (CR). Calculando, de este modo, no solo la energía producida, sino también los tipos de sustratos empleados.

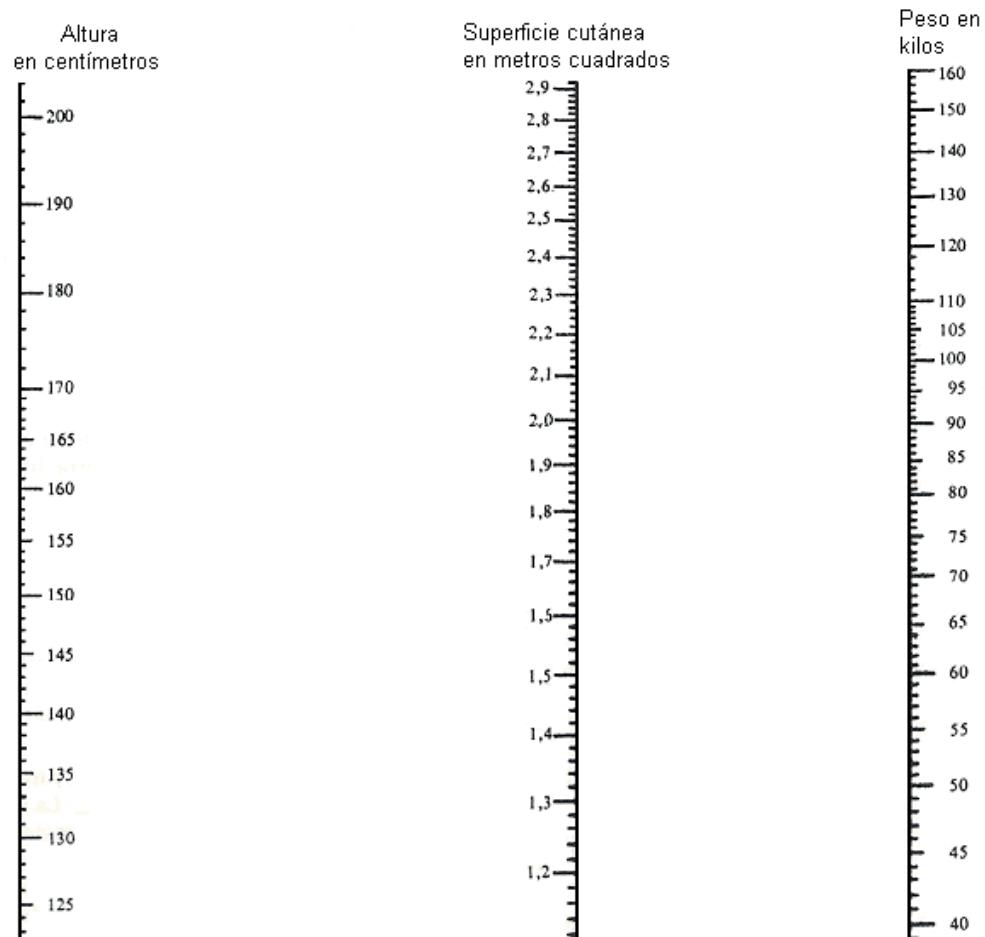
Así, cuando se quema exclusivamente glucosa, **todo** el oxígeno consumido forma anhídrido carbónico y el cociente respiratorio es igual a 1 (CR=1).

Cuando se oxidan más grasas, **parte** del oxígeno forma agua, y el cociente respiratorio es menor, por ejemplo, CR = 0,75.

Cociente (CR) Respiratorio	Combustible	
	Glucosa	Grasa
0,71	0	100
0,75	15,6	84,4
0,80	33,4	66,6
0,85	50,7	49,3
0,90	67,5	32,5
0,95	84,0	16,0
1,00	100	0

Existen nomogramas (Astrand y otros), que relacionando el peso y la estatura, calculan la superficie corporal, deduciéndose, *grossó modo*, el metabolismo basal a razón de 1000 kcal por metro cuadrado de superficie corporal.

#### Nomograma para determinar la superficie cutánea a partir de la talla y el peso



Así por ejemplo, usando el nomograma de Astrand, a una persona que mida 1,70 y pese 75 kg, le corresponde una superficie de 1,880 metros cuadrados, y por tanto, aproximadamente su metabolismo basal será de 1.880 kcal.

Para calcular el gasto energético diario existen diversas fórmulas (ninguna exacta), que orientan aproximadamente sobre el particular. Estudios recientes aplican ecuaciones para el cálculo del gasto energético en reposo (GER).

$$\text{HOMBRES GER} \longrightarrow 66,5 + (13,74 \times \text{Peso en Kgs.}) + (5,03 \times \text{Altura en cms.}) - (6,75 \times \text{Edad})$$

$$\text{MUJERES GER} \longrightarrow 65,51 + (9,56 \times \text{Peso en Kgs.}) + (1,85 \times \text{Altura en cms.}) - (4,68 \times \text{Edad})$$

El resultado se expresa en kilocalorías.

Obtenido el GER, se multiplica por un **coeficiente de actividad**, y de este modo calcularíamos la energía gastada diariamente y la ingesta necesaria para reponer la energía consumida.

El gasto energético total (GET) sería:

$$\text{GET} = \text{GER} \times \text{Fac} \text{ (factor de actividad)}$$

La OMS determina unos coeficientes de actividad física (factor de actividad):

- Ligera 1,55
- Moderada 1,78
- Alta 2,10

**Actividad ligera:** dormir, reposar, estar sentado o de pie, pasear en terreno llano, trabajos ligeros, cocinar, estudiar, conducir...

**Actividad moderada:** andar a 5 km/hora, trabajos pesados del hogar, carpintería, obreros de la construcción, industria química, eléctrica, tareas agrícolas mecanizadas, ...

**Actividad alta:** tareas agrícolas y de minería no mecanizadas, bomberos, trabajos forestales, deportes activos diversos...

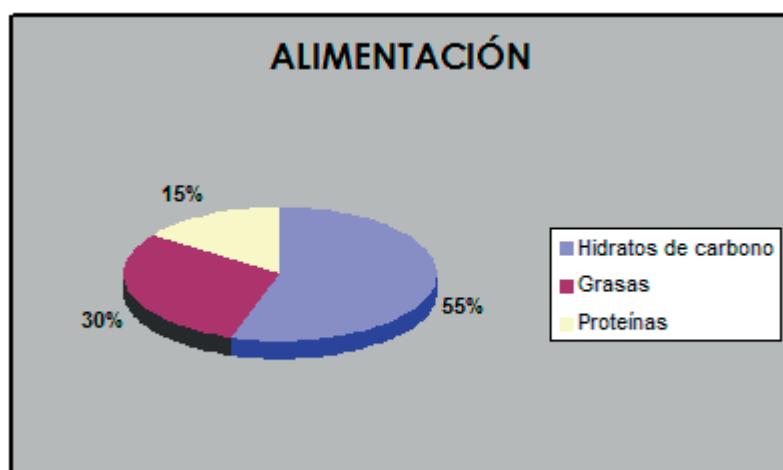
La ley de la Isodinámica, vincula el valor energético con el valor calórico, y así podemos decir que el valor energético de un gramo de hidratos de carbono

tiene un potencial calórico de 4,1 kcal, un gramo de grasa 9,3 kcal y un gramo de proteínas 4,35 kcal.

Esta ley puede llevar al error de pensar, que para tener un aplicable buen potencial energético hay que ingerir mucha grasa. La realidad es bien distinta, debido a los muchos y diversos factores que, desde el punto de vista energético, influyen en la idoneidad de una dieta alimenticia. Como norma general, se estipula que una dieta bien equilibrada, para un adulto sedentario, debe estar constituida por:

- Un litro y medio de agua al día, como mínimo.
- 15% de proteínas.
- 55% de hidratos de carbono.
- 30% de grasas.

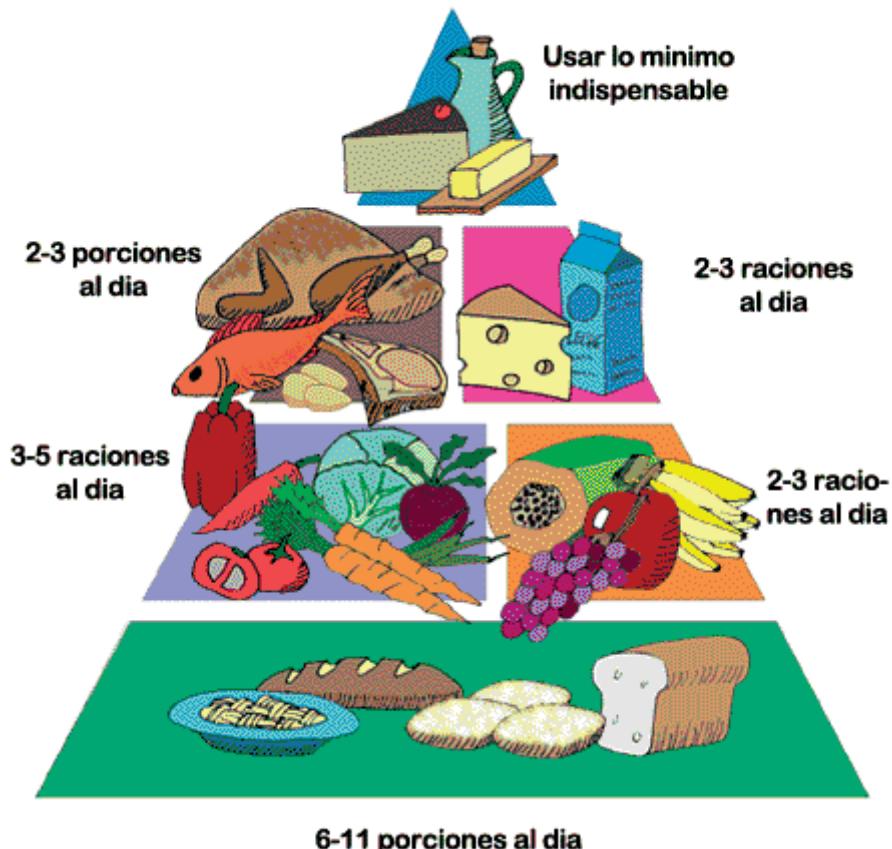
Además de algunas piezas de fruta o vegetales crudos.



En el deportista, el 60%-70% de la ingesta calórica diaria debe provenir de los carbohidratos. Las grasas deben cubrir del 20%-25 % del valor calórico total, y se estima que con 15% de proteínas, se cubren las necesidades del atleta.

En valor calórico se pueden superar las 4000 kcal y alcanzar, en algunos casos, más de las 6000 kcal.

En 1992, el Departamento de Agricultura de los EE.UU. divulgó la llamada «pirámide nutricional», en la que, de modo gráfico, se proponía la variedad de alimentos que deberían consumirse diariamente.



Como se puede apreciar en la figura, desde la base hasta el vértice superior de la pirámide se indican raciones y frecuencia de los alimentos a ingerir, sin especificar pesos, pues estos serán variables en función de la edad, sexo, talla y actividad física que se realice.

Con posterioridad, dicha pirámide se fue adaptando a otros diferentes hábitos alimentarios.

La que se expone a continuación es más completa y corresponde a la «dieta mediterránea», que la Organización Mundial de la Salud, indica como muy conveniente por su variedad y compensación de los alimentos.



Lo normal es ingerir los nutrientes necesarios para mantener la salud reponiendo la energía consumida. En revistas especializadas y en otros medios de comunicación, se difunden con asiduidad diferentes tipos de dietas, muchas para ganar o perder peso, y algunas para alcanzar el «peso ideal».

Para estimar el «peso ideal» aproximado, se suele emplear la siguiente fórmula basada en el cálculo del índice de masa corporal:

$$\text{INDICE DE MASA CORPORAL} \quad (\text{I.M.C.}) = \frac{\text{Peso en kilogramos}}{\text{Estatura en metros al cuadrado}} = \frac{\text{Kgs.}}{\text{mts}^2}$$

El «peso ideal» será cuando ese índice se aproxime a 21,5. Se considerará **normal** cuando el índice sea una cifra que esté entre 19 y 24,9.

Si la cifra es inferior a 19, indica **delgadez**, y si es superior a 24,9 señala un determinado grado de **sobrepeso u obesidad**.

Clasificación	I.M.C. ( $\text{Kg/m}^2$ )
Rango Normal	19 - 24.9
Sobrepeso	25 - 29.9
Obesidad grado I	30 - 34.9
Obesidad grado II	35 - 39.9
Obesidad grado III	=/>40

Estos valores varían según la edad, sexo y constitución del individuo, y también, dentro del peso corporal, habría que distinguir entre la fracción correspondiente a la masa magra (huesos y músculos) y la correspondiente a la fracción de grasa, por lo que en personas musculadas, el IMC no es una referencia válida.

También se utilizan con frecuencia, diferentes tipos de dietas para aumentar el rendimiento deportivo.

Hoy día siguen teniendo cierta aceptación las llamadas «dietas precompetitivas», diseñadas para incrementar la resistencia en las pruebas de larga duración. Entre ellas es muy conocida la «dieta disociada escandinava», que se aplica en siete días.

En síntesis consiste en vaciar previamente (tres días) los depósitos de glucógeno, mediante ejercicio exigente y una dieta muy pobre en carbohidratos, para a continuación, durante tres días antes de la prueba, hacer una dieta muy rica en hidratos de carbono (80% de la ingesta total) y entrenamiento suave, con la finalidad de que, por supercompensación, se aumenten los depósitos de glucógeno para el día de la prueba.

Nosotros estimamos que estas dietas deben ser siempre elaboradas por especialistas en nutrición, nunca por aficionados o pseudo-expertos, y además deberían ser diseñadas y recetadas con carácter individual.

En el mundo deportivo la dieta debe contemplar tres tipos de raciones:

- Ración de entrenamiento.
- Ración de competición.
- Ración de recuperación.

**Ración de entrenamiento** debe aportar:

- 15% Proteínas.
- 30% Lípidos.
- 55% Glúcidos.

**Aporte hídrico:** se considera la necesidad de agua en 1 cc por cada kilocaloría consumida en la ración. No obstante, el deportista debe incrementarla y aportar diariamente entre 2000 y 3500 cc.

Una dieta equilibrada basta para suministrar las vitaminas y minerales necesarios.

### Ración de competición

En las horas previas a la prueba, lo mejor es tomar una comida basada en hidratos de carbono tanto sólidos como líquidos, y consumir pocos alimentos constituidos por grasas y proteínas, pues su digestión es lenta y pueden causar trastornos gastrointestinales, además tardan en absorberse y no contribuyen a mantener los niveles de glucosa sanguínea.

Hay que tener en cuenta que la comida del día de la competición es relativamente poco aprovechable, desde el punto de vista energético, pues no hay tiempo suficiente para ser totalmente asimilada.

Para evitar la sensación de plenitud en el estómago, hay que comer 3-4 horas antes de la competición.

Aunque se puede tomar algún alimento, fácilmente digerible, después de ese plazo, con el fin sobre todo de no tener sensación de hambre, sensación que se agranda en las pruebas de larga duración.

En las competiciones que duren más de 30 minutos se debe ingerir una comida en la que el 80% de sus calorías sean de carbohidratos, y no comer tal cantidad que produzca pesadez o malestar.

No se deben alterar lo que son los guisos o alimentos habituales y sobre todo no hay que experimentar.

No hay que preocuparse en exceso por la mayor o menor digestibilidad de los alimentos, aunque es conveniente saber que las dietas líquidas son las más digestibles, asimilables y con una posible mayor incidencia durante la prueba o competición.

Hay que acudir a la prueba perfectamente hidratado. Y recordar que un buen rendimiento en la competición depende más de un buen entrenamiento que de una «especial» comida o de un producto «milagroso» (en muchos casos ilegales).

### Ración de recuperación

Es una ración rica en agua y baja en calorías y proteínas. Inmediatamente después del esfuerzo se debe tomar agua en cantidad moderada, y después de la ducha se pueden tomar bebidas isotónicas o hipotónicas (líquidos que ayudan a la absorción del agua cuando la actividad ha sido intensa, prolongada o se ha sudado mucho).

Algo más tarde se pueden ingerir sopas, verduras, ensaladas, frutas maduras, agua sin gas. Nada de carne ni pescado.

#### 4.5 FUENTES DE ENERGÍA PARA LA CONTRACCIÓN MUSCULAR

La energía para las contracciones musculares se obtiene por medio de una serie compleja de reacciones químicas, que van transformando hidratos, grasas y proteínas en sustancias aún más simples que degradándose, son capaces de producir energía.

Las células musculares están diseñadas de tal modo que solo pueden utilizar directamente la energía contenida en los enlaces fosfóricos de un compuesto macroenergético, el ATP (ácido adenosintrifosfórico). Las reservas de ATP musculares son muy escasas y se agotan rápidamente, por lo que hay que estar reponiéndolas de forma constante.

También de forma casi inmediata, la célula muscular utiliza PC (fosfocreatina), que es más energética que el ATP, pero su energía no es directamente utilizable por la célula para la contracción, sino que se emplea para resintetizar rápidamente ATP. Asimismo, las reservas de PC son limitadas y no hay más remedio que recurrir a la degradación de otras sustancias para obtener el ATP y PC necesarios.

Resumiendo, la célula muscular solo es capaz de utilizar como fuente de energía el ATP. La degradación de la PC es el procedimiento más rápido para resintetizar el ATP consumido. Las adecuadas transformaciones de los nutrientes constituyen un medio diferido para obtener ATP.

Para ilustrar estos conceptos con un ejemplo, imaginemos a la célula muscular como una máquina de trabajo consumidora de energía, que solo reconoce para su funcionamiento el dinero en «monedas (ATP)». Por tanto, no responde ante otras formas de dinero, tales como billetes, tarjetas de crédito o cheques. Es pues necesario cambiar y convertir el dinero en «monedas», para así conseguir que la máquina funcione.

Las operaciones de cambio de billetes, tarjetas o cheques requieren unos trámites en unos lugares y tiempos determinados y a veces con unos costes.

Lo mismo sucede cuando se pretende obtener ATP de los nutrientes. Es necesario realizar unos trámites, que en nuestro caso son reacciones químicas en cadena.

Al conjunto de reacciones químicas encaminadas a obtener energía mediante la degradación de la materia, lo hemos llamado «metabolismo catabólico», que puede ser aeróbico, si las reacciones se efectúan en presencia de oxígeno, o anaeróbico, si no es necesaria su presencia.

Esto da lugar a tres sistemas para la obtención de energía (vía ATP) para la contracción muscular:

### 1º) Sistema Anaeróbico Aláctico

Este sistema utiliza los pequeños depósitos de ATP (ácido adenosintrifosfórico) contenidos en las células musculares, degradando sus moléculas gracias a una reacción química (hidrólisis), en la que el ATP libera la energía contenida en el enlace del último de sus tres fósforos.

Es como si el ATP fuera un artefacto pirotécnico con tres cargas y encendiera y quemara una de ellas, produciendo luz y calor (energía), y convirtiéndose en un artefacto con dos cargas fosfóricas, el ADP (ácido adenosindifosfórico), según la siguiente reacción:



Además en este sistema se cuenta con reservas de PC (fosfocreatina) musculares. En nuestros ejemplos se identifican con los «billetes» de dinero, no utilizable directamente en la máquina, pero fáciles de convertir en «monedas». Y también se puede identificar la PC como un ingenio pirotécnico que permite restituir la carga de fósforo quemado, según la siguiente reacción:



En la que vemos que se sigue un doble proceso: primero la molécula de fosfocreatina se desdobra, cediendo el fósforo que contiene desprendiendo energía, y aprovechándola para, inmediatamente, hacer reaccionar el fósforo desprendido con las moléculas de ADP, consiguiendo nuevas moléculas de ATP. Esta obtención de ATP, casi inmediata y limpia, no produce residuos, pero tiene el inconveniente de que las reservas de PC también son también muy limitadas.

En síntesis, el sistema actúa del siguiente modo: cuando el músculo necesita energía para contraerse, utiliza en primer lugar el ATP que tiene en depósito, hasta llegar a un cierto nivel (nunca llega a vaciarse en su totalidad), e inmediatamente empieza a restituir lo consumido mediante la PC. Esta, si continúa el ejercicio, llega casi a agotarse y será necesario el concurso de otros sistemas para la obtención de ATP y resíntesis de PC. El conjunto energético ATP-PC, llamado también **«fosfágeno»**, es capaz de proporcionar energía para la realización de un ejercicio muy intenso durante un corto espacio de tiempo de no más de diez

o veinte segundos. A partir de ese tiempo, si se prosigue con el esfuerzo, habrá que utilizar preferentemente otro procedimiento de aporte de ATP.

Como hemos visto en las reacciones, el sistema funciona sin presencia de oxígeno y no produce residuos intoxicantes.

## **2º Sistema Anaeróbico Láctico o Glucólisis Anaeróbica**

Cuando las reservas de fosfágeno se van agotando y continúa el ejercicio, el organismo para obtener ATP, tiene que recurrir a otro sistema.

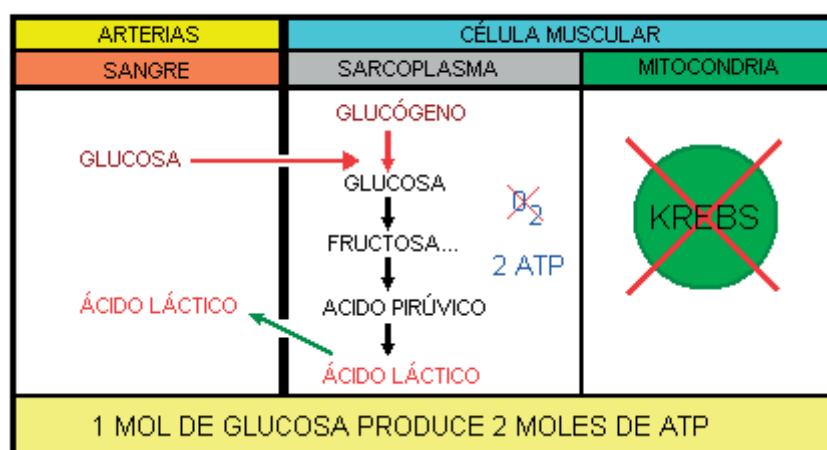
Siguiendo con el ejemplo, tiene que recurrir a la «tarjeta de crédito» para conseguir dinero en «billetes (PC)» y «monedas (ATP)», sabiendo que la operación conllevará algún coste adicional.

La glucólisis anaeróbica, es un proceso químico donde la glucosa se degrada sin presencia de oxígeno, y mediante la adecuada actividad enzimática, se transforma en ácido pirúvico, produciéndose en la reacción dos moles de ATP por mol de glucosa degradada. El ácido pirúvico sin la presencia del oxígeno se convierte en ácido láctico, que es una sustancia presente en el organismo, pero que si se acumula por encima de unos niveles fisiológicos, intoxica y compromete la contracción muscular, llegando a bloquear el sistema de obtención de energía.

Este sistema utiliza como combustible exclusivo la glucosa, y puede abastecer de suficiente energía para realizar un ejercicio, relativamente intenso, de hasta aproximadamente dos minutos de duración. A partir de ese tiempo, el ácido láctico se va acumulando, llegando a intoxicar de tal modo al músculo que le impide el continuar con eficacia el ejercicio.

En el cuadro siguiente se representa el proceso de la transformación de la glucosa en ATP.

### **SISTEMA ANAERÓBICO LÁCTICO**



### **3º) Sistema Aeróbico**

Si se quiere prolongar el ejercicio, habrá que bajar la intensidad y utilizar preferentemente el sistema aeróbico. En nuestro ejemplo, es como obtener billetes y monedas en la oficina de una entidad bancaria. Indudablemente esta operación requiere más trámites y tiempo, pero tiene las ventajas de que no hay costes adicionales y que nuestro crédito es prácticamente ilimitado.

La obtención de ATP por este sistema se realiza con el concurso de oxígeno y como combustible, además de glucosa, puede utilizar grasa. En la degradación de la glucosa se sigue el mismo camino que en la glucólisis anaeróbica, hasta producir los dos moles de ATP por mol de glucosa y convertirse en ácido pirúvico.

A raíz de este punto y en presencia de oxígeno, el ácido pirúvico reacciona y entra en las mitocondrias, (recordamos eran como una especie de corpúsculos presentes en las células musculares), que actúan como autenticas fábricas de producir ATP. Dentro de ellas se realiza un ciclo de reacciones en cadena llamado **ciclo de Krebs**, que da como resultado la producción de 36 moles de ATP por mol de glucosa degradada, que sumados a los dos moles de ATP obtenidos en la transformación a ácido pirúvico, se obtienen, con este sistema, 38 moles de ATP por mol de glucosa.

Si el combustible empleado fuese grasa (de la que el organismo posee grandes cantidades en forma de tejido adiposo), previamente debería descomponerse hasta transformarse en ácido graso libre, y circulando por vía sanguínea, penetrar en las mitocondrias de la célula muscular. Una vez allí, en presencia de oxígeno, reacciona y entra en el ciclo de Krebs produciendo al final 147 moles de ATP por mol de ácido graso.

El único inconveniente de este combustible es que necesita mucho más oxígeno que la glucosa para su degradación.

Para la combustión de un mol de glucosa se requieren 6 moles de oxígeno y para la de un mol de ácido graso, 26 moles de  $O_2$ .

Las ventajas del sistema aeróbico son evidentes, pues además de su alto rendimiento, los productos de desecho son inocuos,  $CO_2$  y  $H_2O$ , (fácilmente eliminables con la respiración), y también porque los depósitos de combustible (sobre todo grasas) son grandes.

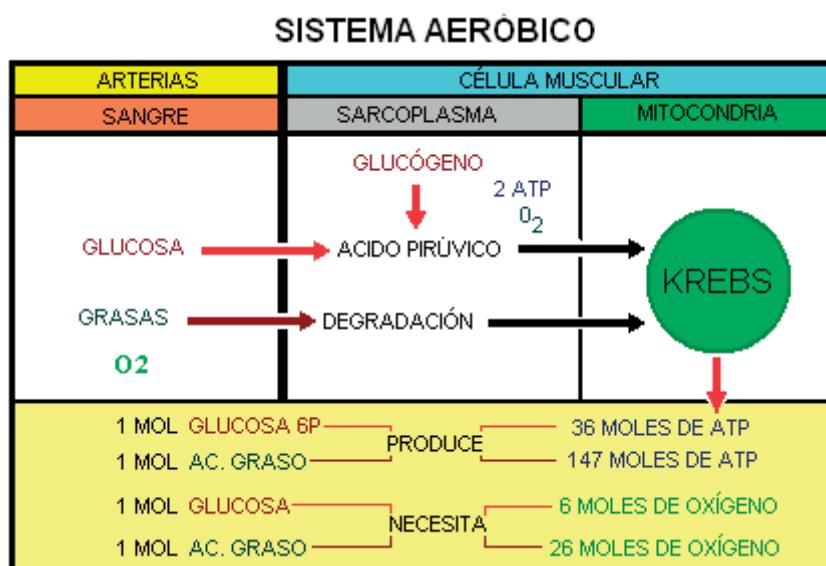
La producción de energía solo queda limitada por las disponibilidades de glucosa y grasas y por la capacidad del organismo para suministrar y utilizar el oxígeno en la cantidad y velocidad que el ejercicio requiera.

La obtención de energía no es tan inmediata como en los otros sistemas, por eso algunos autores llaman a este sistema «la vía lenta».

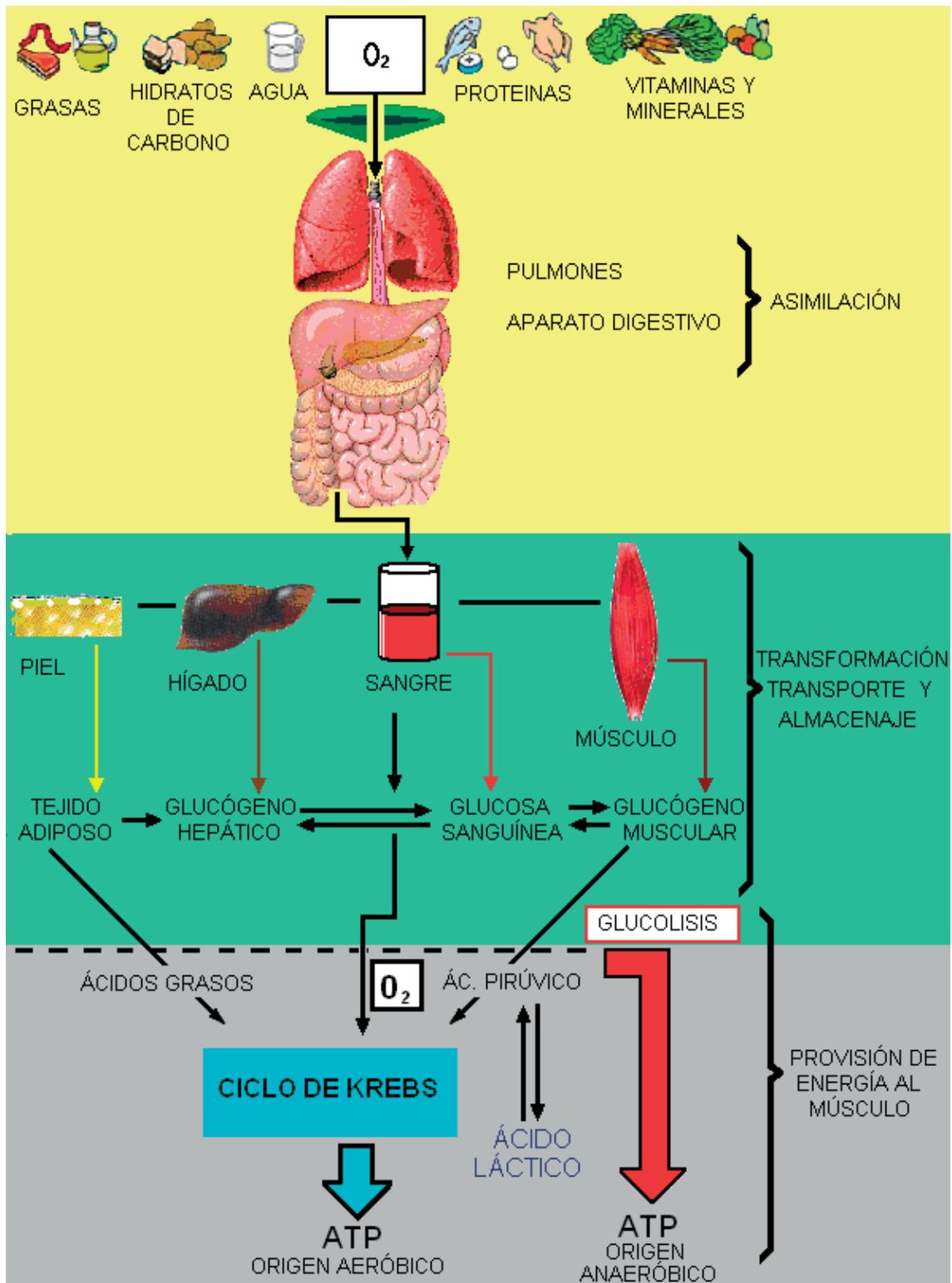
Es conveniente puntualizar que los tres sistemas productores de energía descritos no son excluyentes, muy al contrario: actúan a la vez.

Se dice que se está utilizando un sistema u otro, cuando su actuación es **preponderante**, pero en el entendimiento de que los procesos aeróbicos y anaeróbicos se desarrollan simultáneamente y con una misma finalidad: proveer y restituir al organismo ATP.

En el siguiente cuadro se esquematiza el funcionamiento del sistema aeróbico:

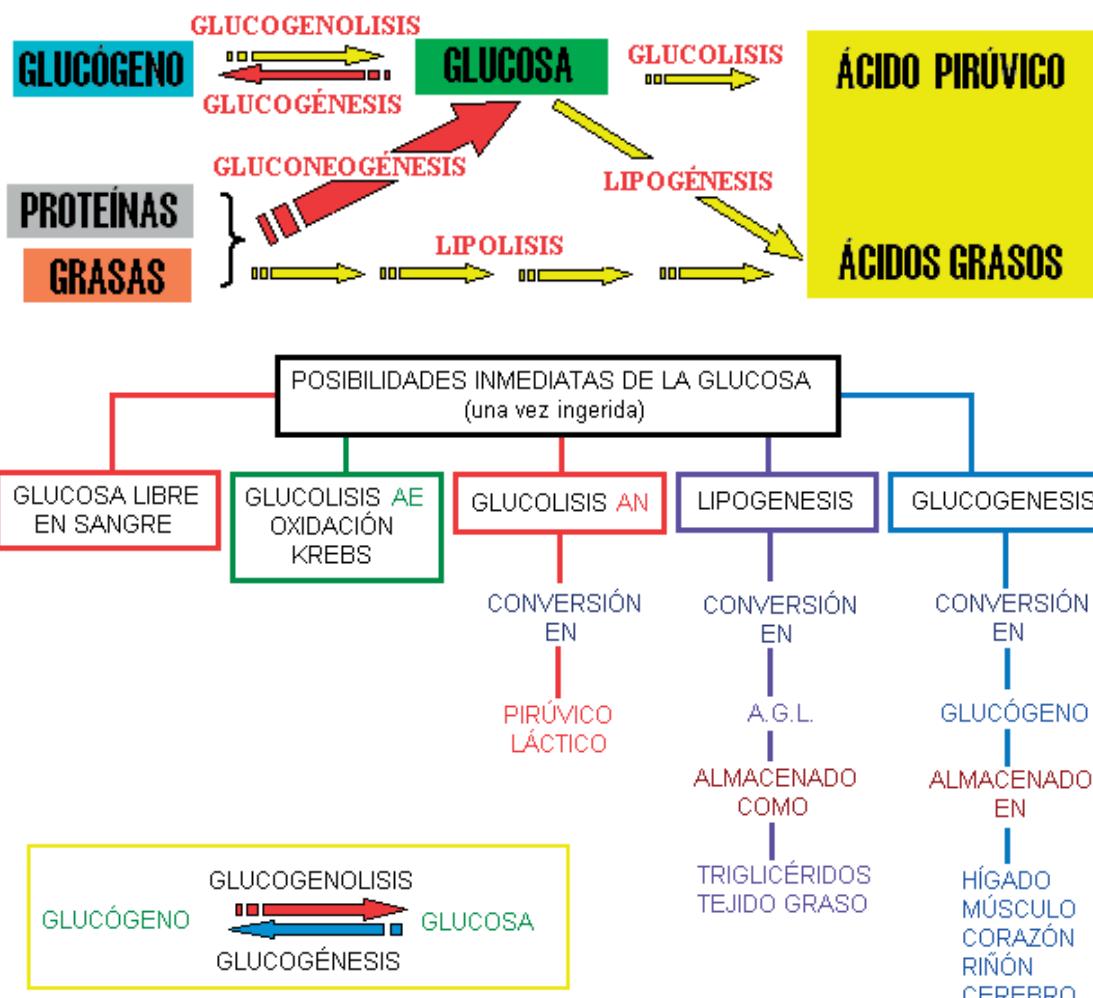


En el siguiente gráfico se ilustran los procesos de asimilación, transformación, transporte, almacenaje y provisión de energía al músculo.



Conocidos los sistemas, quizás sea oportuno indicar como se denominan los procesos metabólicos de la glucosa y las grasas:

- **Glucólisis:** es la transformación de glucosa en energía.
- **Glucogenolisis:** es la conversión del glucógeno (muscular y hepático) en glucosa.
- **Glucogénesis:** es la reacción inversa a la anterior.
- **Gluconeogénesis:** es la transformación de los no azúcares (aminoácidos, glicerol, piruvirato, lactato...) en glucosa.
- **Lipólisis:** es la conversión de las grasas en ácidos grasos y glicerol.
- **Lipogénesis:** es la conversión de glucosa, ácidos grasos, glicerol... en grasa.



La mayoría de estas transformaciones se llevan a cabo en el hígado, asegurando el aporte energético a todo el organismo.

En relación con todo este tema, se polemiza sobre la utilidad de administrar al atleta «sustancias legales» que teóricamente pueden mejorar su rendimiento.

Citaremos algunas de las que han estado de «moda»:

**L-Carnitina:** que al parecer, en esfuerzos aeróbicos, puede incrementar el uso de las grasas como fuente energética predominante en los trabajos iniciales, lo que a efectos de una competición de fondo, se traduce en un cierto ahorro de glucógeno, que puede ser fundamental para esfuerzos prolongados que exijan un aumento de intensidad en la última parte de la prueba.

**Monohidrato de Creatina:** cuya ingesta aumenta las reservas de fosfocreatina, fundamentales para prolongar unos segundos más la intervención del sistema fosfágeno, y por tanto, para mantener durante más tiempo un esfuerzo de intensidad alta o máxima.

**L-Triptófano:** se le atribuye la cualidad de estimular la hormona de crecimiento. En el deporte produciría esto y reduciría algo el malestar o sufrimiento en los esfuerzos prolongados.

**Arginina y Ornitina:** algunos estudios sugieren que estimula la GH (hormona del crecimiento), produciendo crecimiento de masa muscular y disminución de grasa corporal y efectos parecidos a los del **L-Triptófano**.

**Cafeína:** aumenta la utilización de ácidos grasos durante el ejercicio prolongado en esfuerzos cuya duración sea mayor de 30 minutos.

**Aspartato de potasio y de magnesio:** los estudios dicen que mejora entre un 15 y un 20 % la resistencia aeróbica.

**Acetil-cisteína y Resveratrol:** potentes antioxidantes.

Los antioxidantes combaten a los daños radicales libres, que son metabolitos oxidados altamente reactivos, que producen irritación e importantes perturbaciones en las membranas celulares.

Se afirma que pueden ser responsables del envejecimiento prematuro, tanto de piel como de tejidos en general. Los deportistas, y sobre todo los atletas de fondo y medio fondo, están por su actividad más expuestos a estos daños, por lo que deben vigilar en su dieta la adecuada ingesta de antioxidantes, tanto farmacológicos como naturales (Vitaminas A, C y E, Zinc, Selenio...).

**Gingseng y derivados:** incrementan el VO<sub>2</sub> máx., disminuyen la frecuencia cardíaca, disminuyen la tasa de ácido láctico en sangre y la sensación de cansancio durante el ejercicio. Mejoran el metabolismo aeróbico, potenciando el uso de las grasas, y son además eficaces antioxidantes.

Dado que no se tiene certeza de la bondad de estas sustancias y que hay la posibilidad de que puedan ser a corto o largo plazo perjudiciales para la salud, no nos cansaremos de repetir que no hay que tomar nada sin prescripción médica.

No podemos cerrar este apartado sin describir, aunque sea someramente, los trastornos que se pueden originar en el organismo cuando se produce una insuficiente aportación de glucosa a músculos y cerebro (hipoglucemia), durante la realización de ejercicios (normalmente prolongados).

La llamada coloquialmente «pájara» se produce cuando las reservas de glucosa circulante en la sangre disminuyen drásticamente (próximas a agotarse).

Esta situación puede ser consecuencia directa de una alimentación inadecuada, en la que no se ha consumido la cantidad suficiente de hidratos de carbono días antes del ejercicio. Los síntomas de que se está padeciendo una «pájara» son diversos: agotamiento, falta de fuerzas, mareos...

Se pueden considerar dos tipos de hipoglucemia, según su gravedad:

**Moderada**, cuando la glucosa en sangre desciende a valores menores de 50mg/100ml. Los síntomas más comunes son: taquicardia, sudoración profusa, debilidad, mareos, sensación de hambre...

**Severa**, cuando la glucosa en sangre baja de los 30mg/100ml. Con síntomas de confusión mental, descoordinación, hipotermia, convulsiones e incluso coma.

Lo primero que hay que hacer ante una «pájara» es detener la actividad e intentar que el cuerpo vuelva a un estado de normalidad. Si se persiste en el esfuerzo, se pueden agravar las consecuencias.

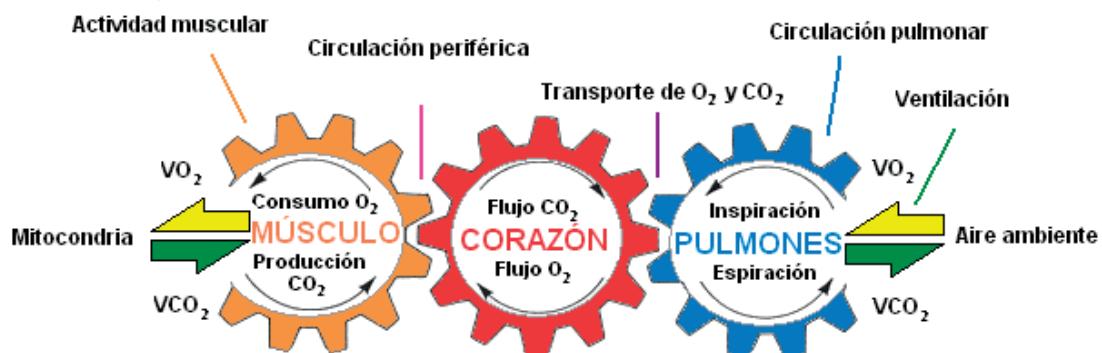
Cuando la energía se ha agotado, no se puede hacer otra cosa que comer y beber. Con esto se intenta que aumente rápidamente la concentración de glucosa en sangre. No basta con suavizar el ejercicio para reservar fuerzas; se han de ingerir alimentos y bebidas que sean fáciles digerir: zumos de frutas, barritas energéticas, chocolate, frutas desecadas... también se pueden tomar bebidas isotónicas que aceleren la recuperación. Estas bebidas contienen azúcares, sales minerales y gran cantidad de líquido, por lo que ayudan a reponer rápidamente el agua y los minerales que se han perdido a través del sudor.

Para prevenir una pájara es importante que días antes de realizar el ejercicio (para que haya tiempo para asimilarlos), se consuman alimentos ricos en hidratos de carbono complejos, como son pasta, arroz, patatas, pan, cereales en copos o galletas, y frutas como el plátano. Si el ejercicio va a ser de larga duración, es conveniente no abusar de alimentos con hidratos de carbono simples como zumos de frutas, azúcar, miel, fruta en almíbar, caramelos, dulces, chocolate,

repostería, bebidas refrescantes azucaradas, mermeladas, etc., ya que pueden provocar un efecto rebote o hipoglucemia reactiva, que puede desencadenar un repentino e inesperado descenso de los niveles de azúcar en sangre.

Como resumen de la relación entre las actividades cardiovascular, respiratoria y muscular, tratados desde el comienzo de este primer capítulo, insertamos el famoso engranaje del diagrama de Astrand.

Empezando por el engranaje de la circulación pulmonar, vemos que mediante la ventilación se asimila  $O_2$  y se elimina  $CO_2$ . En el segundo engranaje, el corazón impulsa a la sangre para que, mediante el sistema vascular, lleve  $O_2$  y retire  $CO_2$  de todas las células del cuerpo, entre ellas a las del sistema muscular (tercer engranaje). Las flechas señalan el movimiento de las ruedas dentadas.



#### 4.6 ALGUNOS PROBLEMAS ASOCIADOS AL SISTEMA MUSCULAR DURANTE EL EJERCICIO: LAS LESIONES

Sin entrar en los posibles traumatismos más graves, como fracturas óseas y otros, a continuación relacionamos lesiones que surgen, con cierta frecuencia, en el sistema muscular durante la práctica deportiva.

Hay que distinguir dos tipos de lesiones, las que se producen de forma accidental por la acción de agentes externos y las que se originan por la acción propia aunque cooperen agentes externos.

Antes de abordar el tema de las lesiones deportivas, es necesario describir un fenómeno común en casi todas ellas: la inflamación.

**La inflamación** es una reacción genérica a un amplísimo espectro de fenómenos que el cuerpo identifica como una agresión, y su objetivo es el de combatir contra el agente agresor y reparar los daños que hubiera podido producir. Estos agentes agresores pueden ser de tipo biológico (bacterias, virus...), físico

(traumatismos, quemaduras...) o químico (toxinas, veneno...). La inflamación se manifiesta espontáneamente y presenta estas 5 características:

- **Edema**, o aumento de la secreción local de líquido intersticial, que provoca un abultamiento o un aumento del volumen habitual de la zona.
- **Enrojecimiento**, provocado por una vasodilatación inherente a este fenómeno.
- **Calor**, por incremento de la temperatura del área inflamada por efecto de la vasodilatación y del aumento del consumo de oxígeno.
- **Pérdida o disminución de la función**.
- **Dolor**, que aparece a consecuencia de la liberación de prostaglandinas, que son sustancias que intervienen en el proceso inflamatorio aumentando la vasodilatación, facilitando el tránsito de macrófagos a la zona lesionada y estimulando las terminaciones nerviosas, aumentando su sensibilidad como respuesta defensiva o de alerta.

Si la inflamación es una respuesta de protección del organismo, ¿por qué luchar contra ella? Pues porque una vez que se ha comenzado a tratar la lesión, la inflamación solo nos aporta dolor y dificultad de curación en muchos casos a causa de un edema persistente.

### a) **Lesiones musculares**

Se distinguen los dos cuadros:

#### a.1) **Lesiones por traumatismo directo producidas por agentes externos**

##### a.1.1) **Contusiones y heridas**

Se denominan como **contusiones** a aquellos traumatismos cerrados sin rotura de piel, producidos por el choque de superficies rudas contra determinadas partes del cuerpo, produciendo presión y aplastamiento.

A veces, la acción se desencadena de forma tangencial, produciendo distensión y desgarramiento. La contusión puede afectar a la piel, tejido subcutáneo, músculos, nervios, vasos sanguíneos, vísceras y huesos, dependiendo de la intensidad del traumatismo.

Se nombran como **heridas** a las lesiones traumáticas con rotura de piel, producidas por el choque directo de agentes mecánicos contra determinadas partes del cuerpo. Según sea el agente mecánico causante de la lesión, las heridas se clasifican en:

- **Punzantes** (producidas por clavos, agujas...)
- **Incisas** (producidas por instrumentos afilados)
- **Contusas** (producidas por instrumentos romos)

Tanto en unas como otras se suelen mostrar con algunos de estos síntomas, inflamación localizada, derrame interno (hematoma) o externo, y dolor más o menos intenso tanto en reposo como en movimiento.

### a.1.2) Lesiones por acción propia

Son accidentes en los que pueden intervenir agentes externos, pero normalmente se producen por la realización de gestos o apoyos inapropiados, que resultan forzados en exceso y como consecuencia, traumáticos.

#### a.1.2.1) Agujetas

Si bien, por su levedad, no se pueden considerar como lesión, las incluimos en este apartado por habituales en la práctica deportiva y porque de algún modo incapacitan, durante días, para un entrenamiento eficaz.

Aparecen cuando se entrena con más intensidad de la acostumbrada, cuando se inicia el trabajo después de un tiempo de inactividad o cuando se cambia el método, la progresión o los ejercicios del entrenamiento. El deportista siente dolor difuso en los músculos afectados, y en muchos casos, sensación de pesadez y cansancio general. Hasta no hace mucho, se pensaba que este dolor estaba producido por la acumulación dentro del músculo de cristales o «agujas» de ácido láctico, producto del metabolismo anaeróbico propio de esfuerzos intensos. Tal teoría está totalmente desfasada, por la imposibilidad de cristalización del ácido láctico a temperaturas superiores a -5° C (42 grados menos que la temperatura corporal), y así, su nombre tradicional de «agujetas», está siendo reemplazado por el de DOMS (Delayed Onset Muscular Soreness o Dolor Muscular Retardado). Aun así, las causas que provocan **DOMS** todavía no están del todo claras, y se da por seguro que son el resultado de una combinación de los siguientes desencadenantes:

- Ruptura de las bandas Z de multitud de sarcómeros, principalmente durante la fase excéntrica de la contracción muscular. Como consecuencia se produce dolor e inflamación.
- Por rotura de las cisternas terminales de calcio (pequeños depósitos de calcio que hay en las miofibrillas, que posibilitan la contracción muscular) y también por la migración de calcio de la sangre hacia la fibra muscular, se produce una acumulación de calcio en el medio extracelular que reacciona con unas enzimas dañinas para la fibra muscular, percibiéndose por ello cansancio y disminución de fuerza en primera instancia, y rigidez y dolor al cabo de horas.
- Necrosis (muerte) de miofibrillas más frágiles por el aumento de temperatura muscular interna, propio del ejercicio físico, que en algunos casos supera los 40° C, provocando dolor.

- Acumulación de residuos metabólicos (metabolitos) en el músculo que dan lugar a una reacción inflamatoria. Esta acumulación tarda un tiempo variable en producirse, variando con la persona, con el músculo afectado, con el esfuerzo realizado y con la magnitud del daño resultante. De ahí la diversidad del tiempo de aparición de las agujetas. No va mal encaminado el refrán que dice: «Cuanto más tarden las agujetas en aparecer, más te van a doler».

Y aunque hemos citado el DOMS como una dolencia leve, sin «categoría» de lesión, sí es cierto que en el caso de DOMS constantes por entrenamientos muy intensos y continuados, el atleta corre serio peligro de generar una seria patología (la Rabdomiólisis) que destruiría literalmente su musculatura.

Las mejores soluciones contra las agujetas son la aplicación de frío local, el ejercicio general no intenso, los estiramientos suaves y los masajes relajantes.

Hasta hace no mucho, se aconsejaba tomar agua con azúcar, o agua con bicarbonato para «tamponar» la acidosis producida por el «lactato» acumulado... pero nada de eso es útil.

Quizá sí sea una solución la ingesta de alimentos que contengan proteasas (por ejemplo, la bromelina, presente en la piña), ya que estas combaten la inflamación y disminuyen la formación de prostaglandinas inflamatorias, por lo que también disminuiría el dolor. Puede ser una alternativa eficaz si no se quieren tomar analgésicos y antiinflamatorios.

#### a.1.2.2) Contractura

Es una de las lesiones deportivas más frecuentes. No resultan graves, pero generan mucha incomodidad y reducen el potencial del atleta, a la vez que pueden ser precursoras de lesiones musculares más graves si no reciben tratamiento.

Las contracturas se perciben como nódulos o cordones endurecidos y dolorosos al tacto en un músculo. Son inflamaciones musculares locales cuya aparición responde a multitud de posibles causas, a saber:

- Fatiga muscular, sobresolicitación o esfuerzo muscular para el que no se está preparado. Se produce con ello una excesiva acumulación de metabolitos que provocan inflamación.
- Movimientos bruscos, que provocan un sobreestiramiento local de fibras, por lo que las fibras musculares colindantes se contraen (se contracturan) para proteger de males mayores a las anteriores.
- Mal calentamiento previo al esfuerzo.

También pueden desencadenarse por motivos no directamente relacionados con el esfuerzo físico, como:

- Deficiencias en la hidratación.
- Malas posturas durante el sueño.
- Activación nerviosa (muy frecuentes sobre todo en músculo trapecio y área cervical).
- Frío en zonas sensibles que provoca un espasmo muscular que precede a la contractura.

La aparición de una contractura, como proceso inflamatorio que es, impide a su vez el **normal riego sanguíneo**, y con ello, la conveniente oxigenación de las fibras y la necesaria evacuación de toxinas, por lo que se entra en un círculo vicioso de complicada resolución espontánea.

Con un tratamiento a base de reposo deportivo, hidratación, calor local, masaje y estiramientos suaves, suelen remitir al cabo de una semana, aunque podemos acortar estos plazos con un tratamiento de fisioterapia, que incluiría estiramientos miofasciales (estiramientos localizados que inciden sobre las fascias o cubiertas colágenas de los paquetes musculares), presiones isquémicas (aplicación de una presión mantenida sobre los nódulos con el fin de interrumpir temporalmente el riego sanguíneo hasta conseguir la «rendición» por isquemia de la contractura), «pegatinas» Kinesio-tape, que producen una suave y constante tracción en la piel y en las fascias musculares superficiales, «Stretch and Cold» (estirar al máximo posible el músculo contracturado y acto seguido, aplicar frío sobre la contractura –sin cesar el estiramiento- para soltar las fibras contraídas), o en casos severos, la denominada "punción seca", muy eficaz a corto plazo, o la Eletrolisis Percutánea Intratisular, aún más efectiva.

#### a.1.2.3) Calambre

Se llama **calambre** a una intensa contracción mantenida, involuntaria y dolorosa de un músculo o de un grupo muscular. Se presenta generalmente en las extremidades y con mayor frecuencia en gemelos-sóleo, y suele aparecer de forma súbita durante el ejercicio, aunque a veces puede presentarse en reposo e incluso durante el sueño.

Las causas que desencadenan esta dolencia pueden ser muy diversas. Las más conocidas son posturas forzadas, el frío (sobre todo, el frío húmedo), brusca bajada de la temperatura que percibe el músculo, pequeños traumatismos, deshidratación, pérdida de sales por exceso de sudoración o por falta de aporte en la dieta, desequilibrio iónico, estrés y sobre-estimulación nerviosa provocada por una actividad física intensa y/o duradera, para la que no se está preparado, lo que a su vez provoca una disminución de señales inhibidoras por

parte del sistema nervioso central, dando lugar a estas contracciones violentas e involuntarias.

Se solucionan con estiramientos del músculo afectado y con la conveniente reposición de líquidos y sales minerales.

Durante varios días, la musculatura dolerá, y estarán indicados los masajes, los estiramientos y la movilización suave. Para evitar su reaparición, será necesario un mayor aporte hídrico, un suplemento extra de potasio y magnesio en la dieta, y un entrenamiento más acorde con el esfuerzo requerido.

#### **a.1.3) Lesiones musculares por elongación**

El mecanismo de producción de estas es siempre el mismo: contracción muscular violenta, o gesto deportivo brusco, inadecuado, descontrolado o más intenso de lo que se puede soportar.

Hay factores que facilitan la aparición de estas lesiones, como un calentamiento insuficiente, mala hidratación, poca flexibilidad muscular, etc. Hay mucha bibliografía que aborda este tema, y mucha heterogeneidad a la hora de diferenciar y clasificar los grados de esta lesión.

Nosotros hemos considerado que la clasificación siguiente es la más idónea:

##### **a.1.3.1) Grado cero o «Tirón»**

El afectado siente como un calambre localizado en una zona del músculo. No existe rotura de fibras musculares, sino un estiramiento total de una parte de las mismas. Pese a que el deportista, aunque con dificultad y molestias, podría continuar con el ejercicio, no debe hacerlo, pues la lesión se agravaría irremediablemente.

Como medida de protección del propio músculo afectado, las fibras cercanas a la zona lesionada se contracturan para evitar posibles males mayores, por lo que es frecuente palpar un nódulo doloroso en la zona. Al no haber rotura, no se produce hematoma. Al estirar pasivamente el músculo no duele. Esta lesión hay que tratarla con reposo y aplicación de frío inmediato, en intervalos de 10-15 minutos, 5 veces al día durante 2 días. A partir del tercer día podemos aplicar calor y masajear suavemente. Se recupera entre 6 y 9 días, y la vuelta a los entrenamientos deberá ser muy progresiva, pues son frecuentes las recaídas.

##### **a.1.3.2) Primer grado o «Microrrotura fibrilar»**

El afectado nota un chasquido que le obliga a parar de inmediato. Siente como una punzada muy localizada en el músculo, y el dolor puede persistir en reposo, aunque puede andar sin muchos problemas. Existe una rotura de miofibrillas,

pero pocas veces aparece un pequeño hematoma. El tratamiento debe ser de reposo, frío a intervalos durante dos días, antiinflamatorios, calor y masaje muy suave a partir del tercer día. A partir del 5º-6º día ya podremos estirar el músculo, muy progresivamente. Se puede volver a los entrenamientos al cabo de 10 a 14 días, cuando el estiramiento del músculo sea totalmente indoloro, de forma muy suave y gradual.

#### a.1.3.3) Segundo grado o «Rotura fibrilar»

El afectado experimenta sensación de desgarro de una pequeña zona del músculo, que genera una incapacidad inmediata.

En este caso, el número de fibras afectadas es mayor. El dolor a la palpación es intenso y hay dificultad para apoyar y andar. La contracción del músculo y el estiramiento del mismo son muy dolorosos. Al cabo de 3-4 días, se nota al tacto una zona más dura muy localizada (que podría derivar en recuperación normal o en cicatriz muscular, molestas durante largo tiempo). Al cabo de 24-48 horas puede aparecer el hematoma, que indicará que la lesión tiene buena evolución. Si el hematoma no aparece, se nos presentan dos opciones: o no hemos acertado con el diagnóstico (es menos grave de lo que preveíamos), o el hematoma se ha enquistado en el músculo, con el consiguiente peligro de retrasar la recuperación o de generar una calcificación muscular.

En el caso de que la evolución sea normal, el tratamiento es de reposo, antiinflamatorios, frío a intervalos durante 48 horas y fisioterapia. A partir del 5º día, aplicar calor y masaje **indirecto** (alrededor de la zona lesionada). A partir del 7º-8º día, ya podremos hacer masaje directo (muy suave al principio) y estiramientos pasivos al límite del dolor. Solo al cabo de la 2ª semana podremos masajear en profundidad para sacar el hematoma en caso de que este no haya salido aun.

El plazo medio de recuperación es de unas 3 semanas, cuando el estiramiento del músculo sea totalmente indoloro. La vuelta a los entrenamientos deberá ser muy progresiva.

#### a.1.3.4) Tercer grado o «Rotura muscular»

Se rompen gran cantidad de fibras musculares o la unión músculo tendinosa. El dolor es muy fuerte y la incapacidad es total. Son muy fáciles de diagnosticar por la deformidad o la hendidura que presenta el músculo afectado. Existe gran edema e inflamación, así como el extenso hematoma posterior (salvo en la rotura del recto anterior del cuádriceps, que dicho hematoma no suele aparecer).

El tratamiento será de frío, antiinflamatorios, reposo y ortopedia o cirugía, a juicio del traumatólogo. Imprescindible rehabilitación posterior. En el mejor de los casos, el tiempo de evolución de la lesión nunca será inferior a dos meses.

En todos los casos de lesión muscular, el tratamiento de fisioterapia es decisivo para una óptima y rápida recuperación.

### **b) Lesiones tendinosas**

#### **b.1) Tendinosis**

A causa de traumatismos directos, microtraumatismos de repetición, abuso de determinado gesto o movimiento deportivo (sobresolicitación) o sobrecargas, se produce un dolor más o menos intenso e incapacitante en un tendón, tanto a la palpación como al involucrarlo en un movimiento. Se creía que esta patología, antiguamente llamada «tendinitis», consistía en la inflamación permanente del tendón, pero ya está demostrado que un tendón en sí no es muy susceptible de inflamarse, o en caso de inflamarse, este proceso duraría muy poco (48 a 72 horas como máximo), y solo sería la antesala de una dolorosa patología degenerativa de sus fibras, conocida como **tendinopatía**. Solo en el caso de que se reconozca la inflamación en la vaina que recubre el tendón (las vainas sí son susceptibles de inflamarse), sí podríamos hablar de **tendinitis**, o mejor dicho, de **tenosinovitis**. El tratamiento de esta dolencia sería de reposo deportivo, aplicación de frío, masaje y estiramientos.

En casos severos suele ser muy útil el método **Cyriax**, que no es más que un profundo (y molesto) masaje transversal a las fibras lesionadas, y que en el caso de las tendinopatías provocarían un aumento del riego sanguíneo que ayudaría a la evacuación de toxinas y al aporte de elementos necesarios para la recuperación, al tiempo que estimula la producción de tejido colágeno para reforzar el tendón.

#### **b.2) Roturas de tendón**

Es una lesión grave, habitual en ex-deportistas que retoman la actividad física, de ahí que la edad típica de estas lesiones sea de los 35 años en adelante.

Son factores que aumentan el riesgo de padecer esta lesión: edad, períodos largos de inactividad anterior, mala hidratación, dieta inadecuada, alcohol, tabaco, y actividad deportiva en terrenos duros. Las más frecuentes son la del tendón de inserción de la cabeza larga del bíceps y la del tendón de Aquiles.

En todos los casos, es una lesión fácilmente reconocible por la pérdida total de la función del músculo de ese tendón y la deformación del segmento afectado. Puede ser dolorosa, aunque en la fase inmediata de la lesión no se perciba mucho dolor. El afectado, pese a no haber recibido impacto alguno, asegura haber sentido un golpe. Al poco tiempo, el hematoma confirmará la gravedad de la lesión, que en la gran mayoría de los casos precisará cirugía (el 100% en el caso del tendón de Aquiles). El período de recuperación y alta deportiva puede dilatarse hasta un año.

### **c) Lesiones ligamentosas**

#### **c.1) Esguinces**

El esguince no es más que la violenta elongación de un ligamento, producida por un movimiento descontrolado, un resbalón o una caída. En el ámbito, deportivo los más frecuentes son los de rodilla y sobre todo, los de tobillo. Existen diferentes grados de severidad de esta lesión.

##### **c.1.a) Esguince de primer grado**

Es una distensión de las fibras del ligamento, pero sin rotura de las mismas. En muy poco espacio de tiempo tras el accidente, se produce una inflamación inmediata de la articulación (como mecanismo de defensa involuntario para impedir movimientos que pudieran agravar la lesión) y una hipersensibilización del área afectada, muy variable de un caso a otro, aunque la magnitud del dolor no tiene relación directa con la gravedad de la lesión.

El ligamento, pese a no haber sufrido roturas, ha quedado elongado y momentáneamente inutilizado. El tratamiento inmediato ha de ser de inmovilización, aplicación de frío, compresión, elevación del miembro afectado y reposo. El traumatólogo prescribirá, además de antiinflamatorios, un corto tiempo de inmovilización, fisioterapia y una movilización precoz que evite atrofias.

##### **c.1.b) Esguince de segundo grado o rotura parcial**

El mecanismo de producción de esta lesión no varía, aunque el daño en el ligamento es mayor, pues aparte de la distensión, también se produce una o varias roturas parciales del ligamento. El dolor puede no ser mayor que en el esguince leve, pero en este caso se percibe algo de inestabilidad en la articulación.

Lo mismo ocurre con la inflamación, que no siempre es mayor que la de un esguince leve. A los pocos días, sobre todo en los esguinces de tobillo, se hará visible un gran hematoma debajo y al lado del maleolo. El tratamiento es el mismo: inmovilización, frío, compresión, elevación del miembro afectado,

antiinflamatorios, inmovilización no muy prolongada, movilización precoz y tratamiento de fisioterapia.

#### **c.1.c) Esguince de tercer grado o rotura total del ligamento**

Se produce de igual manera que los anteriores, pero de una forma más violenta. El ligamento se distiende tan bruscamente, que se desgarra. El dolor es muy intenso, y el edema es instantáneo y muy grande. Se aplicará el mismo tratamiento inicial que antes hemos citado, hasta que en el hospital se decida por la cirugía o por un tratamiento conservador.

Ya que antes hemos mencionado el tratamiento de fisioterapia, hay que matizar que para la recuperación de todo tipo de lesiones, y esguinces en particular, se ha avanzado mucho en los últimos años, y como alternativa a las ya desfasadas 3 semanas de escayola, tenemos los drenajes del edema y evacuación del hematoma con presiones conducidas; las inmersiones alternativas de frío y calor; el masaje Cyriax para corregir malas adherencias, estimular la producción de colágeno y facilitar una hiperemia que ayudará a aclarar la inflamación y acelerar la cicatrización, o (en el caso de los esguinces de tobillo), la manipulación de los huesos del tarso, que en la lesión pueden descompensarse, retrasando con ello la recuperación y la desaparición del dolor.

La fase final de la curación de una lesión ligamentosa consistirá en la recuperación de la propioceptividad del ligamento, o lo que es lo mismo, la recuperación de la capacidad del ligamento de generar respuestas motrices instantáneas para mantener el equilibrio ante cualquier variación externa que lo comprometa. Para ello, en esguinces de rodilla o tobillo, están indicados los equilibrios sobre plataformas inestables, mantenerse en pie mientras se reciben pequeños empujones por la espalda estando a la pata coja sobre la pierna a recuperar, etc.

#### **d) Otras lesiones**

##### **d.1) Osgood Schlatter**

Es una patología que afecta casi exclusivamente a jóvenes deportistas. Principalmente al correr, caminar cuesta arriba o subir escaleras, se siente un fuerte dolor en la zona de la tuberosidad tibial, acompañado de inflamación, provocado por la tracción que realiza el tendón rotuliano (tendón del cuádriceps) sobre su inserción, muy sensible y frágil a causa del crecimiento. Tanto es así, que puede provocar arrancamientos óseos (avulsiones) en muchos casos. Suelen ser más proclives a esta lesión los varones jóvenes, altos y con algo de sobrepeso, pero sobre todo, aquellos que presentan rótulas altas, genu valgo (rodillas metidas hacia el centro o «pata de catre»), o acortamiento generalizado de la cadena muscular posterior de las piernas. Esta enfermedad remite

espontáneamente al terminar el desarrollo del adolescente sin dejar secuelas en la inmensa mayoría de los casos.

Mientras se padece, hay que reposar, aplicar frío local e incidir en la flexibilización de la musculatura isquiotibial.

### d.2) Periostitis tibial

Es una lesión muy frecuente entre corredores de larga distancia. No es más que la inflamación de la cubierta (periostio) del hueso de la tibia, producida por los impactos del pie contra el suelo al correr. Estarán más predispuestos a sufrir esta lesión más mujeres que hombres; los atletas de más peso corporal; los pronadores; los que corran más tiempo/distancia; los que corran sobre terrenos más duros; los que presenten pie plano, y/o pronunciada rotación interna o externa de la cadera.

El afectado sentirá dolor en la cara anterior de la tibia al correr, y en muchos casos notará un tacto rugoso en esta zona. El tratamiento será de reposo, aplicación de frío en fase inicial y antiinflamatorios. Pasada esta fase, se procederá a realizar estiramientos y a combatir las causas que producen la lesión: cambio de calzado, cambio de terreno para correr, corrección de la pisada, combinar la carrera con otras actividades sin impactos (bicicleta, natación...), etc.



Para atenuar los síntomas y proteger la zona, son de gran ayuda las medias de compresión o las cinchas que se colocan rodeando la pierna en la parte más alta y más baja de la tibia, para descargarlas de la tensión de los impactos de la carrera.

Una vez curada, la vuelta a los entrenamientos ha de ser muy gradual y suave.

### d.3) Luxaciones de hombro y codo

Las luxaciones o dislocaciones (muy frecuentes en el hombro y menos en el codo) se producen al desmontarse la articulación por traumatismo directo o indirecto (caídas). Las luxaciones de hombro son tristemente habituales en el balonmano, por los impactos o agarrones con el brazo en abducción y rotación externa (gesto previo al lanzamiento).

Casi siempre, la cabeza del húmero se descoloca hacia abajo y hacia adelante. El deportista pierde de inmediato la forma de su hombro, refiere gran dolor y total inutilización de la articulación. En su salida, el húmero rompe el rodeante glenoideo (un relieve cartilaginoso que rodea a la cavidad articular y que

aumenta su concavidad), rasga la cápsula articular, daña ligamentos gleno-humerales, y daña la cabeza del húmero con una profunda muesca al chocar esta contra el borde inferior de la escápula (lesión de Hill-Sachs). En algunos casos, también se pueden desgarrar tendones del manguito rotador, se puede fracturar la cabeza del húmero y se puede lesionar por tracción o compresión el nervio circunflejo. De hecho, el dolor que siente el afectado durante la luxación depende en buena parte de lo comprometido que se encuentre este nervio durante la misma.

Una luxación de hombro es fundamental reducirla lo antes posible, para evitar que el creciente espasmo muscular añada mayor dificultad a este delicado proceso, que incluso puede provocar la fractura del cuello del húmero.

En los casos más frecuentes (luxación anteroinferior), llevar muy lentamente la mano del miembro afectado hacia la nuca, pondrá la cabeza del húmero en su sitio. En caso de la más mínima duda, debe ser el traumatólogo el que se encargue de la reducción de la lesión. Una vez reducida, se suele prescribir un tiempo variable de reposo con el brazo en cabestrillo. Concluido este, se procederá a recuperar la movilidad del hombro y después a potenciar la musculatura del tríceps y del infraespinoso.

Aun así, tantos daños dan a entender que, tras la inmovilización y la rehabilitación, la articulación no volverá a estar igual que antes, y es probable es que vuelvan a producirse luxaciones, cada vez con más facilidad (luxación recidivante), hasta que se opte por la cirugía para reinsertar el rodete arrancado, retensar los ligamentos laxos y coser la cápsula. En muchos casos se opta por insertar un trozo de la cresta ilíaca en el borde inferior de la cavidad glenoidea como tope para impedir nuevas luxaciones.

En el caso de las luxaciones de codo, el mecanismo de producción son caídas hacia atrás apoyando el brazo en semiflexión. Son muy dolorosas y su reducción debe hacerla siempre un traumatólogo, dado el serio peligro de fracturar el olecranon con una mala manipulación. Los profanos en la materia solo debemos asegurarnos de que el afectado tenga pulso en la mano (girando muy levemente la muñeca), ya que estas luxaciones suelen interrumpir el riego sanguíneo al antebrazo y mano, con el consiguiente peligro.

A diferencia de las de hombro, una vez curadas estas luxaciones no suelen dejar secuelas.

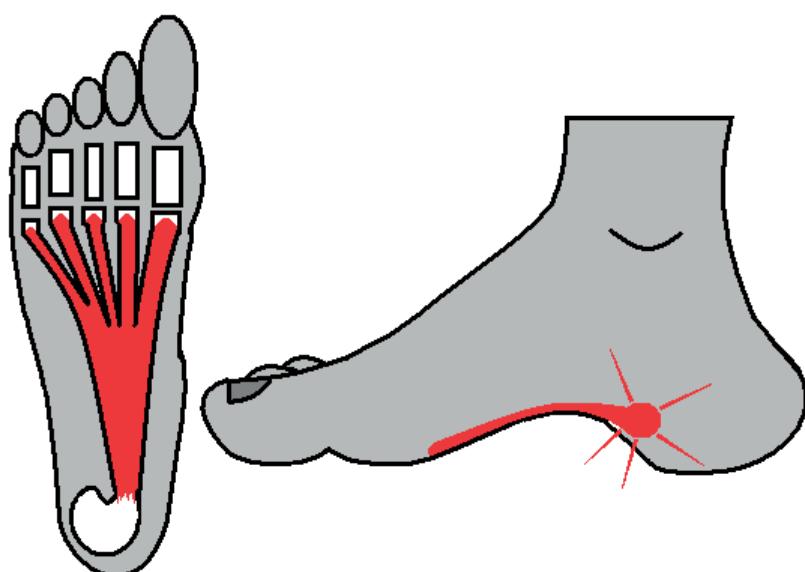
#### **d.4) Artritis traumática**

Esta lesión puede presentarse en cualquier articulación y los síntomas son parecidos a los de los esguinces, con la diferencia de que no existe «bostezo»

articular (ampliación de espacio). Suele producirse derrame sinovial y hemato-ma. Son muy frecuentes, en determinados deportes, en los dedos de las manos (voleibol, balonmano)

#### d.5) Fascitis plantar

La fascia plantar es un abanico de tejido colágeno que se expande desde la parte delantera del calcáneo, hasta la zona metatarsiana. Su cometido es el de sujetar las estructuras que forman el pie y absorber los impactos propios de la marcha, la carrera o el salto. Por ello, es frecuente que aparezca entre deportistas muy activos que entran sobre terrenos duros, o presentan gran altura o peso, o un pie cavo, o un pie plano, o sobre todo, que tengan una pisada muy pronadora. Se generan multitud de inflamacio-nes por traumatismos de repetición en la planta del pie, que con el tiempo provocan una degeneración del tejido de la fascia. El atleta notará dolor muy localizado en la parte media e interna del talón. Este dolor será mayor «en frío» (al levantarse por la mañana o después de estar mucho tiempo sentado). Según se agrava la lesión, el deportista tendrá incluso dificul-tades para caminar. En estos casos, es frecuente que se haya formado un «espolón» (una calcificación) en el calcáneo.



Antes de llegar al caso extremo anterior (que posiblemente requerirá cirugía), es necesario combatir esta lesión con reposo, antiinflamatorios, estiramientos pasivos de la musculatura plantar y masaje Cyriax. En casos rebeldes, se suelen realizar infiltraciones. Para combatir el dolor durante el ejercicio y proteger del empeoramiento de la lesión, se suele recurrir a vendajes o a cintas de es-

paradrapo pegados en el arco plantar, en la misma dirección de la fascia, para descargarla de tensión.

Pero lo más importante es combatir las causas que propician la aparición de la lesión. En el caso de pisada incorrecta, hay que rectificarla con la ayuda de cuñas o plantillas especiales en el calzado que deberá recomendar el especialista, apoyado por un previo estudio biomecánico.

#### **d.6) Bursitis**

Las articulaciones tienen, en diferentes localizaciones, unas bolsas serosas o «bursas» destinadas a suavizar el rozamiento entre tendones y huesos. Por movimientos inapropiados de repetición, esfuerzos muy prolongados, traumatismos directos o presiones constantes sobre la zona, una bursa se puede inflamar, dando lugar a una bursitis. Esta lesión es dolorosa, y si no se trata correctamente, tiende a hacerse crónica.

Las bursitis más frecuentes se padecen en el tendón de Aquiles y el astrágalo, en la zona del trocánter mayor, en codos y en hombros. El tratamiento es el ya conocido de reposo, frío y antiinflamatorios. Los ultrasonidos también dan muy buen resultado.

#### **d.7) Pubalgias**

Son muy frecuentes en fútbol y derivados, en los que se sobresolicita mucho la musculatura aductora en la carrera con cambios de dirección, el regate y el chut. Este sobreuso desencadena una serie de posibles consecuencias:

- Arrancamientos o avulsiones de pequeños fragmentos óseos de la zona inferior del hueso pubis, por exceso de tracción muscular.
- Bostezo o apertura forzada de la síntesis o unión entre las dos ramas del pubis, por la misma razón anterior.
- Desinserciones de fibras tendinosas de los aductores, por degeneración progresiva (tendinopatías crónicas).

En todos los casos, el deportista nota un dolor en la zona pélvica y abdominal baja, que irá en aumento conforme avanza la lesión, pasando de doler solo en esfuerzos específicos, a doler incluso en reposo. Este dolor suele ir unido a una sensación de debilidad y pesadez en toda la musculatura de la zona.

El tratamiento habrá de ser siempre fisioterápico, sin olvidar nunca las pautas de atención primaria a cualquier lesión de esta índole: aplicación de frío nada más acabar el entrenamiento (en fases iniciales) y reposo. En casos avanzados, se suele recurrir a la cirugía.

Para prevenir esta lesión, será primordial entrenar mucho la flexibilidad de los aductores, y el reforzamiento de la pared abdominal.

#### **d.8) Lumbalgias**

Es una patología muy frecuente tanto en deportistas como en personas sedentarias. Para no extendernos, solo trataremos las causas de las lumbalgias relacionadas con la actividad física. Consiste, como su nombre indica, en un dolor en la zona lumbar, de intensidad tan variable como las causas que lo provocan.

Son propias de corredores y halterófilos, principalmente. Entre los corredores, los motivos que la suelen hacer aparecer son: cambios bruscos en la intensidad y duración de los entrenamientos, terrenos duros, calzado inadecuado o poco amortiguante, braceo incorrecto o falta de tono abdominal. En el caso de los halterófilos, suelen ser el resultado de errores de colocación y/o falta de sujeción en levantamientos axiales o verticales (arrancadas, peso muerto, o press militar, entre otros), lo que provoca sobrecargas en la zona que pueden derivar en protusiones discales.

En el tratamiento inmediato de la lesión, nunca deberá aplicarse hielo, solo reposo y controlados estiramientos lumbares.

El tratamiento de las lumbalgias siempre debe estar seguido por el traumatólogo y por el fisioterapeuta. Suelen dar muy buenos resultados las manipulaciones osteopáticas, el masaje, los ultrasonidos, la onda corta y el TENS (electroestimulación con impulso de alta frecuencia y baja intensidad) como analgésico. Y para evitar recaídas, hay que incidir mucho en una correcta reeducación postural, potenciando en especial la musculatura abdominal profunda.

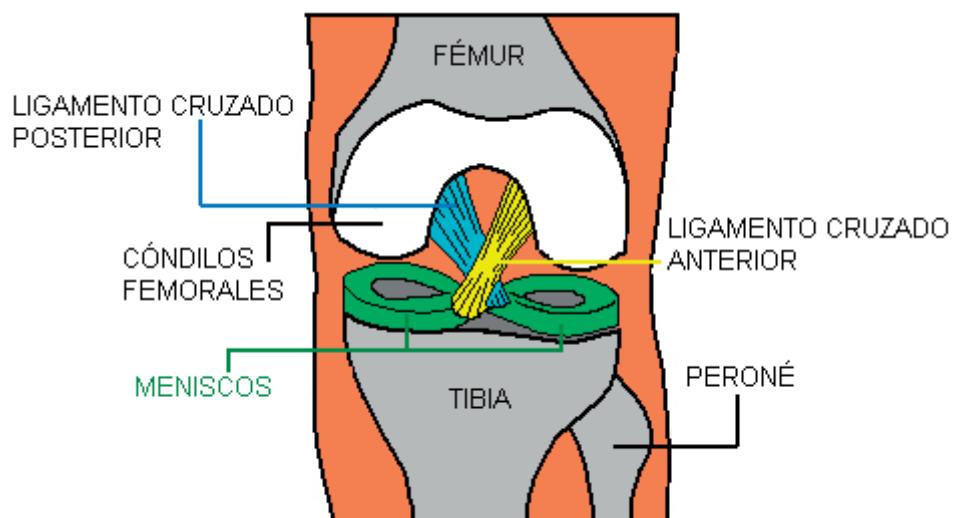
#### **d.9) Lesiones meniscales**

Los meniscos de la rodilla son dos cuñas semicirculares de fibrocartílago, adosadas a la meseta de la tibia, cuya misión es la de amortiguar los impactos que recibe la articulación en la marcha, la carrera y el salto, y aumentar la congruencia articular, esto es, darle un poco de concavidad y estabilidad a la relación fémur-tibia.

A causa de una caída o gesto brusco de flexión en apoyo y rotación, se pueden romper los meniscos. Se rompen por aplastamiento, porque el menisco se introduce entre el cóndilo femoral y el platillo tibial. Estas roturas pueden ser en forma de rasgado longitudinal (rotura en «asa de cubo»), rasgado transversal (rotura «pico de loro»), o en forma de corte, separando un fragmento que, desinsertado de su sitio, puede deambular por el interior de la rodilla («ratón intraarticular») provocando bloqueos inesperados de la articulación y picos de dolor momentáneo.

El deportista refiere dolor en el momento de la lesión, con hinchazón casi inmediata. Si con la pierna flexionada presionamos la interlínea (línea lateral de separación entre tibia y fémur), o si forzando una flexión máxima de rodilla con rotación interna o externa del tobillo, el afectado nota un dolor fuerte y localizado, lo más seguro es que tenga el menisco roto. Una resonancia magnética resolverá la duda en todo caso, o la extracción del líquido de la rodilla: si es amarillento (hidrartros) es probable que no haya lesión de menisco, si tiene restos de sangre (hemartros), casi seguro habrá rotura.

Las dudas en el diagnóstico se puede producir por una lesión de la cápsula articular (la cápsula se introduce entre menisco y cóndilo del fémur, como el que se muerde por accidente la pared lateral de la boca, para entendernos). Cuando esto ocurre, los síntomas son casi idénticos a los de una rotura de menisco, aunque sus consecuencias son mucho mejores. En este caso, «la cápsula salvó al menisco», y con una corta inmovilización con rodilla en extensión, se soluciona el problema en pocos días.



Como cartílago que es, cualquier lesión de menisco es irreversible. No se recupera porque no recibe vascularización, por lo que la solución a una rotura de menisco pasa siempre por su extirpación parcial en el quirófano. Cuando esto ocurre, el deportista podría caminar en 2 a 7 días, y volver a los entrenamientos en un plazo variable (4 a 9 semanas), aunque a la larga, la carencia de una porción de un menisco puede desembocar en degeneraciones prematuras en esa rodilla, a la que le falta un elemento clave para su conservación y funcionamiento. En los últimos tiempos, se están aplicando terapias muy prometedoras durante la cirugía artroscópica de la rodilla, como son las infiltraciones de plasma enriquecido, cuyos factores de crecimiento sí están demostrando que pueden regenerar en parte los efectos de esa cirugía.

### d.10) Lesiones combinadas

Son aquellas compuestas por varias lesiones. Tratando el tema de las lesiones de menisco, asociada a estas suelen estar las lesiones de los ligamentos laterales y cruzados de la rodilla. Tenemos la «doble» (rotura de un menisco y del ligamento cruzado anterior) y la «triada» (ligamento lateral interno, ligamento cruzado anterior y menisco interno). Ya que la lesión del ligamento cruzado posterior es muy infrecuente y provocada por accidentes muy violentos, vamos a pasarla por alto y solo veremos cómo se puede lesionar el ligamento cruzado anterior.

#### d.10.a) Lesiones del ligamento cruzado anterior

Este ligamento, junto con el cruzado posterior, se halla en el hueco que hay entre los cóndilos del fémur, uniendo esta zona con el platillo de la tibia.

El cruzado anterior impide el desplazamiento de la tibia hacia delante. Se puede romper por un gesto brusco con la rodilla flexionada y rotada hacia fuera. El dolor al producirse la lesión es muy fuerte, con gran inflamación. Al cabo de 2 o 3 días va remitiendo el dolor, y pocos días más adelante, el afectado podría andar sin problemas.

La exploración que confirmaría la lesión del ligamento cruzado anterior se denomina "prueba del cajón", y se realiza sentando al paciente con la pierna flexionada 90° y la planta del pie sobre la camilla; tirando hacia delante de

la zona alta de la tibia, si esta cede hacia delante, estará roto el ligamento.



más común de todas consiste en extraer un haz de fibras del tendón rotuliano e implantarlas como nuevo ligamento cruzado.

La recuperación es muy larga y dolorosa, pues a base de estiramientos forzados, hay que convertir ese antiguo tendón en un ligamento.

#### **4.7 ADAPTACIONES DEL SISTEMA MUSCULAR MEDIANTE EL EJERCICIO SISTEMÁTICO**

Aunque las adaptaciones serán consecuencias que estarán en consonancia con el tipo de entrenamiento realizado, de forma general se puede indicar que con el ejercicio sistemático, la **fibra muscular**:

- Se hipertrofia y en proporción incrementa su tejido conectivo.
- Amplia su red capilar.
- Mejora la eficacia de todos los procesos metabólicos que suceden en su interior.
- Aumenta la correcta excitabilidad, así como los depósitos de fosfágeno y glucógeno.
- Como resultado de todo lo dicho anteriormente, el músculo se hace más fuerte, resistente, elástico y eficaz.

En resumen, incrementa e influye en:

- La hipertrofia y fuerza muscular.
- El número de capilares.
- La fuerza y elasticidad de los tendones.
- La fuerza del tejido conectivo.
- El rendimiento y la eficacia de la acción muscular.

#### **5. SISTEMAS DE INTEGRACIÓN BIOLÓGICA**

Son los sistemas que se encargan de la coordinación y de la interacción de todos los demás sistemas y órganos.

Como en el ejemplo del regimiento, las acciones de los diferentes órganos deben ser debidamente coordinadas. Esa misión la asume la Plana Mayor, con la acción de distintas secciones específicas, que mediante un reglado procedimiento de relación e información, analizan cada situación, las exponen al Mando y una vez que este decide, transmiten, mediante órdenes, su decisión a los órganos subordinados.

Las órdenes pueden tener carácter ordinario, extraordinario, urgente... y a su vez pueden ser transmitidas por distintas vías: rápidas (oralmente, radio, teléfono, e-mail, fax...), o más lentas (por mensajero, carta...), y también por varias vías simultáneamente. Pueden ser generales y que afecten a todas las unidades o que atañen solo a unas determinadas, e inclusive, la misma orden puede activar una unidad y desactivar otra.

En los seres unicelulares, todas las funciones vitales se realizan en la misma célula. En cambio, a medida que el ser vivo se eleva en la escala biológica, sus

diversos tejidos, órganos y sistemas, experimentan una especialización cada vez mayor. Para que el funcionamiento sea armónico, se debe disponer de un procedimiento eficaz de información, integración y coordinación. Este procedimiento es asumido por dos sistemas en el organismo humano:

- Sistema nervioso
- Sistema endocrino

Que se diferencian entre sí fundamentalmente en tres aspectos:

1. La velocidad de sus acciones: rápidas en el sistema nervioso y relativamente lentas en el sistema endocrino.
2. Las vías que conducen sus estímulos: los nervios en el sistema nervioso y la sangre en el sistema endocrino.
3. Las funciones que regulan o coordinan: a cargo del sistema nervioso están la vida de relación y los movimientos. De forma general son responsabilidad del sistema endocrino el metabolismo, el crecimiento y la reproducción.

## 5.1 SISTEMA HORMONAL O ENDOCRINO

Como ya se ha dicho, este sistema ayuda a coordinar y regular importantes actividades del organismo.

El sistema está constituido por un conjunto de glándulas de secreción interna, entendiendo por tales a unos órganos especializados en la producción y secreción de unas sustancias específicas (hormonas), que son vertidas en la sangre para que trasportadas por ella, alcancen y estimulen a otros órganos, y así de este modo, provocar y regular determinadas funciones.

Etimológicamente, «hormona» significa sustancia excitante (excitan o provocan determinada función). No existe una definición exacta, pero se acerca bastante a la realidad la de:

*«Sustancia química específica, producida en un órgano o en determinadas células de un órgano y que transportada por medio de la circulación sanguínea, produce efectos específicos de activación o regulación de otros órganos».*

Para aclarar un poco cómo funciona el sistema endocrino, imaginemos que las glándulas endocrinas son fábricas de llaves, las hormonas son llaves de candados y los diferentes órganos son candados o cerraduras.

En el organismo tenemos dos tipos de fábricas.

- Las «glándulas de secreción interna», que son fábricas que «exportan» sus llaves a sitios lejanos, para que una vez allí, actúen sobre determinadas

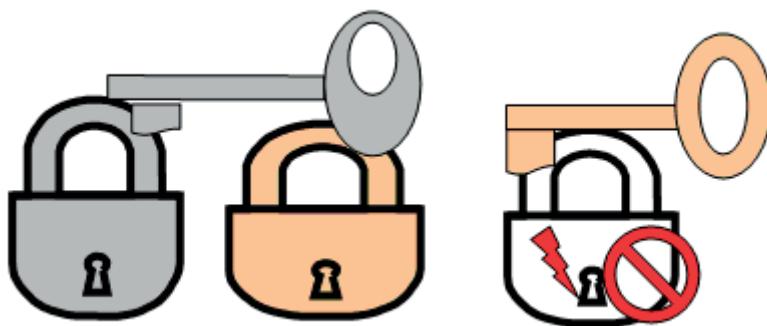
cerraduras (órganos). Para realizar la exportación utilizan la sangre como medio de transporte.

- El otro tipo de fábrica lo constituyen las «glándulas hísticas», que actúan como pequeños artesanos produciendo llaves para el consumo próximo o local.

Los dos tipos de fábricas, producen y envían llaves (hormonas) en función de la demanda, que puede tener distintos orígenes (e-mail, petición telefónica, fax, correo ordinario...). En nuestro caso, la demanda será de origen nervioso o de origen químico, normalmente producida por informadores (sensores) que actúan como agentes comerciales biológicos, indicando puntualmente sobre las necesidades, fluctuaciones y niveles de las hormonas en todo el organismo.

Es decir, cuando los niveles de hormonas son altos, los sensores dan la orden de no exportar, y cuando son bajos se estimula la exportación.

Las hormonas se comportan como las llaves: solo abren y cierran los candados para los que han sido diseñadas (órganos diana) y también puede suceder que una misma llave en una misma acción, abra una cerradura y cierre otra (active un órgano y desactive otro).



Así mismo puede ocurrir que, en determinados momentos, la cerradura no esté en disposición de recibir la llave, bien porque el cubreojos de la cerradura esté bajado (no receptiva) o el ojo obstruido (caso de enfermedad).

Para su estudio, las glándulas endocrinas se clasifican de distintas maneras. Una de ellas es en dos grandes grupos, cada uno de ellos controlado por una parte de la hipófisis, que es como la «glándula reina», dada su influencia en las demás.

Hemos elegido esta forma de clasificación, porque es la que más se adapta a la simplicidad y objetivos de este texto.

### Glándulas endocrinas más importantes:

**Primer grupo:** (Todas controladas por la adenohipófisis).

- Adenohipófisis (lóbulo anterior de la hipófisis).
- Corteza suprarrenal.
- Tiroídes.
- Glándulas sexuales o gónadas.

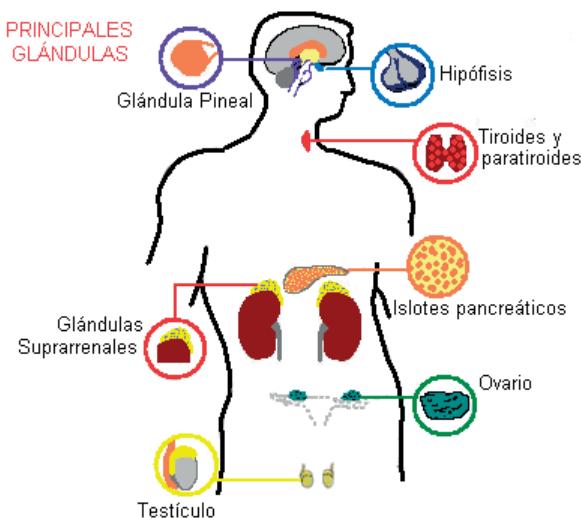
**Segundo grupo:** (No gobernadas por la adenohipófisis).

- Neurohipófisis (Lóbulo posterior de la hipófisis).
- Médula suprarrenal.
- Paratiroides.
- Células secretoras de insulina de los islotes de Langerhans.

Otra clasificación de las hormonas es por su posibilidad de diluirse en grasa.

- Las **esteroides** o liposolubles, se caracterizan por su capacidad de atravesar las membranas de las células de los órganos diana.
- Las **no esteroides** o no liposolubles, necesitan de «receptores intermedios» en las células diana para que sea efectiva su acción, ya que no son capaces de atravesar la membrana celular.

En la siguiente figura se representa la situación de las principales glándulas endocrinas del ser humano.



Aunque hemos explicado el funcionamiento de las hormonas con el ejemplo de las llaves, ahora lo haremos desde un punto de vista más fisiológico.

Las funciones concretas de cada hormona son muy diversas, en general estimulan a las células de los órganos diana favoreciendo:

- La activación y síntesis enzimática.
- La síntesis proteica para la reparación de tejidos.
- Los necesarios cambios en el metabolismo celular, etc.

El sistema endocrino intenta mantener, a disposición de los órganos y en el torrente sanguíneo, los niveles hormonales adecuados a cada momento. Para ello, regula la secreción hormonal mediante servosistemas (comparables a termostatos), vertiendo las hormonas necesarias en pequeñas cantidades que, a su vez, se inactivan en muy poco tiempo con el fin de evitar sobretasas hormonales que no se ajusten a la situación.

También las células de los órganos diana regulan la actividad de las hormonas, haciéndose más o menos receptivas y por tanto, más o menos sensibles ante una hormona concreta.

El sistema nervioso, al estar conectado con el sistema endocrino, puede actuar sobre determinadas glándulas provocando secreción de hormonas.

El número de hormonas y sus funciones es muy elevado, de ahí que en este libro, solo relacionemos aquellas que guardan más relación con el ejercicio y el entrenamiento físico:

- **Glándula tiroides:** segregá las hormonas tiroxina y triyodotiromina, con las funciones de acelerar el recambio energético, estimular el sistema nervioso involuntario, e influir en el crecimiento y desarrollo mental.
- **Glándula paratiroides:** su hormona es la parathormona, que controla el metabolismo del calcio.
- **Glándula adenohipófisis:** produce varias hormonas, entre ellas la STH, directamente relacionada con el crecimiento.
- **Glándula neurohipófisis:** segregá entre otras, la hormona antidiurética, con función de retención de agua.
- **Glándulas gónadas:** situadas en los ovarios de la mujer y testículos del hombre, producen respectivamente estrógenos y testosterona, muy relacionadas con el crecimiento y la fuerza muscular.
- **Páncreas (solo Islotes de Langerhans):** producen la insulina para regular los niveles de azúcar y propiciar que la glucosa penetre en la célula muscular.
- **Glándulas suprarrenales:** en ellas se distinguen dos porciones distintas: **corteza y médula.**

La corteza suprarrenal fabrica tres tipos de hormonas esteroides:

- **Mineral corticoides**, que tratan de conservar el agua del organismo, reteniendo el sodio y eliminando el potasio. Su hormona principal es la aldosterona.
- **Glucocorticoides**, con las que se obtiene energía por activación del metabolismo de los hidratos de carbono, grasas y proteínas La hormona principal es el cortisol.
- **Andrógenos esteroides** o corticoides sexuales, que actúan favoreciendo el anabolismo muscular y óseo. La hormona más representativa de este grupo es la androsterona.

La médula suprarrenal produce dos principales hormonas que se regulan entre sí y realizan múltiples funciones:

- La **adrenalina**, que acelera la frecuencia cardíaca y eleva el volumen sistólico. Aumenta la glucosa en sangre (por desdoblamiento de glucógeno hepático y muscular) y relaja la musculatura bronquial favoreciendo su dilatación.
- La **noradrenalina**, que disminuye la frecuencia cardíaca y el volumen sistólico.

Estas dos hormonas (adrenalina y noradrenalina), llamadas también hormonas del estrés, pueden actuar como neurotransmisores del sistema nervioso, con lo que se constata la interrelación de los dos sistemas de integración.

### GLÁNDULAS SUPRARRENALES



La función del sistema endocrino en el ejercicio es esencial, pues libera hormonas que preparan al organismo para la acción, cooperando para que, durante el esfuerzo, el sistema muscular sea abastecido de las sustancias energéticas necesarias.

En el siguiente cuadro indicamos una simplificación de la secuencia hormonal durante una sesión de entrenamiento.

### SECUENCIA HORMONAL EN EL EJERCICIO FÍSICO

INSTANTES INICIALES	Liberación de adrenalina y noradrenalina. Inicio de la glucogenolisis muscular. Inicio de la producción hepática de glucosa. Incremento de la presión arterial.
DURANTE EL EJERCICIO	Glucogenolisis hepática. Movilización de reservas lipídicas.
PROLONGACIÓN DEL EJERCICIO	Aceleración del metabolismo hidromineral

### 5.2 SISTEMA NERVIOSO

Es el sistema rápido de integración biológica.

Funciona como un inteligente y gran ordenador, con un sofisticado sistema de comunicación. Recibe información del exterior y del interior del organismo. Analiza, confronta con su archivo o fondo de experiencias (memorias), crea, elabora respuestas y envía órdenes a los distintos órganos, dirigiendo sus funciones.

Se organiza en dos diferentes secciones o subsistemas interconectados:

- El Sistema Nervioso Voluntario o Cerebroespinal
- El Sistema Nervioso Autónomo o Vegetativo

Ambos actúan con sus propios procedimientos de transmisión, mediante los cuales reciben y transmiten la información necesaria, procesando y evacuando las órdenes pertinentes.

Muchas de las órdenes se emiten de forma automática (órdenes permanentes). Es como si estuvieran escritas en el «libro de órdenes» y la respuesta ante una información no tiene por qué ser elaborada. A este tipo de respuesta-orden podemos llamarla automática o involuntaria.

Otras informaciones sí requieren un análisis más detallado y una confrontación con los archivos de antecedentes (memorias) antes de dar las órdenes oportunas, que llamaremos respuestas-órdenes voluntarias.

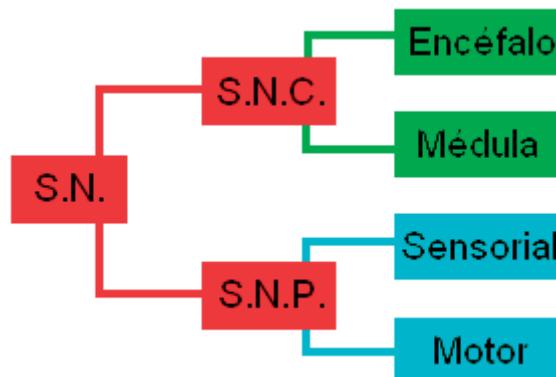
Las órdenes voluntarias, a base de reiterarlas, se hacen de forma rutinaria convirtiéndose en involuntarias. Este proceso es un paso muy cualitativo en el aprendizaje y dominio de la técnica.



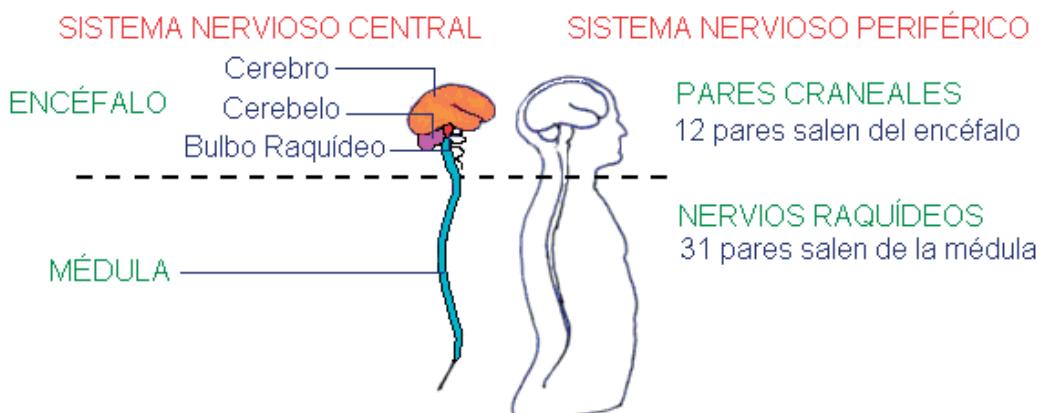
### a) División anatómica

Desde el punto de vista anatómico, el sistema nervioso se divide en:

- **S.N. Central:** lo forman el encéfalo (cerebro, cerebelo y bulbo raquídeo) y la médula.
- **S.N. Periférico:** está constituido por los nervios craneales que salen del encéfalo y por los nervios raquídeos que salen de la médula.

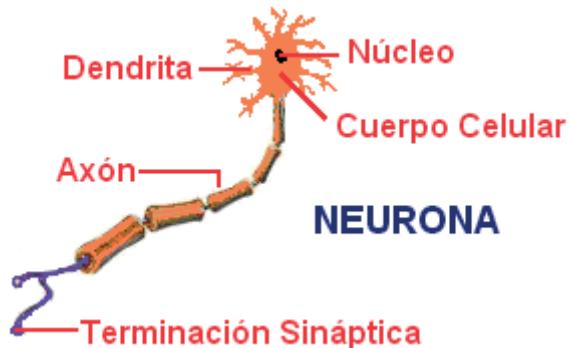


### DIVISIÓN ANATÓMICA



### b) Constitución del sistema nervioso

El tejido nervioso está formado por unas células características llamadas **neuronas**.



Tanto el sistema nervioso autónomo como el voluntario, están constituidos por centros nerviosos y por vías nerviosas.

- Los **centros nerviosos** son agrupaciones de neuronas, cuyos cuerpos en conjunto forman la llamada «sustancia gris». La «sustancia blanca» está formada por el conjunto de fibras nerviosas de las neuronas (axones y dendritas). La sustancia gris es periférica en el cerebro y sin embargo es central en la médula espinal.
- Las **vías nerviosas** o nervios periféricos, están formados por fibras nerviosas de los dos sistemas (voluntario y autónomo), y tienen como misión conducir los estímulos.

Si la conducción va desde el órgano receptor al centro nervioso correspondiente, se le llama «vía nerviosa aferente», «centrípeta» o «sensitiva».

Si la conducción va desde el centro nervioso a los órganos efectores, la vía nerviosa recibe el nombre de «eferente», «centrífuga» o «motora» (a veces secretora).

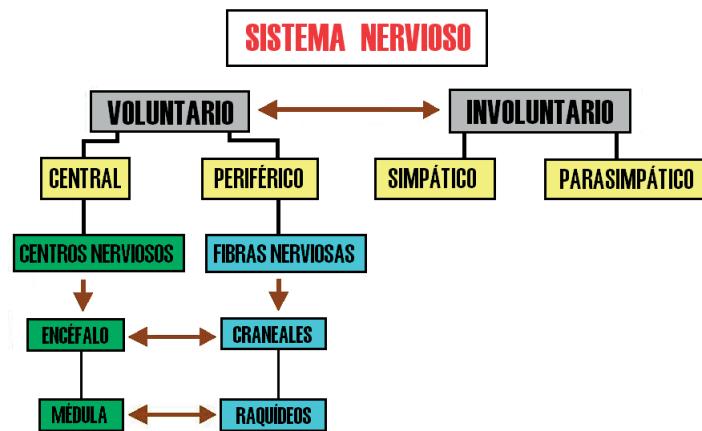
En ambos sistemas, los centros nerviosos se ubican en el cerebro y en la médula espinal.

**El Sistema Nervioso Cerebroespinal o Voluntario** se encarga de las relaciones con el ambiente, recibe sensaciones y sus respuestas son normalmente motoras y es influido por la voluntad (aunque puede no serlo).

**El Sistema Nervioso Vegetativo o Autónomo**, es siempre involuntario. Inerva los vasos sanguíneos y controla funciones de importancia vital, tales como la respiración, circulación, digestión, metabolismo, secreción o reproducción.

Para su funcionamiento, el **S.N. Vegetativo**, se organiza en dos divisiones:

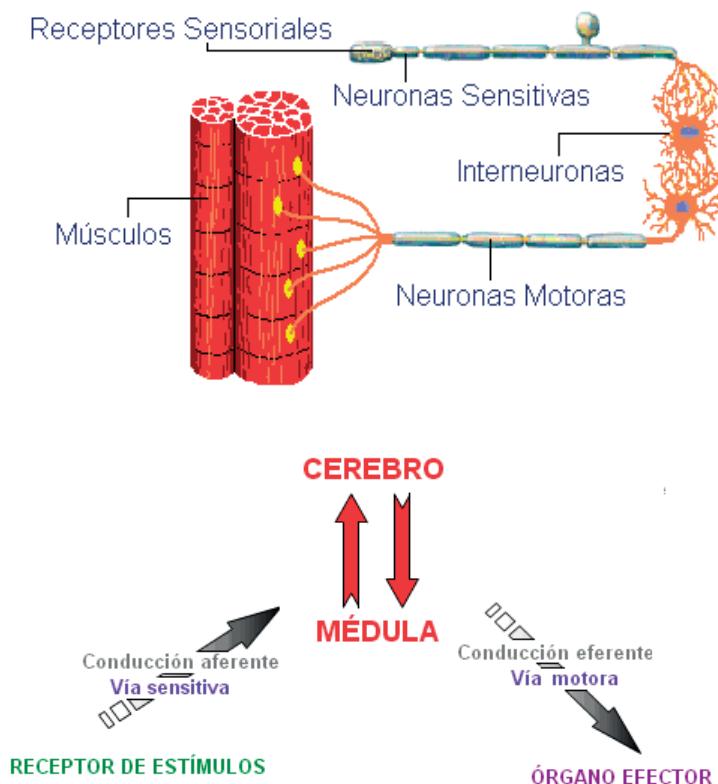
- 1) El **S.N. Simpático**, que actúa normalmente como acelerador de las funciones.
- 2) El **S.N. Parasimpático** que actúa, en general, como frenador.



### c) Esquema funcional

Bien por propia voluntad (acción voluntaria) o por información transmitida por los receptores sensoriales (mecanorreceptores, fotorreceptores, termorreceptores, quimiorreceptores, nocirreceptores...), se reciben estímulos del exterior y del interior del organismo, y mediante los nervios sensitivos aferentes, conducen la información al centro nervioso correspondiente donde, si procede, se interpreta y determina la respuesta adecuada.

A continuación, a través de la red de vías nerviosas eferentes, se emiten las órdenes a los órganos que deben actuar.

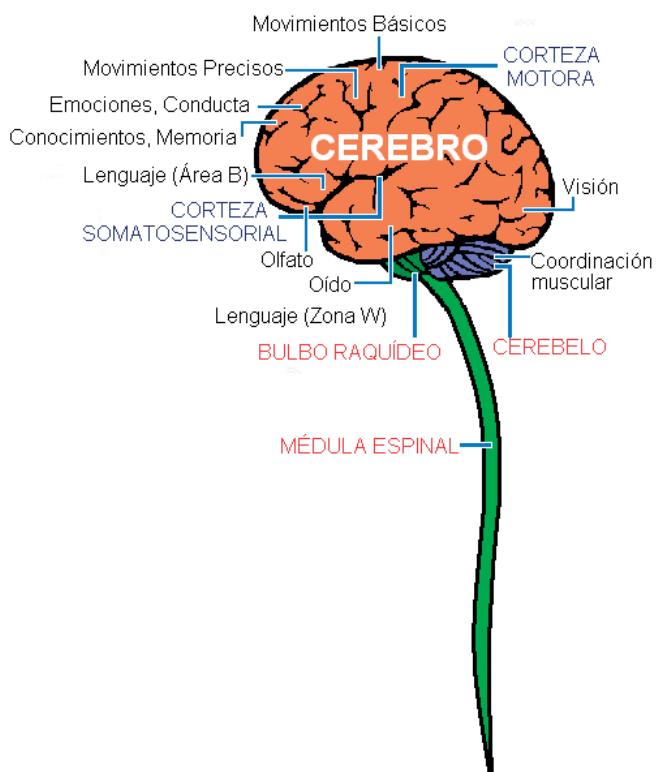


Mediante estas vías el sistema nervioso, tanto voluntario como involuntario dirige, realiza y controla muchas funciones.

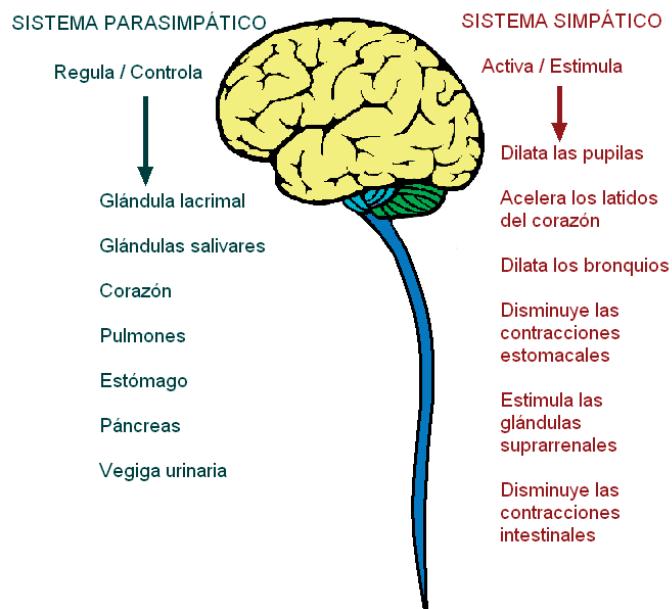
### c.1) Vía sensitiva

ESTÍMULOS	SEÑORES	LOCALIZACIÓN	SENSACIÓN
Fuerza mecánica normal	Mecano-receptor	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Piel, Tej. Subcutáneos</li> <li>▪ Articulaciones, músculos...</li> <li>▪ Vestibulares</li> <li>▪ Vísceras</li> <li>▪ Vasos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tacto, presión, cosquilleo</li> <li>▪ Sentido, posición y movimiento-elongación</li> <li>▪ Audición</li> <li>▪ Distensión</li> <li>▪ Presión sanguínea</li> </ul>
Luz	Foto-receptor	Retina	Visión
Calor	Termo-receptor	Piel	Calor y frío
Sustancias en solución	Quimio-receptor	Mucosa olfatoria, papillas gustativas, arterias	Olfato, Gusto, PO <sub>2</sub> , PCO <sub>2</sub> , PH
Fuerza mecánica extrema	Noci-receptor	Piel, vísceras, músculos, articulaciones, vasos	Dolor

### c.2) Vía motora

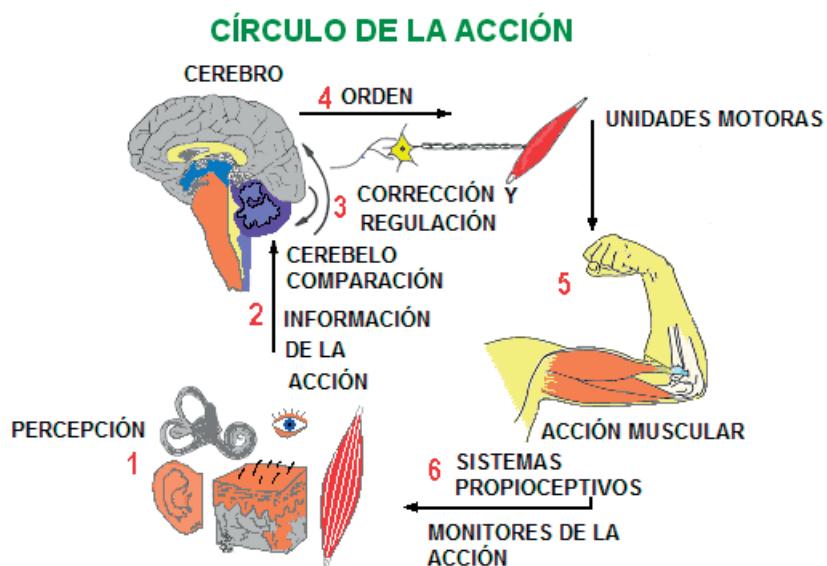


El sistema nervioso vegetativo en sus dos facetas (simpático y parasimpático) desencadena y regula de forma automática e inconsciente una serie de respuestas que permiten al organismo ajustarse a nuevas situaciones.



Nosotros nos vamos a centrar principalmente en el aspecto motor, que llamaremos «círculo de la acción», cuya secuencia es:

1. Percepción.
2. Información-comparación y voluntad de acción (si procede).
3. Correlación-regulación (en encéfalo y/o médula).
4. Orden de acción (voluntaria o involuntaria).
5. Acción muscular.



La acción motora más «elemental» del sistema nervioso es aquella en la que un estímulo simple produce una respuesta simple, sin intervención de la voluntad. A esto se le ha llamado **acto reflejo elemental**. Por extensión, se define como **acto reflejo** a la respuesta motora, simple o compleja, que originada por algún estímulo sensitivo, se produce sin la intervención de la voluntad.

Diferenciamos dos clases de actos reflejos:

- Los **incondicionados o congénitos**, que son aquellos con los que nacemos y son propios de nuestra especie.
- Los **condicionados o aprendidos** (muy importantes desde el punto de vista deportivo), que son los que se adquieren de las experiencias vitales.

Cualquier función muscular está regida por uno o varios centros nerviosos, llamados también motores, que pueden estar en el encéfalo y en la médula.

De acuerdo con la exposición precedente del acto reflejo, la actuación del sistema nervioso puede presentarse más o menos compleja, con más o menos intervención de centros nerviosos encefálicos.

Que el proceso nervioso sea más simple o complejo, depende de la misma índole del movimiento y de cómo se haya transformado el gesto en habitual.

Al principio, en el aprendizaje de cualquier técnica de trabajo, hay una fase que se puede denominar «intelectiva», en la cual es necesario «entender» en qué consiste el movimiento a realizar. Una vez adquirida la noción de lo que se trata de aprender, entramos en una segunda fase o período, tipificado por la voluntad y la acción de llevar la idea a la práctica.

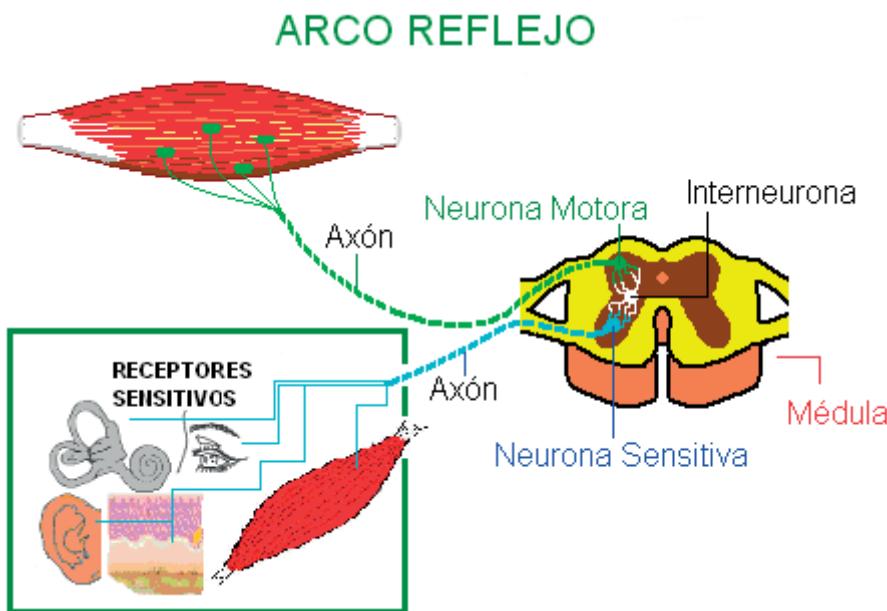
Los diversos movimientos que se puedan aprender, están siempre regidos por el trabajo conjunto de centros nerviosos superiores, de manera especial por los del córtex del cerebro, y precisamente por ello, debido a la influencia que ejerce la irradiación del córtex sobre las demás partes del sistema, los centros motores de cada función específica actúan muy influidos por los centros motores vecinos, resultando así interferida la independencia propia de cada movimiento.

Por la repetición a través del entrenamiento, se llega a la forma ideal de realización con inhibición de la corteza cerebral. Es entonces cuando los movimientos se han convertido en hábitos y entramos en la tercera fase o automatización. Es ahora cuando el acto es puramente reflejo y llevado a cabo por centros nerviosos inferiores (bulbo raquídeo, médula), sin que el córtex tenga que intervenir.

Debemos tener en cuenta que los centros nerviosos de todo el sistema tienen una organización jerárquica. La médula siempre estará bajo la supervisión del

cerebro, aunque este realmente no influya en el movimiento concreto. Este concepto es muy importante para el aprendizaje.

En el siguiente gráfico se representa un ejemplo de «acto» y «arco» reflejos.



### 5.3 ADAPTACIONES EN LOS SISTEMAS DE INTEGRACIÓN MEDIANTE EL EJERCICIO SISTEMÁTICO

Con el entrenamiento, las conexiones y funcionamiento de los dos sistemas serán más eficaces, favoreciendo la rapidez y especificidad de las respuestas, cuestiones muy importantes en las actividades deportivas.

Indicamos a continuación algunas de las adaptaciones que se producen en el organismo como consecuencia del entrenamiento físico.

- Mejor regulación de las funciones vitales.
- Mejor relación entre los dos sistemas de integración.
- Mejora de todos los procesos metabólicos.
- Mayor reserva y activación de los depósitos energéticos.

### 6. RESPUESTAS Y ADAPTACIONES ANTE EL EJERCICIO FÍSICO EN CIRCUNSTANCIAS AMBIENTALES ADVERSAS

Son muchas las circunstancias adversas que influyen negativamente en el rendimiento, y que incluso pueden aconsejar no realizar ejercicio físico.

En este capítulo nos vamos a limitar a las que se producen por climatología y a las que ocurren en altura. Para estudiar las respuestas orgánicas en circunstancias adversas, analizaremos los efectos físicos y mecanismos fisiológicos que desencadenan dichas respuestas.

### 6.1 EL AMBIENTE EN ALTURA

La altitud genera una situación hipobárica que, en alturas superiores a 1500 metros, el organismo acusa en mayor o menor grado según la sensibilidad individual y el grado de aclimatación.

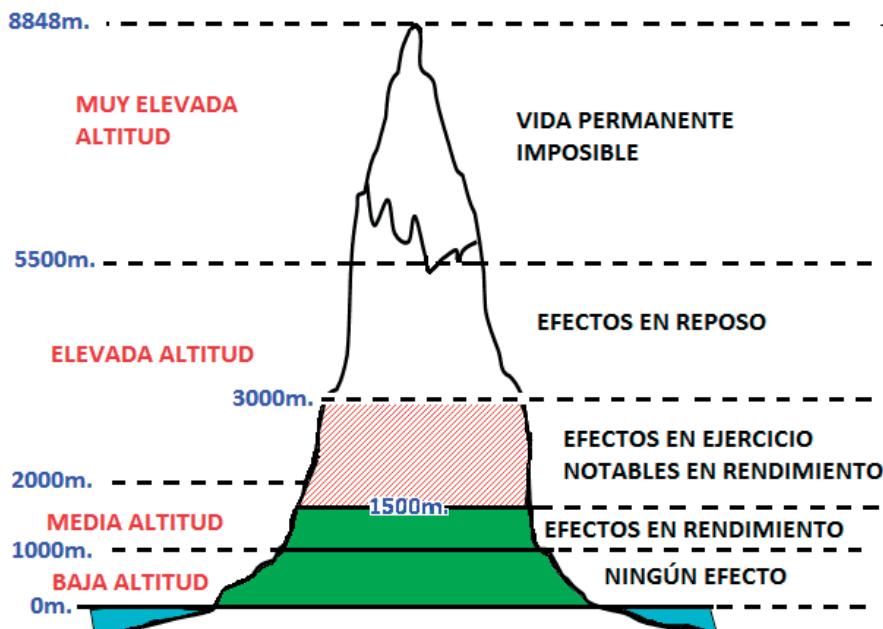
La altura genera un conjunto de fenómenos físicos que influyen, de algún modo, en el estado homeostático del individuo.

Como resultado de la altura descienden:

- La presión atmosférica.
- La presión parcial de O<sub>2</sub> (cantidad neta de O<sub>2</sub> en el aire).
- Temperatura del aire.
- Humedad relativa del aire.
- Grado de contaminación del aire.
- Fuerza de la gravedad.

Y como consecuencia, se producen en el organismo una serie de respuestas y adaptaciones fisiológicas, directas e indirectas, orientadas sobre todo a captar la suficiente cantidad del O<sub>2</sub>, ya que en el ambiente en altura escasea.

### CLASIFICACIÓN SEGÚN CRITERIOS BIOLÓGICOS



Sin detenernos en explicar la concatenación de las respuestas, relacionamos algunos de los efectos que se producen durante los primeros días de permanencia en altura.

- En el sistema cardiovascular, se aprecia una subida de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial; una bajada de  $O_2$  en la sangre arterial, y una reducción del volumen plasmático así como un aumento de la densidad sanguínea.
- En el sistema respiratorio, aumenta la frecuencia respiratoria y disminuye el tiempo de apnea.
- Se detectan asimismo, un incremento del metabolismo basal, tendencia a la poliuria y a la deshidratación.
- En el sistema endocrino, aumentan las tasas hormonales de catecolaminas, tiroideas y antidiuréticas; bajan los niveles de aldosterona y se mantienen equilibrados los de insulina y testosterona.
- Pueden aparecer trastornos gástricos, cansancio, insomnio, vértigo, dolor de cabeza y cierta excitabilidad.

A partir del tercer o cuarto día de permanencia en altura, el organismo empezará a aclimatarse a la nueva situación, mediante una serie de adaptaciones, que con el paso del tiempo serán más apreciables. Estas adaptaciones pueden ser positivas o negativas para la realización del entrenamiento físico.

Desde el punto de vista deportivo, las adaptaciones **positivas** más características son:

- Aumento del número de glóbulos rojos y de la hemoglobina, incrementando la capacidad de absorber y transportar  $O_2$ .
- Incremento de mioglobina en las fibras musculares, aumentando la capacidad de estos pequeños depósitos de  $O_2$ .
- Crecimiento en número y tamaño de las mitocondrias y enzimas oxidativas, facilitando el metabolismo oxidativo.
- Aumento de la red capilar, asegurando el abastecimiento de  $O_2$  a los músculos esqueléticos.

Como **negativas** se pueden citar:

- Sangre más densa por el aumento de glóbulos rojos y como consecuencia, aumento de la presión y trabajo cardíaco. Disminución de la afinidad de la hemoglobina con el oxígeno.
- Incremento de la ventilación con una mayor eliminación de  $H_2O$  y  $CO_2$ , derivando a una tendencia a la deshidratación e inicialmente a una menor capacidad de neutralizar el ácido láctico.

Se supone que algunas de estas adaptaciones permanecerán durante un tiempo aunque se baje al llano.

#### a) **Ejercicio físico en altura**

Quizás fue la Olimpiada de Méjico la que desencadenó la proliferación de estudios sobre la influencia de la altura en el rendimiento físico de los atletas.

El entrenamiento en altura puede tener varios objetivos: aclimatación en altura para competir en altura, (como sucede en las etapas de montaña en ciclismo), y mejorar el rendimiento a nivel del mar, después de una estancia y entrenamiento en altura, (como es el caso de los fondistas y mediodondistas en atletismo).

Actualmente, para determinadas disciplinas, hay cantidad de entrenadores que aconsejan las estancias en altitud.

Los objetivos fisiológicos fundamentales que se consiguen con el entrenamiento en altura son particularmente interesantes para las especialidades de resistencia, por los ya reseñados efectos, que en síntesis suponen una mejora de la absorción, transporte y utilización del oxígeno. Además se consigue incrementar el uso de ácidos grasos en los ejercicios aeróbicos y de forma diferida, aumentar la capacidad de tampón muscular amortiguador de ácido láctico.

Varían mucho, de unos a otros entrenadores, las recomendaciones sobre el volumen e intensidad de los esfuerzos a realizar, así como sobre diferencias de nivel, días de aclimatación... que se estiman más aconsejables para el entrenamiento en altura. Por eso nos limitaremos a dar unas consignas generales.

- Hay que acudir a la «altura» con un buen nivel de resistencia aeróbica.
- Hay que elegir una altura «efectiva» (una diferencia no menor de 1500 metros con respecto a la altura anterior).
- Al llegar a la altura, hay que emplear un mínimo de tres días de entrenamiento suave, para permitir la primera aclimatación.
- Comprobar diariamente el peso y frecuencia cardíaca en reposo del atleta.
- Es aconsejable controlar minuciosamente la alimentación y aumentar la ingesta de agua y electrolitos.

Un posible esquema de entrenamiento en altura sería el que indicamos a continuación; en él se dividen las actividades en tres fases con las características que se señalan.

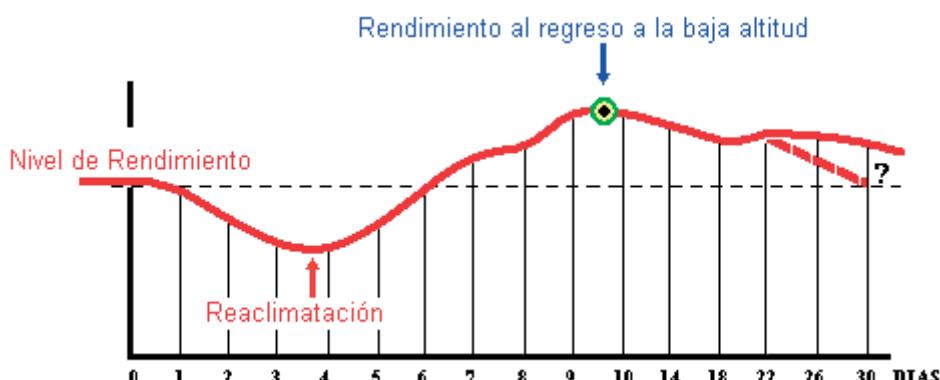
## ENTRENAMIENTO EN ALTURA PARA COMPETIR A BAJA ALTITUD

### FASES

- Aclimatación elemental (3-5 días)
- Entrenamiento (2-3 semanas)
- Asimilación - Recuperación (3-5 días)

	ACLIMATACIÓN	ENTRENAMIENTO	RECUPERACIÓN
VOLUMEN	BAJO	ALTO → MEDIO	BAJO
INTENSIDAD	BAJA	MEDIA → ALTA	BAJA

Al regresar a la zona de baja altura, es imprescindible dedicar un tiempo para la reaclimatación, para así poder conseguir, con posterioridad, un mayor nivel de rendimiento. El gráfico nos ilustra sobre el particular.



## 6.2 EL AMBIENTE DE FRÍO Y CALOR

El cuerpo humano es un organismo homotermo, con una temperatura media próxima a los 36-37 grados centígrados, con escaso margen de variación y unos límites entre 42 y 33, a los que no se debe llegar, pues en caso de hacerlo se pone en peligro la supervivencia.

Los órganos internos, al ser normalmente más activos desde el punto de vista metabólico, tienen más temperatura que los tejidos periféricos.

Estos órganos vitales (cerebro, corazón, pulmones, hígado y riñones), necesitan para sobrevivir mantener unas temperaturas muy estables, y sus variaciones deben ser menos acusadas que las de los tejidos periféricos.

Para protegerse de las temperaturas tanto altas como bajas, el organismo cuenta con una especie de «termorregulador» situado en el encéfalo, concretamente en el hipotálamo, que funciona activando o desactivando determinados mecanismos fisiológicos, encargados de la conservación o disipación del calor. Este termostato, si se alcanzan las temperaturas críticas, se bloquea y deja de funcionar con grave peligro para la integridad del individuo.

#### a) **Cambios de la temperatura corporal inducidos por diversas causas**

Son muchos los factores que pueden llevar a apreciables cambios de la temperatura corporal:

- Temperatura ambiente.
- Calor o frío por radiación.
- Corrientes de aire.
- Humedad relativa.
- Ejercicio muscular intenso.

El ser humano produce, mediante el metabolismo basal, su propio calor a un ritmo de setenta y cinco kilocalorías por hora, que en ejercicio puede alcanzar las mil quinientas kilocalorías.

Para preservar la vida, el exceso de calor debe eliminarse, lo mismo que conservarse (dentro de márgenes saludables) en el caso de una alta pérdida de calor.

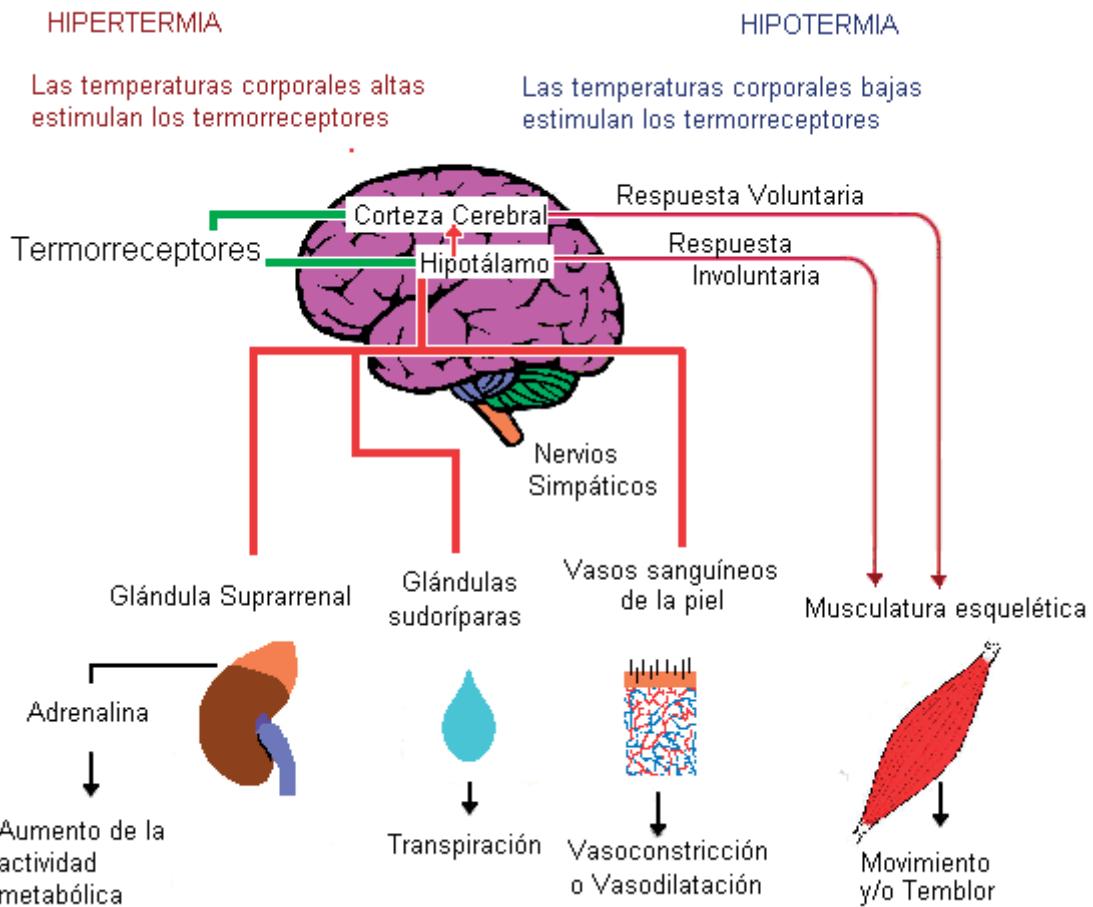
En esencia, el sistema termorregulador funciona del siguiente modo:

Mediante sensores centrales y periféricos distribuidos por el organismo, llega al hipotálamo información sobre cualquier cambio en la temperatura del cuerpo. Como consecuencia, el hipotálamo propicia una respuesta automática acorde con la situación.

En el caso de **hipotermia**, las temperaturas bajas estimulan los termorreceptores, que a su vez envían impulsos al hipotálamo. La respuesta es inmediata: Se envían órdenes de vasoconstricción a los vasos sanguíneos superficiales, con objeto de perder menos calor a través de la piel; se activa el metabolismo general y la acción involuntaria de los músculos esqueléticos (produciendo temblores), se aumenta el metabolismo muscular generando más calor y como resultado de todas estas acciones, la temperatura corporal aumentará.

En el caso de **hipertermia**, también los termorreceptores son estimulados y los impulsos son transmitidos al hipotálamo, que responderá ordenando vaso-dilatación a los vasos sanguíneos próximos a la piel, con lo que aumentará el flujo sanguíneo en esas zonas; se incrementará así mismo la actividad de las

glándulas sudoríparas y se producirá pérdida de calor por evaporación del sudor. Como consecuencia de todo ello, la temperatura corporal disminuirá.



### b) Mecanismo de pérdida y ganancia de calor

La termorregulación humana, funciona de modo similar a un simple sistema de calefacción por fluido, que en esencia consta de una caldera originaria del calor, un termostato regulador con sus sensores, unas conducciones del fluido y unos radiadores donde se disipa el calor.

En el cuerpo humano, la caldera es el metabolismo, las conducciones son las arterias, venas y capilares, el fluido es la sangre y los radiadores son fundamentalmente los vasos sanguíneos periféricos y la piel.

Son varios los procesos químicos y físicos que intervienen en el mecanismo de pérdida y ganancia de calor:

- Se puede **ganar o perder** calor corporal por radiación, conducción y convección.
- Se puede **perder** por evaporación y se **gana** por la producción de calor metabólico.

Definimos a continuación los procesos.

- **Radiación:** es el proceso de intercambio de ondas electromagnéticas de energía calorífica, por el procedimiento de emisión y absorción entre dos cuerpos de diferente temperatura.
- **Conducción:** es la transferencia de calor entre dos o más cuerpos de temperaturas diferentes, mediante el contacto físico directo.
- **Convección:** es un caso del fenómeno de la conducción, cuando se da la circunstancia de que, al menos, uno de los cuerpos está en movimiento y es líquido o gas.
- **Evaporación:** es el proceso de paso de un fluido a gas, que conlleva absorción de calor y pérdida de temperatura de la superficie del lugar donde se produce.

La siguiente figura representa a un corredor sometido a los efectos de la radiación solar y a los mecanismos de ganancia y pérdida de calor corporal.



### c) Ejercicio físico y calor

Con el ejercicio, el metabolismo muscular y la producción de calor, se incrementan.

Los mecanismos fisiológicos fundamentales para disipar este exceso de calor son:

- La vasodilatación periférica
- La sudoración

Estos dos fenómenos permiten que acuda más sangre a la piel, se enfríe esta, y como consecuencia, también se enfríe el organismo.

La **sudoración** se produce mediante la activación de las glándulas sudoríparas que están situadas en la dermis de la piel. El sudor es una exfiltración del plasma, con una composición similar a él, aunque menos concentrada y sin proteínas. Sus elementos fundamentales son agua, sodio, cloro y potasio.

Solo la sudoración por sí no baja la temperatura, sino que es necesario que se produzca evaporación. De ahí que cuando la humedad ambiente es alta, la evaporación se ve dificultada, y por ende la pérdida de calor.

Cuando la sudoración es muy profusa como consecuencia del ambiente o de una elevada temperatura muscular, se producen pérdidas excesivas de agua y elementos, que pueden llevar a una serie de efectos nocivos, debidos esencialmente a la reducción de plasma, menor presión sanguínea, pérdida de electrolitos y mayor viscosidad de la sangre, manifestándose con deshidratación, calambres, náuseas, lipotimias, pesadez muscular y mayor sensación de fatiga.

La **vasodilatación periférica** hace que una parte importante del flujo sanguíneo se dirija a la extensa red de capilares de la piel, favoreciendo su enfriamiento.

El efecto adverso es que, para abastecer debidamente de sangre esas zonas, es imprescindible retraerla de otros territorios, disminuyendo el retorno venoso y el volumen sistólico. Como consecuencia, puede que aumente la sensación de debilidad y que baje el rendimiento.

### d) Ejercicio físico y frío

En el caso de actividades en ambientes fríos, la pérdida de calor se produce esencialmente por conducción y radiación. La respuesta fisiológica es:

- La vasoconstricción periférica
- La termogénesis

Con la **vasoconstricción periférica**, el organismo intenta preservar sus órganos vitales, reduciendo la radiación de calor al exterior restringiendo el paso de sangre a la piel, con lo que el contacto de la sangre caliente con el ambiente frío es menor y por tanto hay menos pérdida de calor. Una piel fría constituye una barrera contra las perdidas de calor del organismo.

Los primeros lugares donde se acusa la vasoconstricción son los pies y las manos. Es conveniente tener en cuenta que en la cabeza, los vasos periféricos no hacen vasoconstricción, y por tanto es necesario proteger especialmente del frío a esa parte del cuerpo.

La **termogénesis** es el aumento de la producción de calor en el interior del organismo. Puede ser voluntaria e involuntaria.

- La voluntaria, es realizar ejercicios musculares produciéndose, como consecuencia, calor. Es un buen medio de calentamiento, pero conviene saber que consume energía.
- En la involuntaria, se produce «temblor muscular» del que ya hemos hablado, lo que hace aumentar la producción metabólica de calor hasta tres veces la producida en reposo.

Los alimentos también proporcionan, aparte de su valor nutricional, una ganancia de calor durante la digestión.

Se llama **acción dinámica específica de los alimentos (ADE)** al consumo de energía indispensable para digerir, absorber, transportar y metabolizar los alimentos, lo que conlleva una elevación de la temperatura corporal, que se traduce en un aporte inmediato de calor al final de la comida.

### 6.3 PROBLEMAS ASOCIADOS AL EJERCICIO EN AMBIENTES ADVERSOS

La realización de ejercicio prolongado o intenso en ambiente caluroso, puede originar en un atleta poco aclimatado una serie de desórdenes ante la incapacidad de disipar el calor generado metabólicamente, y el asimilado del ambiente.

Los problemas más típicos que se asocian a la realización de ejercicio en ambiente caluroso son, por orden inverso de gravedad, los siguientes:

- **Calambre por calor:** es el menos grave de los trastornos. Se manifiesta con agudos calambres en los músculos esqueléticos protagonistas en la acción. Se estima que su origen puede estar en una sudoración excesiva, con la consiguiente pérdida de agua y sales. Se soluciona cesando la actividad, trasladando al individuo a un lugar más fresco y administrándole fluidos y sales.

- **Síncope por calor:** se manifiesta con gran fatiga, taquicardia, pulso débil, náuseas, vómitos, hipotensión o hipertensión, desmayos y temperatura elevada. El origen de estos síntomas se debe a la incapacidad del sistema cardiovascular para satisfacer los requerimientos del ejercicio y la necesidad de disipar el calor. Los sistemas de termorregulación funcionan, pero no consiguen eliminar el exceso de calor acumulado.

El tratamiento inmediato es situar al atleta en un lugar fresco, con los pies más altos que la cabeza y enfriarlo mediante aire o agua, a la vez que se le hidrata con soluciones salinas.

Si no se atiende adecuadamente al paciente, el síncope puede degenerar en golpe de calor.

- **Golpe de calor:** es una situación muy grave que requiere atención médica inmediata. Los sistemas de termorregulación dejan de funcionar, ocasionando una elevación de la temperatura por encima de los cuarenta grados, con manifestaciones de piel seca y caliente, cese de la sudoración, pulso y respiración muy rápidos, desorientación y posible inconsciencia.

Es imprescindible enfriar inmediatamente al atleta, bien en un baño de agua fría o envolviéndolo en toallas mojadas, a la vez que se le abanica para favorecer la evaporación, y requerir cuanto antes la atención médica, pues si se dilata el tratamiento, el mal puede conducir a un fallo multiorgánico, al coma, e incluso a la muerte.

	Calambres musculares	Síncope por calor	Golpe de calor
Sistema Nervioso	Normal	Aturdimiento	Confusión Coma
Sistema cardiovascular	Normal	Hipotensión (?)	Hipotensión (?)
Piel	Húmeda	Fresca, sudada	Caliente y seca
Temperatura	Menos de 39º C	Menos de 40º C	Más de 40º C
Musculatura	Contraída	Contraída o flácida	Dolorida

Cuando se realice ejercicio en **ambiente caluroso**, aconsejamos:

- Controlar bien temperatura y humedad, comparándolas con las que se está acostumbrado.

- Moderar la actividad en proporción al aumento de la temperatura, teniendo en cuenta que la aclimatación requiere un tiempo.
- Hacer el ejercicio en las horas menos calurosas.
- Vestir prendas claras, que reflejan el calor radiante, y porosas, para permitir la evaporación.
- Suplir cuanto antes el líquido perdido.
- Reemplazar las eventuales pérdidas de electrolitos.
- Prevenir la deshidratación tomando líquidos y bebidas antes, durante y después del ejercicio físico.
- Evitar el exceso de proteínas y grasas en la dieta.
- Dedicar especial atención a niños, personas mayores y obesos.
- Estar muy atentos a los primeros síntomas de enfermedad por calor: calambres, vértigo, síntomas de fatiga extrema, aturdimiento, falta de coordinación...

Los problemas que se pueden producir con el ejercicio físico en **ambiente frío** son, esencialmente, la hipotermia y la congelación.

- **Hipotermia:** se produce cuando el individuo se somete a bajas temperaturas y no va debidamente abrigado. Por radiación, conducción o convección, se puede perder tanto calor, que su metabolismo y su sistema termorregulador no acierten a compensar la pérdida. Entonces la temperatura corporal bajará y cuando se aproxime a los treinta y cuatro grados, el sistema termorregulador se empezará a bloquear, bajando en más de la mitad la velocidad de las reacciones metabólicas, produciéndose gran cansancio y somnolencia, y disminuyendo asimismo el ritmo cardíaco hasta el punto que se puede llegar al coma y a la parada cardíaca.

La hipotermia leve se trata protegiendo al atleta del frío, abrigándolo, suministrándole bebidas calientes y aproximándolo progresivamente a un foco de calor. En los casos graves son necesarios los cuidados médicos.

- **Congelación:** se produce como consecuencia de uno de los mecanismos de defensa del organismo para mantener la temperatura de sus órganos vitales. La vasoconstricción periférica hace que la circulación sanguínea en la piel expuesta al frío se reduzca, hasta el punto que el tejido muera por falta de oxígeno y nutrientes, produciéndose la llamada congelación, que requiere tratamiento médico, pues puede degenerar en gangrena y pérdida del tejido.

Cuando se realice ejercicio físico en ambiente frío, aconsejamos:

- Ropa de abrigo de baja permeabilidad al viento y al agua.
- Ropa suficientemente amplia, que no comprima.
- Calzado ancho y calcetines dobles si fuese necesario.
- Usar gorro y guantes.

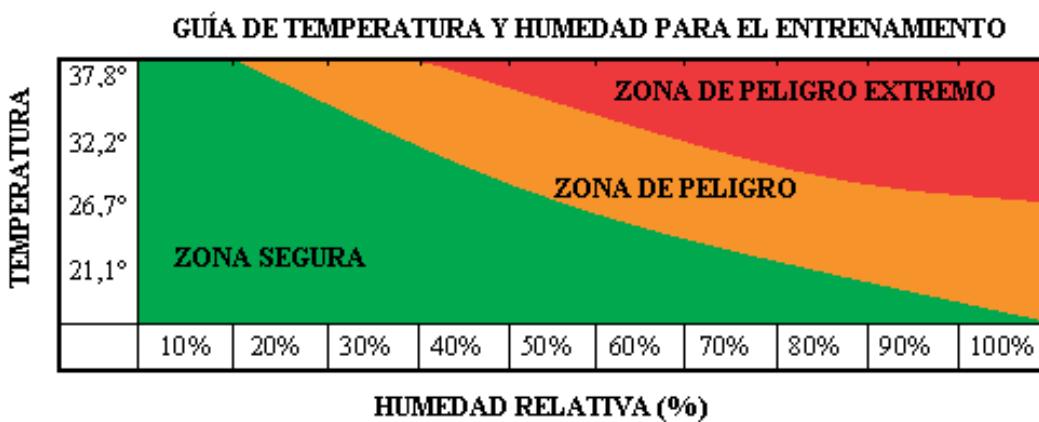
- Reducir el tiempo de la exposición al frío intenso.
- Evitar las mojaduras.
- Protegerse en lo posible del viento.
- Huir de la inmovilidad en las pausas y de la fatiga extrema en los ejercicios.
- Hidratarse durante el ejercicio, preferiblemente con bebidas tibias o calientes.
- Ante síntomas de entumecimiento u hormigueo, calentar las extremidades mediante frotaciones o movimientos. En caso de persistir las sensaciones, suspender el entrenamiento.

#### **6.4 ADAPTACIONES DEL SISTEMA TERMORREGULADOR CON EL EJERCICIO SISTEMÁTICO EN CONDICIONES ADVERSAS DE CALOR Y FRÍO**

En el caso de calor excesivo, lo ideal es no ejercitarse, pero de hacerlo, se aconseja empezar de forma progresiva en volumen e intensidad; utilizar vestimenta adecuada; estar muy atento a la aparición de síntomas peligrosos, y dar tiempo al organismo para aclimatarse.

En situaciones de entrenamiento con calor excesivo, el organismo se adapta mejorando la secuencia, cantidad, ubicación y composición de la sudoración. De tal forma que se rompe a sudar antes, en cantidad adecuada en las zonas de la piel más expuestas y en las áreas más eficientes en la disipación del calor. El sudor se torna más diluido, permitiendo menor pérdida de sales y minerales, con lo que la eliminación del calor se hace con más eficacia.

En la figura siguiente se relacionan la temperatura y la humedad relativa del ambiente, indicando los valores en los que puede ser peligroso realizar ejercicio físico.



En el caso del frío excesivo, hacemos las mismas consideraciones: si es posible, lo más aconsejable es no ejercitarse.

Las adaptaciones fisiológicas más características en condiciones de frío son el aumento en espesor del tejido subcutáneo y el incremento de la producción metabólica de calor en reposo.

## **7. EL ESTRÉS Y LOS COMPORTAMIENTOS**

Como conclusión de este primer capítulo, y apoyándonos en unos artículos publicados por nuestro amigo el doctor Jacinto Camarena, con los títulos de «Fundamentos fisiológicos de los comportamientos» y «Los peligros del S.I.A.», vamos a describir la estrecha relación entre el sistema nervioso y el sistema endocrino y su influencia en los comportamientos.

### **7.1 EL ESTRÉS**

Sobre la etimología del vocablo «estrés» hay varias versiones. La más extendida es la que afirma que deriva de la palabra griega «estrigere», que significa «tensión o provocar tensión».

En la industria inglesa se empleaba el término «straise» para indicar el proceso de desgaste de determinados materiales al ser sometidos a tensión en el transcurso de un tiempo.

En los años treinta del siglo pasado, un médico y fisiólogo austrohúngaro llamado Hans Selye, mientras preparaba su tesis doctoral en Viena, convivió en una residencia con arquitectos e ingenieros ingleses, y al no dominar el idioma inglés, empleó en la tesis la palabra «stress» en vez de «straise», para expresar el proceso de tensión que sufrían los animales de laboratorio ante una agresión o amenaza de agresión.

Un extracto de la aludida tesis fue publicado en la revista científica «Science», con notable éxito, y la palabra «stress» fue aceptada por la comunidad médica, siendo su primer divulgador el doctor Selye. Desde entonces, el término «estrés» es de uso común, sobre todo en las últimas décadas.

El doctor Selye, concluida la segunda guerra mundial, se trasladó a Canadá llegando a ser director del Instituto de Medicina y Cirugía Experimental de la Universidad de Montreal. A lo largo de su vida publicó numerosos trabajos, fruto de sus investigaciones. De todos, el más trascendente, desde el punto de vista del entrenamiento físico, fue el llamado **Síndrome General de Adaptación**.

## 7.2 SÍNDROME GENERAL DE ADAPTACIÓN

Selye, observando los diversos comportamientos de animales en la naturaleza, apreció que, por instinto de supervivencia, todos ellos ante la agresión o amenaza de agresión, atacaban, se defendían, luchaban, huían, perseguían o permanecían quietos tratando de pasar desapercibidos, e incluso se rendían presos del pánico o agotados. Y es que cuando un animal se siente agredido, de algún modo reacciona esencialmente con un comportamiento de huida o de lucha, en ambos casos a través de la acción física y siempre con el instinto y finalidad de sobrevivir. Solo a veces reacciona con un comportamiento de inhibición, sin moverse, tratando de pasar inadvertido ante la amenaza, paralizado por el temor o porque considera que ni la huida ni la lucha pueden tener éxito, aunque no obstante, permanecerá presto a escapar si se presenta la ocasión.

Apoyado en esas observaciones, ensayó en su laboratorio con diferentes mamíferos, aplicándoles diversos estímulos agresores (descargas eléctricas, frío, calor, ruido, golpes, ejercicio...), llegando a la conclusión de que ante una situación desequilibradora a la que denominó «estrés», el organismo respondía desencadenando una serie de ajustes fisiológicos, específicos para cada estímulo, con los que trataba de contrarrestar la agresión (acción del agente «estresante»), y de ese modo restablecer el equilibrio. Pero también observó que, aunque los ajustes al final eran específicos, la primera reacción y la forma o secuencia en que se producía, era inespecífica y era **¡siempre la misma!**, y similar en todos los animales, fuera cual fuera el estímulo, dándose la paradoja de que la primera respuesta era idéntica aún ante estímulos opuestos (por ejemplo excesivo frío y excesivo calor), y refería así sus conclusiones:

Al actuar un agente «estresante», de suficiente entidad desequilibradora, se produce una reacción de alarma e inmediatamente una respuesta fisiológica (*shock* y *contrashock*).

El organismo se prepara para actuar de forma inespecífica mediante una serie de ajustes, reacciones y mecanismos de defensa (cardiovasculares, nerviosos, hormonales...), **¡siempre los mismos!**

A continuación, conseguidos los primeros ajustes, se producían las respuestas específicas y se entraba en una siguiente fase: la de **resistencia**. Aquí, el organismo intentaba aguantar y vencer ante esa agresión concreta, pudiéndose obtener dos resultados: **agotamiento**, al no poder con el estímulo, o **adaptación**.

En el primer caso, el individuo terminaba debilitado, disminuyendo su capacidad de respuesta ante cualquier otra agresión.

En el segundo caso, el organismo reaccionaba soportando la agresión, de tal modo que al cesar el estímulo, restituía el desgaste de energías no solo hasta el nivel anterior a la agresión, sino que aumentaba sus defensas, haciéndose más resistente a ese determinado estímulo.

A este último fenómeno le denominó «supercompensación» o «restitución ampliada». Es como si el organismo se preparara mejor por si se repitiese la agresión.

Al conjunto de síntomas de la respuesta orgánica, Selye lo denominó «Síndrome General de Adaptación».

Estos ensayos también los realizó con el ser humano.

Para comprender la secuencia, pongamos un ejemplo: imaginemos que nuestro organismo es un castillo guarnecido por una unidad militar, con una defensa bien organizada; tendrá por tanto, centinelas, retenes, armamento, municiones, murallas, obstáculos, defensas de todo tipo, etc., así como órdenes de actuación.

Ante un ataque enemigo, real o imaginario, lo primero que «suena» es la alarma, e inmediatamente, según las órdenes establecidas, cada soldado se dispondrá para actuar, irá a su puesto, se activaran todas las defensas, se abrirán los recintos de armamento, munición, víveres, contra incendios, etc. (shock-alarma, contrashock-respuesta), y todo sin tener conciencia cierta de la entidad e identidad del enemigo.

Es una respuesta inmediata y preestablecida, que pone a toda la Unidad en alerta, con independencia del tipo de ataque recibido, e inclusive ante la falsa alarma. La respuesta inmediata se producirá siempre que «suene la alarma» y siempre del mismo modo (según las órdenes establecidas).

A continuación, conocido el motivo de la alarma (incendio, ataque de infantería, peligro de bombardeo...), se actuará en consecuencia, organizándose una defensa específica, con dos posibles resultados: derrota-agotamiento, o victoria-adaptación.

En este último caso, terminada la batalla e incluso en el transcurso de la misma, se van reponiendo bajas, se aseguran y reparan los muros (recuperación) e incluso, con posterioridad, en previsión de nuevos ataques, se refuerzan las defensas de la zona afectada (supercompensación).

Pero en esta final situación, si no se produce un nuevo ataque, llega un momento en que, por economía de medios, se retorna a la situación que había anteriormente en un relativo corto espacio de tiempo, es decir, las guardias serán las

anteriores, se cerraran los depósitos, etc., pero teniendo en cuenta que algunas de las reformas estructurales que se hayan realizado (por ejemplo las de los muros), permanecerán y permitirán en un futuro una más rápida y mejor puesta en acción de la defensa.

También hay que saber que la respuesta, desgaste, recuperación y posterior supercompensación, serán proporcionales y acordes a la agresión recibida.

### 7.3 LOS COMPORTAMIENTOS: FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS

Analicemos ahora la génesis, secuencia y consecuencias fisiológicas de la respuesta orgánica ante la amenaza o la agresión.

El organismo humano está constituido por una sociedad de millones de células, en la que cada una se especializa en una función necesaria para la supervivencia del conjunto orgánico, el cual mediante un «comportamiento» de cooperación eficaz, garantiza las adecuadas condiciones de vida a cada una de las células que lo compone.

El programa de cooperación que rige el funcionamiento del organismo en «situaciones ordinarias», recibe el nombre de «homeostasis», dando lugar a un modo de comportamiento que llamaremos «normal» o «de consumo».

La palabra **homeostasis**, de origen griego, significa «estabilidad», y se aplica a una propiedad de los organismos vivos que consiste en su capacidad de mantener un ambiente interno propio estable y dentro de unos márgenes, compensando los cambios en su entorno mediante una serie de ajustes fisiológicos.

El organismo tiene también otro programa diferente para garantizar la supervivencia ante «situaciones extraordinarias» (situaciones de esfuerzo, agresión o amenaza). Este programa desencadena muy diferentes reacciones orgánicas. Al conjunto de ellas y a sus secuencias (como ya hemos indicado), se le ha denominado Síndrome General de Adaptación (S.G.A.), aunque también hay autores que lo denominan Reacción Orgánica a la Agresión (R.O.A.).

El **Síndrome General de Adaptación (S.G.A.)**, se puede definir como «Reacción fisiológica, no específica, ante diferentes agentes nocivos (estresores) reales o imaginarios». El individuo se activa (se estresa) ante las demandas que interpreta como desconocidas, difíciles o peligrosas.

La reacción fisiológica se resume, esencialmente, en dos respuestas primarias ante la agresión:

- La redistribución de sangre
- La reacción endocrina

La primera trata de favorecer el riego sanguíneo de los órganos encargados de la función locomotora (cerebro, corazón, pulmones y músculos), a costa de una disminución del riego de los órganos cuya labor no es inmediatamente necesaria para la expresada función (hígado, riñones, estómago o intestinos).

La segunda (la reacción endocrina), activa esencialmente las glándulas suprarrenales para movilizar las reservas orgánicas de energía (glucógeno, grasas...), aumentando el catabolismo con la destrucción de materia, para convertirla en combustible.

El S.G.A es un programa de solidaridad, pues exige un determinado sacrificio temporal de las vísceras abdominales, para conseguir superar la situación extraordinaria que desencadenó su funcionamiento.

En resumen, la homeostasis y el S.G.A o R.O.A. son dos programas diferentes con una sola finalidad: la supervivencia.

La aplicación de un programa u otro depende de lo que el organismo «interprete» como situación ordinaria o extraordinaria, entendiendo que cuanto más amplio sea el abanico de situaciones consideradas ordinarias, habrá mayor homeostasis y menos se aplicará el programa S.G.A.-R.O.A., diseñado para las situaciones extraordinarias y también viceversa.

La pregunta ahora es... ¿Cuál es el órgano, aparato o sistema encargado, en el organismo, para interpretar si una situación es ordinaria o extraordinaria?

Volvemos a repasar como se organiza la defensa en el ejemplo del castillo guarnecido por una unidad militar: apreciamos que debe haber elementos responsables de las funciones logísticas (abastecimiento, mantenimiento, transporte...). En nuestro caso, de esta misión se encargan los sistemas cardiovascular, respiratorio, endocrino y los aparatos digestivo y excretor.

Los elementos de ejecución los constituyen el conjunto del sistema nervioso y el sistema óseo muscular.

Y el Mando u órgano de dirección y decisión, lo asume el cerebro y sus conexiones, de tal modo que una vez consultadas sus memorias, el cerebro «DECIDE» el comportamiento más adecuado a cada situación.

Para saber cómo se producen las decisiones, podríamos decir que el cerebro humano es como si estuviera compuesto por **tres cerebros** perfectamente interconectados:

El más antiguo y elemental sería el cerebro **«reptiliano»**, ubicado en la base del cráneo. Sus dos principales funciones son la reproducción y la supervivencia. Decide sobre cuestiones elementales: respirar, comer, buscar pareja... Constituye parte del subconsciente.

En una capa inmediata superior se situaría el cerebro **«límbico»**, generador de las emociones (miedo, ira, amor...). Constituye otra parte del subconsciente. Decide y es responsable de las alarmas, y atiende a la supervivencia individual y del grupo.

En el cerebro límbico se encuentra la **amígdala cerebral**. Se encarga del procesamiento y almacenamiento (memorias) y de las reacciones emocionales. Actúa como una eficaz centinela que examina y compara, con rapidez, **pero sin detalle** lo que a través de los sentidos se percibe.

Es responsable de los comportamientos subconscientes activos normales o extraordinarios, según la situación y la valoración particular del cerebro límbico de cada individuo, y reacciona en función de sus memorias genéticas o aprendidas.

Dichas memorias están contenidas en unos determinados circuitos neurofisiológicos:

- El **S.A.A.** (sistema activador de la acción) que contiene, a su vez, dos fascículos:
  - **M.F.B.** (Medial Forebrain Bundel), fascículo de la recompensa.
  - **P.V.S.** (Peri-Ventricular System), fascículo de punición o castigo.

Y es el causante de desencadenar los comportamientos activos ordinarios y extraordinarios (huida o lucha), según la situación y la valoración particular de cada cerebro.

- El **S.I.A.** (sistema inhibidor de la acción), responsable de los comportamientos pasivos de inhibición.

Por último, se encuentra el cerebro más evolucionado, que es el **córtex o corteza cerebral**. Es la porción superior del cerebro y ocupa un gran volumen de la cavidad craneal. Es la parte consciente y encargada del pensamiento racional, la lógica, el pensamiento abstracto, la creatividad, la imaginación...

Hay que destacar la imaginación como una característica diferencial del córtex cerebral humano, ya que le facilita nuevas estructuraciones (nuevas relaciones) de los datos que le suministran las memorias conscientes y subconscientes, lo que le permite posibilidades de modificar creativamente los comportamientos.

Antes hemos puesto en mayúscula y entre comillas la palabra «DECIDE» para significar que la mayoría de las veces, la decisión no es totalmente consciente, sino basada en automatismos, juicios de valor y prejuicios previos, reconociendo así el importante papel que desempeñan las memorias del subconsciente en los comportamientos.

Analicemos ahora (*grosso modo*) el camino de la respuesta fisiológica ante la amenaza o agresión:

Cuando nuestro cerebro detecta algo que puede representar un peligro (agente estresante), se desencadena un sistema de alarma que radica en el cerebro límbico. Concretamente se activa la amígdala cerebral que a su vez estimula al **Eje Hipotálamo - Hipófisis - Suprarrenal y al Sistema Nervioso Vegetativo**.

El expresado eje está compuesto por:

- El hipotálamo: que es una estructura nerviosa situada en la base del cerebro que entre otras funciones, actúa como enlace entre el sistema nervioso y el sistema endocrino.
- La hipófisis: que es la principal glándula endocrina, situada también en la base del cerebro.
- Las glándulas suprarrenales: que se encuentran sobre el polo superior de cada uno de los riñones.

El **Sistema Nervioso Vegetativo** es el conjunto de estructuras nerviosas que se encargan de regular el funcionamiento de los órganos internos controlando sus funciones de manera involuntaria e inconsciente.

Todas las estructuras reseñadas forman el circuito neuroendocrino que asegura una respuesta fisiológica inconsciente y automática, ante la amenaza o agresión (situación de estrés).

#### a) **Manifestación y clasificaciones del estrés**

El estrés se puede manifestar a través de numerosos y diversos síntomas a nivel físico, emocional o psicológico y de conducta.

### A nivel físico

- Incremento de la secreción de adrenalina, para estar más alerta.
- Activación del metabolismo para aumentar la producción de energía.
- Aumento de los niveles de azúcares y grasas en sangre con el fin de disponer de suficientes sustancias energéticas, ante posibles esfuerzos.
- Redistribución sanguínea periférica, disminuyendo el flujo a determinadas zonas, no prioritarias, e incrementándolo a cerebro y músculos.
- Aceleración de los ritmos cardíaco y respiratorio para un mejor y más rápido transporte de oxígeno y sustancias energéticas a los tejidos que más las puedan necesitar.

Además suelen aparecer algunos de los siguientes síntomas: opresión en el pecho, hormigueo en el estómago, sudor en las palmas de las manos, taquicardias o palpitaciones cardíacas, dificultad para respirar o para deglutar, sequedad en la boca, temblor corporal, manos y pies fríos, tensión muscular, fatiga, náuseas y vómitos, diarrea o estreñimiento, rubor o palidez en el rostro, midriasis (pupilas dilatadas), escalofríos, piel de gallina, «pelos de punta», rechinar de dientes, deseos frecuentes de orinar...

### A nivel emocional o psicológico

Inquietud, estado de alerta, nerviosismo, ansiedad, angustia, deseos de llorar, «nudo en la garganta», irritabilidad, deseos de gritar o golpear, miedo, pánico (parálisis), histeria, preocupación excesiva, pensamiento fatalista, dificultad para decidir, dificultad de concentración, lentitud de pensamiento, cambios frecuentes de humor, disminución de memoria...

### A nivel de conducta

Tics nerviosos, movimiento continuo, insomnio, fumar y beber frecuentemente...

#### b) Clasificaciones del estrés

Las clasificaciones son muy numerosas dependiendo del ámbito y circunstancias en que se manifiesta el estrés, y también según la intensidad y duración de los agentes «estresores» que lo provocan.

El estrés puede, en principio, clasificarse en dos grandes grupos:

- Eustrés
- Distrés

Es conveniente aclarar que la situación de estrés puede resultar «placentera» sin que deje de ser agresiva.

Así se distinguen los dos tipos de estrés, el **eustrés** que, aunque produzca desequilibrio, se somatiza como gratificante, y el **distrés** que se interpreta como negativo o no satisfactorio.

Como ejemplos de eustrés pueden indicarse el caso del esquiador de un slalom gigante, que a pesar del notable esfuerzo, disfruta con el descenso, o el caso del cazador que, aún fatigado por las caminatas, se divierte con los lances de la cacería, o el de dos atletas, que realizando un mismo ejercicio, una hora de carrera continua aeróbica, suele producir eustrés en el corredor de fondo y distrés en el velocista, aunque la respuesta fisiológica sea casi la misma en los dos.

La frontera entre el eustrés y el distrés, en muchas ocasiones no está, a priori, muy determinada, sobre todo en deportes de riesgo o extremos, donde las circunstancias (climatología, averías, caídas, fallos...), pueden cambiar la apreciación.

Las situaciones de eustrés se dan mucho en las competiciones deportivas y algo menos en el entrenamiento, cuestión que deberían tener muy en cuenta los entrenadores con el fin de «amenizar» en lo posible los trabajos de las sesiones de entrenamiento.

Por su duración e intensidad, el estrés puede clasificarse en:

- Puntual o agudo: cuando su duración es de minutos u horas, no prolongándose en el tiempo.
- Episódico: es un estrés agudo que se repite frecuentemente (se prolonga intermitente en el tiempo).
- Crónico: cuando el estrés se mantiene en el tiempo.

Según como cada individuo perciba el nivel de la agresión, el estrés puede ser ligero, moderado o intenso.

Por el ámbito y circunstancias, son muy numerosas las clasificaciones del estrés laboral, social, familiar, escolar, postraumático, físico....

Un ejemplo de la clasificación del estrés por su duración es el **S.I.A.** (sistema de inhibición de la acción).

### c) **Los peligros del S.I.A.**

No deja de ser paradójico el hecho de que dentro del sistema nervioso, cuya finalidad es la acción, haya unos circuitos dedicados precisamente a impedirla y que a pesar de ello, constituyen un sistema adaptativo, pues garantizan la supervivencia en situaciones en las que se considera que es

mejor no actuar, ante la amenaza de ser destruido por un problema que nos desborda.

La activación del S.I.A. pone en funcionamiento el eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal, y origina la liberación de determinadas hormonas a la vez que se activa el sistema nervioso.

Al activarse el S.I.A. aparece el estrés (puntual) «como calentando motores», por si en algún momento se presenta la posibilidad de actuar. Si esta no se presenta, se va incrementando el estrés y se desencadena la «ansiedad» como consecuencia del nuevo nivel de estrés (episódico o crónico), derivando en sensación de alerta constante, de lucha sin objeto, de imposibilidad de controlar el medio a través de una acción eficaz, en definitiva, haciendo sentir que uno no es dueño de sus actos.

La «ansiedad» nace de la obligación de elegir, y la elección es una constante solicitada a lo largo de toda la vida. Pero no siempre es fácil actuar, pues supone elegir una determinada solución y por eso la «ansiedad», como resultado y expresión del estrés y de la activación mantenida del S.I.A., es casi una compañera inseparable del hombre, pudiendo constituir un factor positivo y potencial de su progreso, cuando los retos que la originan son manejables por el sujeto, pero que se convierte en origen de los más diversos trastornos cuando el individuo siente, constantemente, que le es imposible actuar.

Dentro de nuestro cerebro siempre existe un S.I.A. y el primer paso para no sucumbir a su tiranía, es tomar conciencia de la importancia que tiene la acción gratificante (acción recompensada), para el mantenimiento de la salud, ya que sirve para canalizar y consumir las energías superfluamente movilizadas durante las frecuentes situaciones productoras de estrés y de ansiedad a las que cotidianamente nos vemos sometidos.

Debemos saber que el cuerpo humano está diseñado para el movimiento y esto es debido a que, para la satisfacción de sus necesidades vitales (comida, búsqueda de pareja, lograr un refugio, etc.), han exigido siempre actividad física con desplazamientos dentro de su entorno. Pero a medida que el hombre ha ido avanzando tecnológicamente, los esfuerzos físicos necesarios para la supervivencia han ido disminuyendo y en consecuencia, su cuerpo se ha ido acostumbrando a proporcionar solo las escasas prestaciones físicas que le exige la vida cotidiana. Simultáneamente la fuente de estímulos de su ambiente, ha pasado a ser más de origen psicosocial que físico.

La falta de ejercicio hace que la capacidad funcional de los distintos órganos sea pequeña y por tanto, la mayor parte de las solicitudes físicas a que se

puede ver sometido un individuo poco entrenado, superan fácilmente sus posibilidades homeostáticas, desencadenando R.O.A. amplias y en muchos casos duraderas, que llevan a alteraciones en los distintos órganos y sistemas, haciéndosele sentir desbordado físicamente y también, como consecuencia, psíquicamente.

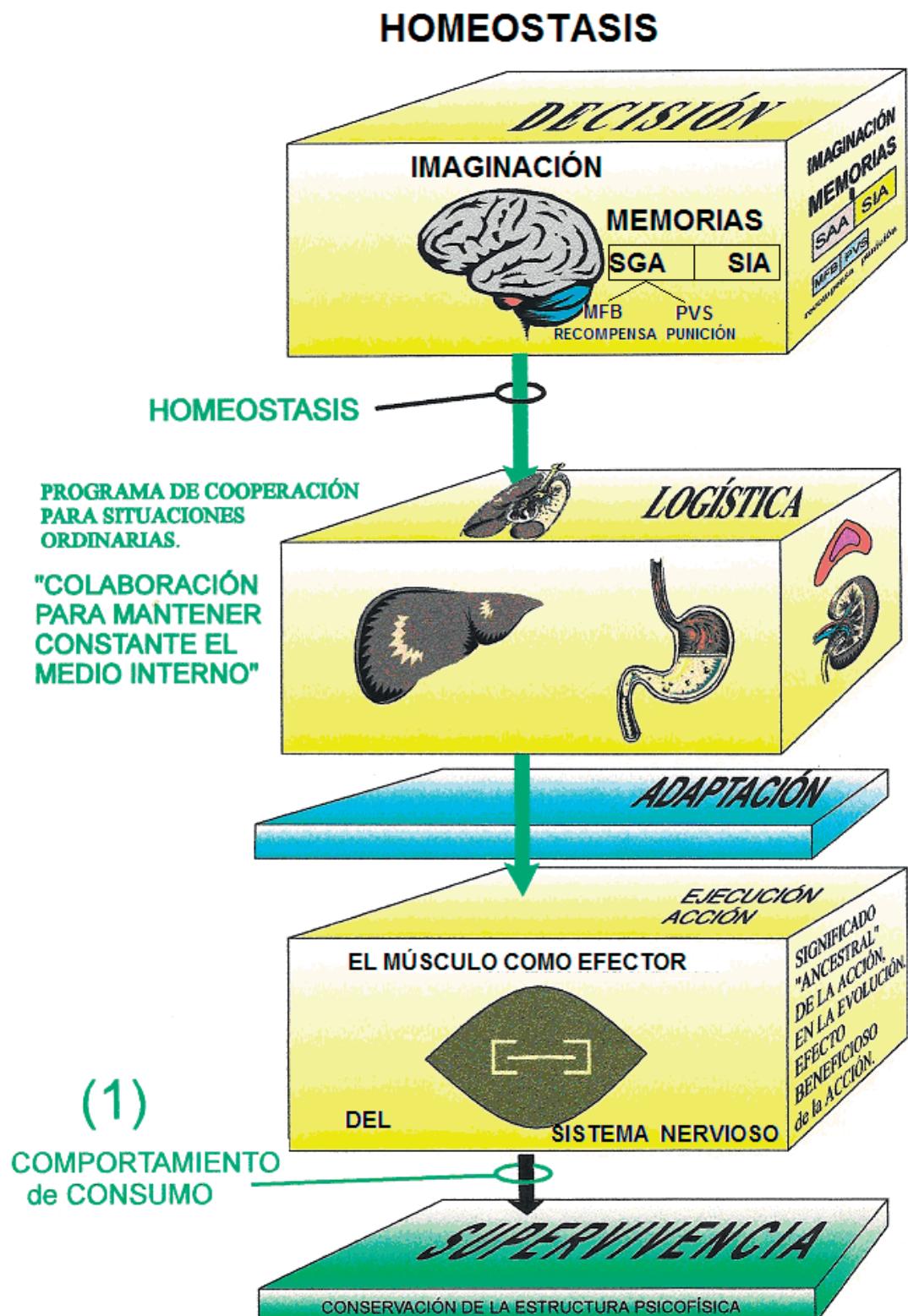
Por eso se recomienda la actividad física gratificante, como un medio para paliar las consecuencias negativas del S.I.A., tales como enfermedades psíquicas (ansiedad, depresión, crisis excitomotoras, etc.) y trastornos patológicos del comportamiento (agresividad, dependencia de drogas...).

Llegados a este punto, quizás también nos podríamos plantear... a un deportista, además del ejercicio físico, ¿le es útil algún nivel de estrés? La respuesta es, en general, afirmativa, pues el deportista, de algún modo, con frecuencia debe estar compitiendo «luchando», bien contra el adversario o consigo mismo, tratando de mejorar la técnica y los registros del cronómetro o la cinta métrica. Esta «lucha» requiere un cierto nivel de estrés, ya que sus posibilidades de mejoría y superación se asientan en las capacidades de aprendizaje, perfeccionamiento y respuesta rápida eficaz, y esto solo se logra con una cuota controlada y ponderada del estrés, que le mantenga durante la competición o entrenamiento en estados de alerta y actividad, que ajustados a cada situación, le llevará al comportamiento deportivo más adecuado.

En los siguientes gráficos del Dr. Camarena, se expresan algunos de los conceptos antes indicados.

En el primero, se pretende representar el comportamiento homeostático, ordinario o de consumo (flecha vertical verde) y en su recorrido, de arriba hacia abajo, la jerarquía funcional de los aparatos y sistemas, así como la interrelación-adaptación de los mismos para lograr la supervivencia. Se representa de arriba hacia abajo:

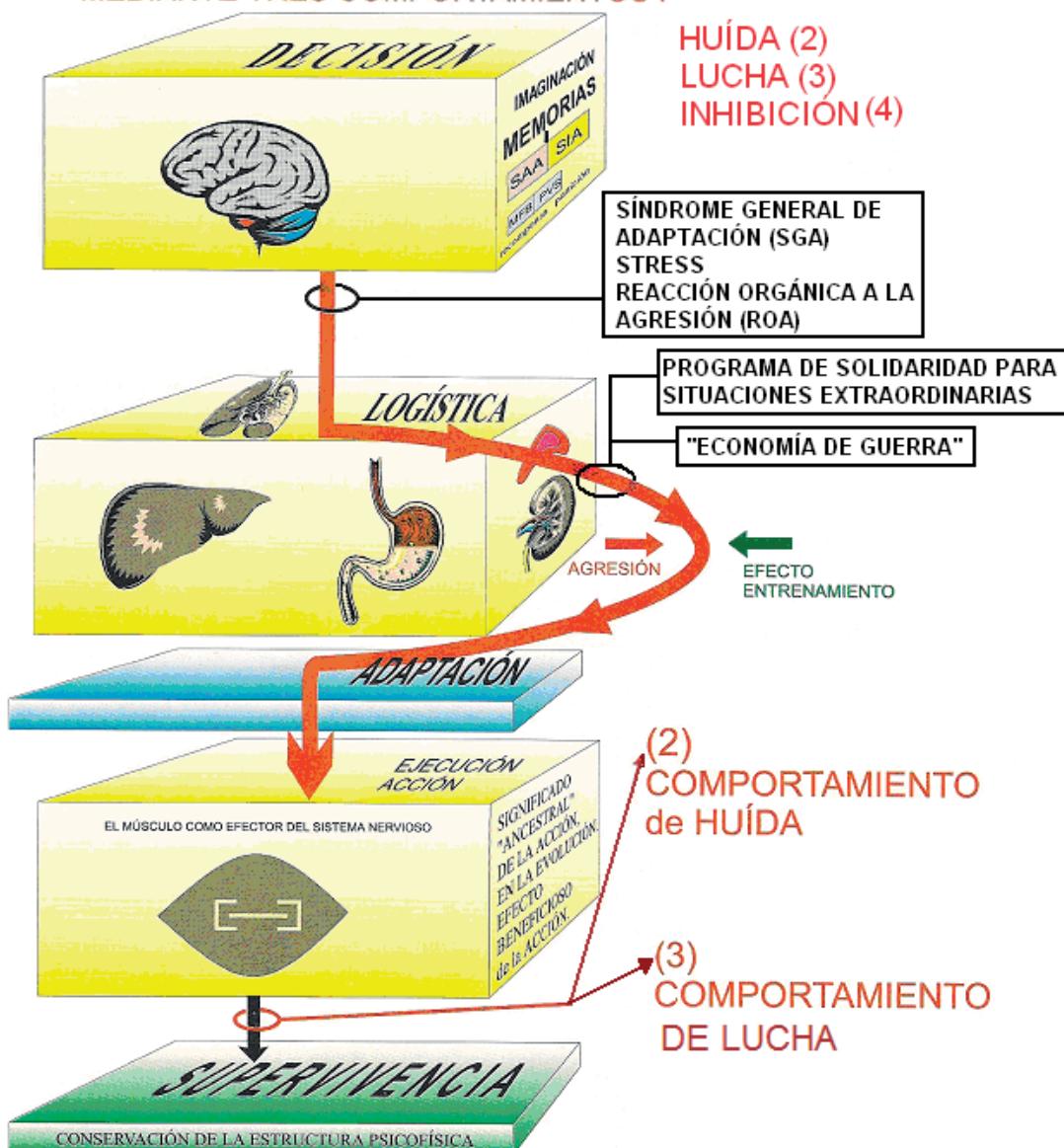
- El bloque de «decisión».
- El bloque de «logística».
- La plataforma que indica la «adaptación» en márgenes fisiológicos, de las funciones logísticas en situaciones ordinarias.
- El bloque encargado de la «ejecución».
- La plataforma que señala el objetivo a alcanzar: la supervivencia.



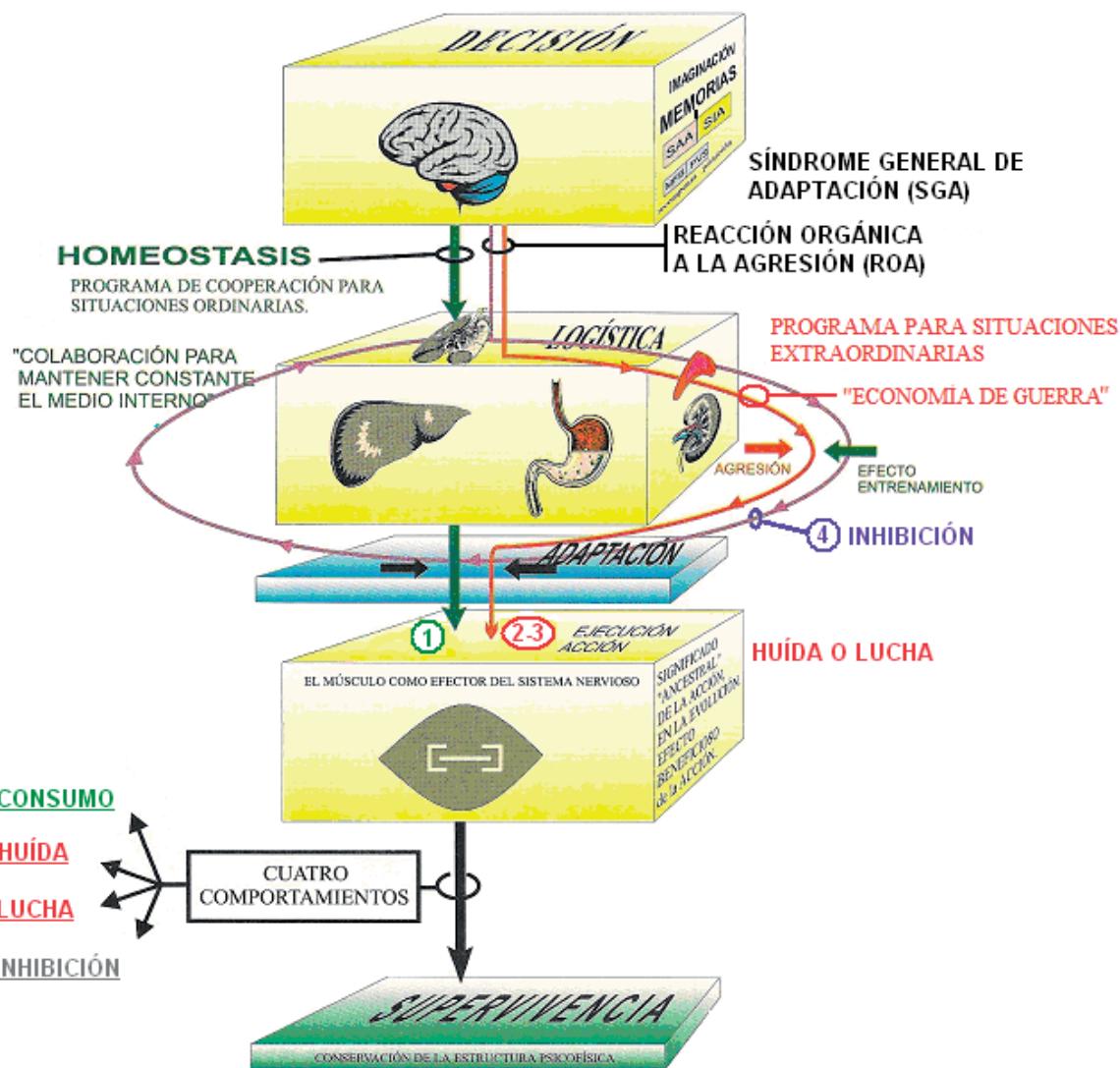
- El siguiente gráfico es el mismo esquema anterior, pero representando con una flecha curvada roja el comportamiento extraordinario ante la agresión. Se señala que, con un entrenamiento adecuado, se aumenta la homeostasis y como consecuencia, se consigue minimizar el valor de la agresión y disminuir la R.O.A.

## REACCIÓN ORGÁNICA A LA AGRESIÓN

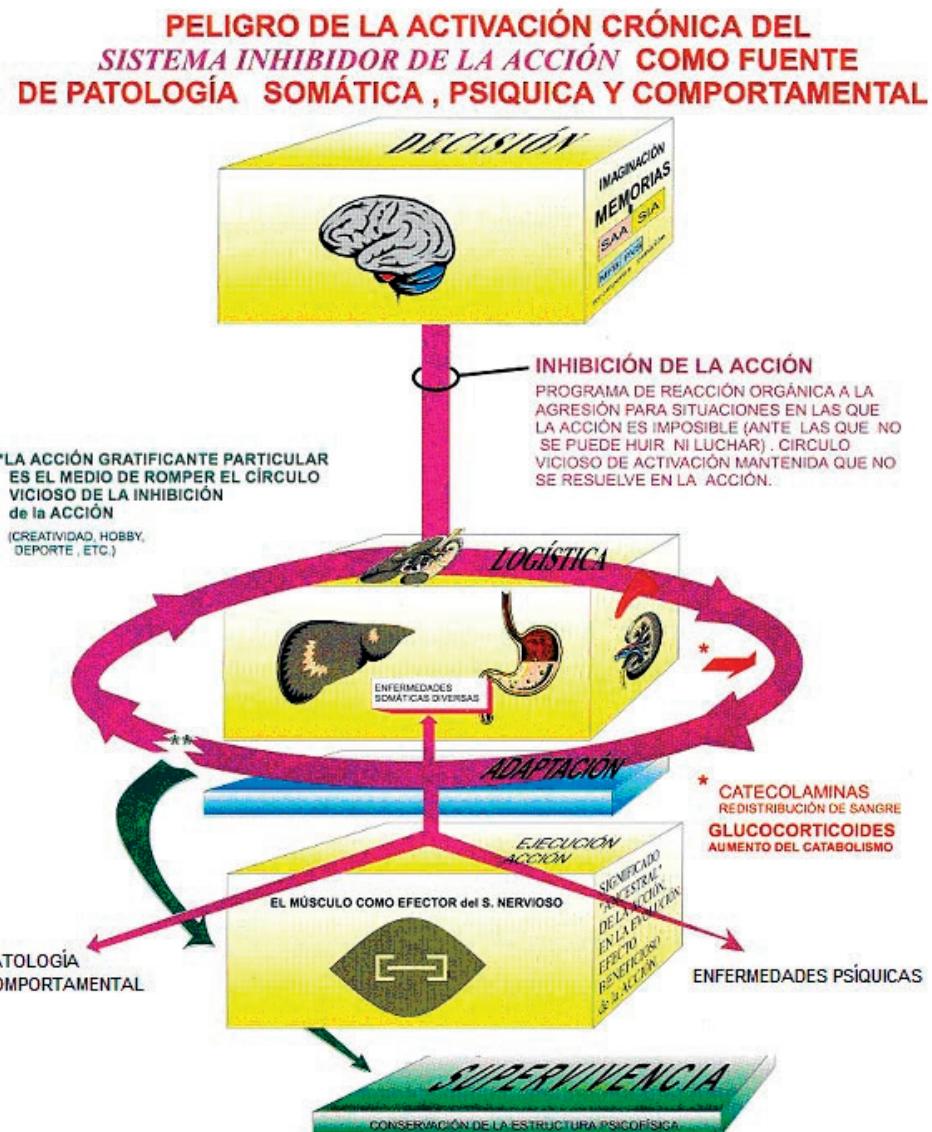
ABANDONO TEMPORAL DE LA HOMEOSTASIS PARA  
SUPERAR LAS SITUACIONES EXTRAORDINARIAS  
MEDIANTE TRES COMPORTAMIENTOS :



En la figura siguiente, se expresa la comparación de los dos programas, el ordinario y el extraordinario, y los consiguientes comportamientos posibles.



En el gráfico siguiente se expresa el peligro de la activación permanente del S.I.A.





# CAPÍTULO SEGUNDO

## BASES PARA EL ENTRENAMIENTO

### 1. LAS CUALIDADES FÍSICAS DEPORTIVAS

*Se definen las cualidades físicas deportivas como: «conjunto de atributos positivos que caracterizan y determinan al individuo para el área de la actividad física en general o para alguna en particular».*

De estos atributos, unos serán ampliables mediante el entrenamiento, como es el caso de las capacidades orgánicas o las estructuras musculares, y otros atributos serán poco o nada mejorables, como los que son consecuencia de la genética (el biotipo, la estatura...). No obstante, la tipología del individuo, aunque menos perfectible, puede tener una gran influencia en el éxito deportivo específico.

Para su estudio, dividimos las cualidades físicas entrenables en tres grupos:

- Cualidades básicas
- Cualidades complementarias
- Cualidades derivadas

Las **cualidades básicas** son aquellas que necesariamente participan, en grado apreciable, en la mayoría de las actividades físico-deportivas.

Las **cualidades complementarias** son las que estando presentes en las actividades deportivas, no son indispensables.

Las **cualidades derivadas** son consecuencia de la unión de dos o más cualidades básicas y complementarias; son las que realmente se manifiestan en la mayoría de los deportes.

Consideramos como **cualidades básicas**:

- **La fuerza:** «capacidad para soportar, contrarrestar o vencer una oposición».
- **La resistencia:** «capacidad para mantener un esfuerzo reiterativo o prolongado en el tiempo».
- **La velocidad:** «capacidad para efectuar movimientos o recorridos en el menor tiempo posible».

Estimamos como **cualidades complementarias**:

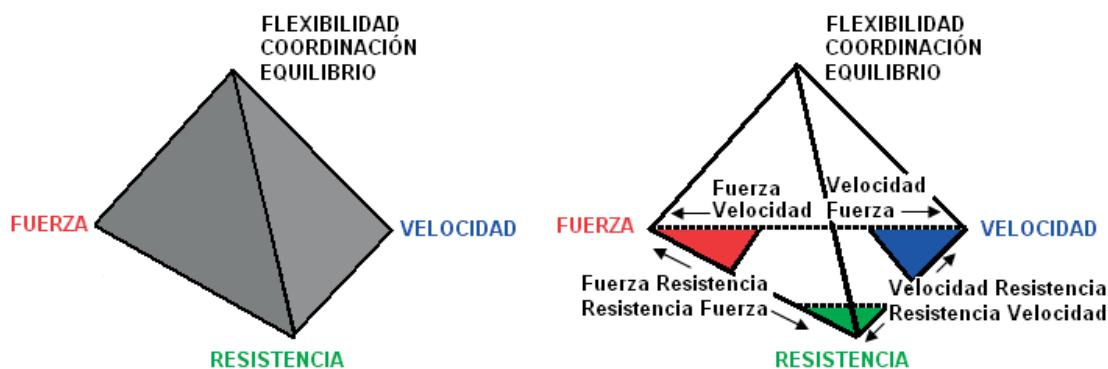
- **La flexibilidad:** «capacidad de lograr, con facilidad, la máxima amplitud de movimientos requerida, sin deterioro de la estabilidad articular y de la eficacia muscular».
- **La coordinación:** «capacidad de ejecutar los movimientos deportivos sin dependencia gestual parásita, con dinamismo, precisión, soltura y ahorro de energía».
- **El equilibrio:** «capacidad de mantener la estabilidad estática y dinámica, requeridas en el gesto deportivo».

Las **cualidades derivadas** serán tantas como combinaciones se puedan hacer con las cualidades básicas y complementarias.

Por señalar alguna, citaremos la agilidad, que es el resultado de combinar adecuadamente fuerza, velocidad, flexibilidad y coordinación.

La realidad es que ninguna acción deportiva es «pura»; todas son producto del concurso, en mayor o menor grado, de varias cualidades. Definirlas como acciones de fuerza, resistencia o velocidad se debe a que, en esa acción, la cualidad predominante sea una u otra.

En el siguiente gráfico, situamos las cualidades básicas en los vértices de la base de la pirámide, y las complementarias en el vértice superior.

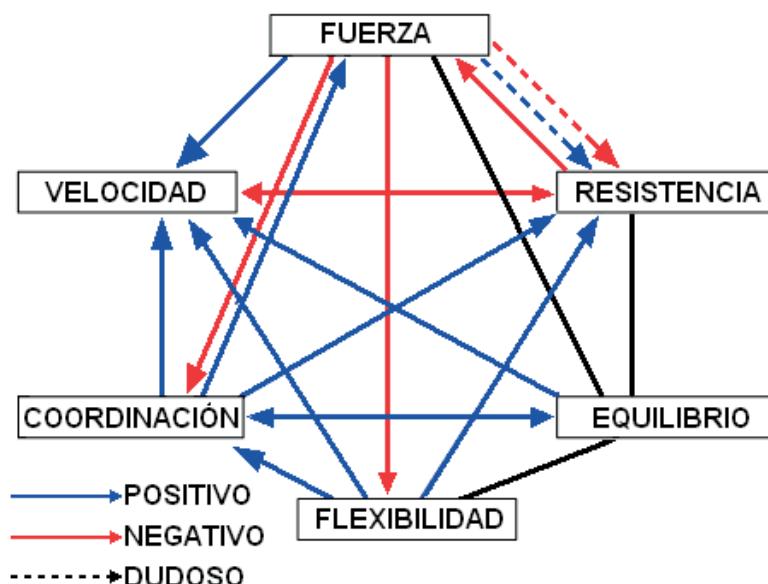


Todos los esfuerzos se pueden representar en el interior, aristas o superficies de la pirámide, calificándose los ejercicios en función de su proximidad a los

vértices. Así, por ejemplo, se puede considerar que una actividad es de resistencia de fuerza o fuerza-resistencia... según que su representación se acerque más a un vértice que a otro.

Estas cualidades se relacionan tan íntimamente entre sí que, al principio, aunque el entrenamiento esté dirigido solo hacia una cualidad, el resto de las facultades también son afectadas, incrementando su nivel, situación que puede no darse cuando el entrenamiento sea más avanzado y específico, pues entre las cualidades se producen transferencias o relaciones, que unas veces son beneficiosas y otras perjudiciales o indiferentes.

El gráfico siguiente ilustra sobre el particular.



En él se representan, de modo general, algunas de las transferencias o relaciones entre las cualidades.

La punta de la flecha indica la dirección de la transferencia, y el color del trazo (rojo, azul, continuo o discontinuo) si la transferencia es positiva, negativa o dudosa.

Por ejemplo, en la relación de la fuerza con la velocidad, de forma general, se señala que los trabajos de fuerza benefician a la velocidad.

Hacemos, a continuación, un ligero resumen de las relaciones entre cualidades, indicando en primer lugar, con mayúscula, la cualidad ejercitada y en segundo, en letra minúscula, la influida.

Recalcamos que esto no es más que una orientación, pues habrá casos concretos en los que no sea exactamente así.

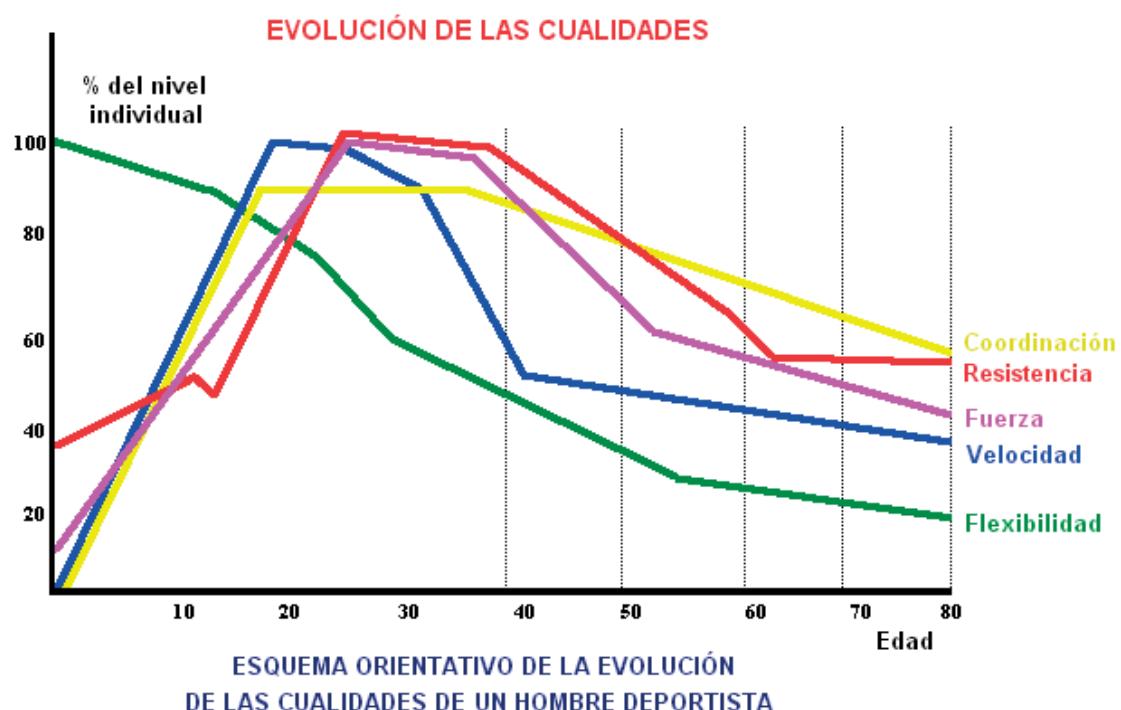
### **Relaciones beneficiosas o positivas:**

- Fuerza-velocidad
- Fuerza-resistencia
- Velocidad-fuerza
- Coordinación-velocidad
- Coordinación-fuerza
- Coordinación-equilibrio
- Coordinación-resistencia
- Flexibilidad-velocidad
- Flexibilidad-coordinación
- Equilibrio-velocidad
- Equilibrio-coordinación

### **Relaciones perjudiciales:**

- Fuerza-coordinación
- ¿Fuerza-flexibilidad?
- Velocidad-resistencia
- ¿Flexibilidad-fuerza?
- Resistencia-fuerza
- Resistencia-velocidad

El entrenador debe saber que en un individuo sano, las cualidades físicas son todas entrenables y a cualquier edad. Sin embargo, hay edades en las que, por maduración biológica y mediante un entrenamiento adecuado, las posibilidades de rendimiento son mayores, es decir, que la capacidad de adaptación es mayor. En el siguiente gráfico se representa una estimación de la evolución biológica de dichas cualidades.

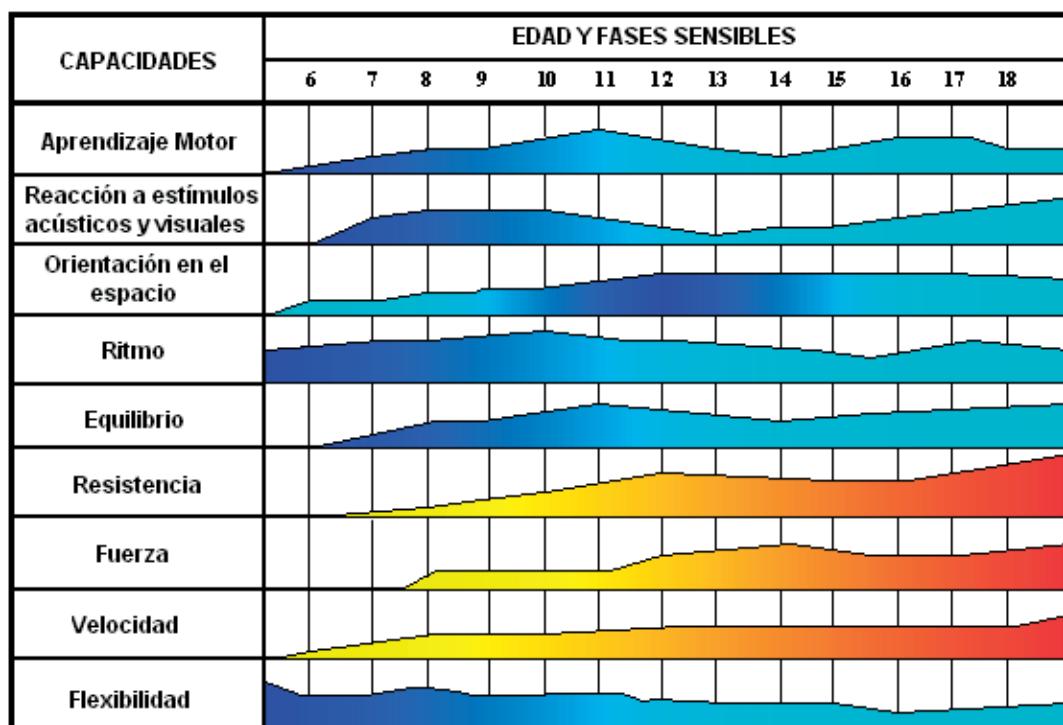


Como se puede observar, la evolución de las cualidades físicas no son coincidentes. Esta heterocronía se debe al diferente proceso de formación y maduración de los distintos órganos y sistemas humanos.

También hay que considerar que hay edades en las que las adaptaciones son más rápidas o de mayor eficacia; se las denomina edades o fases más «sensibles al entrenamiento» o por abreviar, **«fases sensibles»**.

El siguiente cuadro representa una orientación sobre las fluctuaciones, relacionadas con la edad, de las «fases sensibles» en el entrenamiento de algunas capacidades.

**FASES SENSIBLES DEL ENTRENAMIENTO**



## 2. EL ENTRENAMIENTO

### 2.1 DEFINICIONES

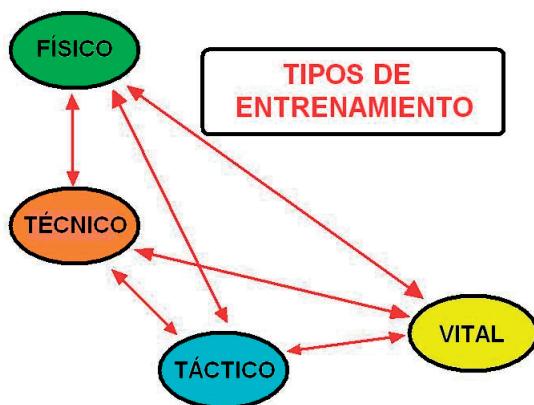
En la literatura especializada encontramos muchas definiciones referentes al entrenamiento. A nosotros nos parece acertada la siguiente:

*«Actividad sistemática que permite y propicia, como consecuencia, alcanzar mejores coeficientes de realización en todos o en algunos de los factores que intervienen en una determinada tarea».*

## 2.2 TIPOS DE ENTRENAMIENTO

Debemos indicar que podría haber tantos tipos de entrenamiento como actividades posibles.

Desde el punto de vista deportivo, consideramos cuatro grupos o tipos, que en la realidad están muy ligados entre sí, de tal modo que el alto o bajo nivel alcanzado en un tipo tiene, muchas veces, su origen en el trabajo desarrollado en otro. Estos tipos son: Entrenamiento Físico, Entrenamiento Técnico, Entrenamiento Táctico y Entrenamiento Vital.



### 2.2.a) Entrenamiento FÍSICO

Entendemos que el entrenamiento físico es una actividad que tiene como fin mantener o mejorar las posibilidades físicas para determinados trabajos.

Creemos también que en el proceso, a la vez que se potencia la aptitud física, se mejoran y desarrollan cualidades morales, que terminan influyendo favorablemente en la actitud del individuo ante la vida.

El entrenamiento físico ha evolucionado mucho en los últimos años, debido sobre todo al cada vez más profundo conocimiento de la fisiología del esfuerzo y al empleo de nuevos métodos de análisis y trabajo.

Esto hace que el entrenamiento se haya convertido en un proceso cada vez más científico. En la actualidad, se puede decir que están prácticamente desechados los métodos empíricos.

No obstante, aún con todos los adelantos, los fundamentos en los que se basa el entrenamiento físico permanecen desde hace muchos años.

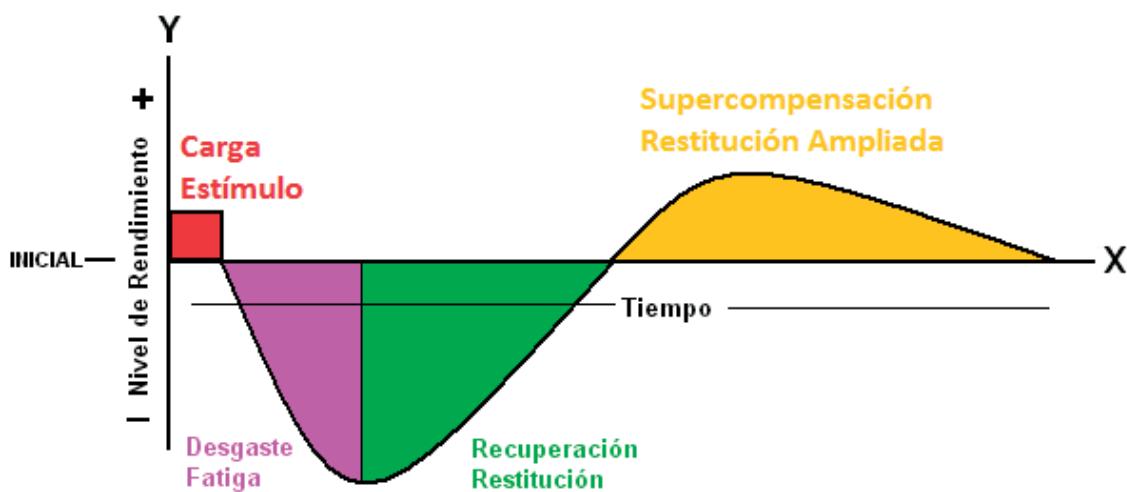
Se consideran como leyes fundamentales para el entrenamiento físico:

- La ley de Selye o síndrome general de adaptación (S.G.A. o R.O.A.).
- La ley de Shultz o ley del Umbral.

#### a.1) Ley de Selye

En el capítulo 1º, apartado 7º, «El estrés y los comportamientos», relatábamos todo el proceso del Síndrome General de Adaptación (S.G.A.) y ahora declaramos que el aspecto más trascendente, desde el punto de vista del entrenamiento físico, es el fenómeno de la **supercompensación**.

Para definirla nos apoyamos en el siguiente gráfico:



Supongamos que el atleta tiene el nivel inicial de rendimiento que señala el punto de unión de los dos ejes. El eje de abscisas representa el tiempo, y el eje de ordenadas el nivel de rendimiento.

El cuadradito rojo indica la agresión, estímulo o carga. Su superficie podría designar el valor de la agresión.

La línea curva representada por debajo del eje de abscisas, en su rama descendente muestra el valor y tiempo del desgaste o fatiga (consecuencias de la agresión). La rama ascendente indica el valor y tiempo de restitución o recuperación.

Y por último, la curva ascendente y después descendente, por encima del expresado eje, representa el proceso de supercompensación o restitución ampliada.

La secuencia sería la siguiente: el organismo realiza un determinado trabajo o entrenamiento (recibe una agresión). Como consecuencia, sufre un desgaste (curva descendente), disminuyendo, en proporción al esfuerzo realizado, su nivel de rendimiento, debido a las pérdidas sufridas en la agresión.

Al cesar el trabajo o realizar otro más suave, el organismo restituye las fuentes de energía y el material desgastado (curva ascendente), hasta llegar al nivel inicial, para a continuación incrementar las capacidades de los órganos afectados, produciéndose la supercompensación (curva ascendente y descendente por encima del eje de abcisas), aumentando su posibilidad de rendimiento, por si se produjese una nueva agresión del mismo tipo.

Esta supercompensación será limitada en el tiempo, y proporcional, específica y acorde al esfuerzo realizado.

#### **a.2) Ley de Schultz o del Umbral**

Esta ley indica que cada sujeto tiene distinto nivel de excitación ante los estímulos que recibe, y para que estos provoquen los efectos deseados, deben tener un valor entre los márgenes de capacidad mínima de reacción y máxima de aguante del individuo.

Al nivel mínimo de excitación se le llama «suelo del umbral», y al nivel máximo se le denomina «techo del umbral». Para que los estímulos «entrenen» deben situarse entre el suelo y el techo, o sea, en la zona del umbral.

Volviendo al ejemplo de la fortaleza aludida en el capítulo «El estrés y los comportamientos», decíamos que en el caso de producirse una agresión, esta debería tener entidad suficiente como para hacer sonar la alarma y provocar la alerta a la unidad (un ataque con lanzamiento de hortalizas o piedras, probablemente sería despreciado), pero no tan fuerte, que haga difícil o imposible la defensa (bombardeo muy intenso).

A efectos de entrenamiento, hay muchas formas de clasificar los estímulos o agresiones. La más genérica es la de los cuatro grupos:

- Débiles
- Medios
- Altos
- Muy altos

Ante los estímulos débiles, el organismo responde débilmente o no reacciona y se atrofia; con los estímulos medios y altos, el organismo reacciona manteniendo o mejorando su nivel, y con los estímulos muy altos se agota y deteriora.

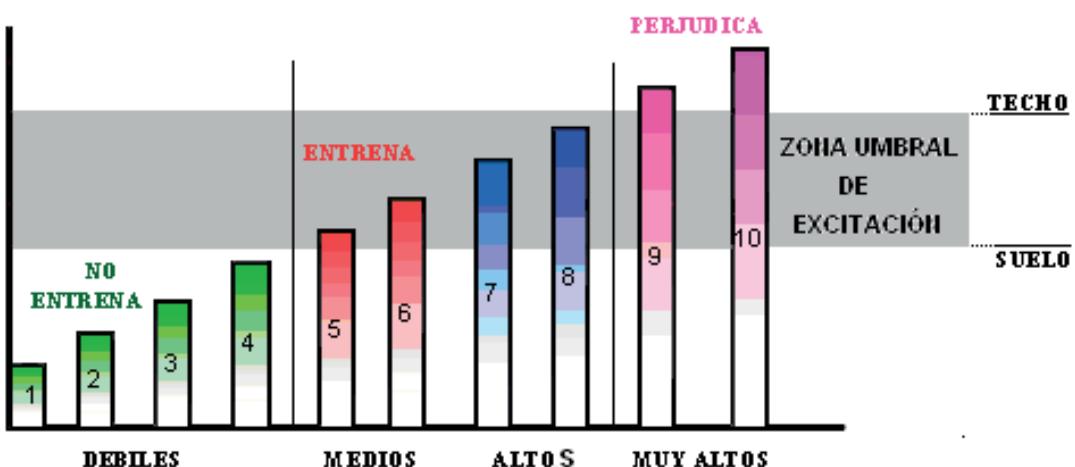
Esta clasificación es relativa, pues un mismo estímulo puede ser débil para un individuo y alto para otro, dependiendo de su edad, nivel y grado de entrenamiento.

También la reiteración de los estímulos, su velocidad de aplicación o pausa entre los mismos, pueden cambiar significativamente la valoración inicial.

Podríamos definir el **umbral** como:

*«La capacidad básica del individuo, o desarrollada por el entrenamiento, que condiciona el grado de agresividad de los estímulos que pueden provocar las respuestas adaptativas deseables».*

Los estímulos, por tanto, se gradúan en función de lo que «agredan o interfieran» en el estado homeostático individual (su equilibrio fisiológico).



En la figura observamos que los estímulos 1, 2, 3 y 4 son considerados débiles y por tanto producirán poco desgaste y una supercompensación inapreciable.

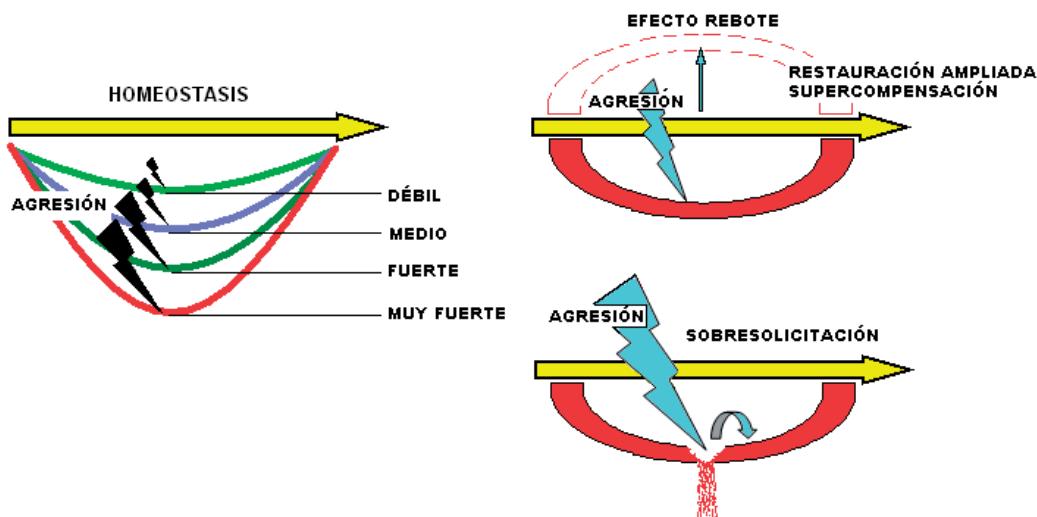
Los estímulos 5, 6, 7 y 8 están dentro de la zona del «umbral», y se estiman como medios o altos, produciendo desgaste y una supercompensación proporcional.

Los estímulos 9 y 10 superan el techo del «umbral», por encima del límite de tolerancia del individuo. La reiteración de estos estímulos puede llevar al atleta a la lesión o al agotamiento.

En la siguiente figura queremos representar la homeostasis como un fleje de determinada calidad elástica, que cuando es aplastado (agredido) por una

carga débil, prácticamente no le causa efecto. Cuando la carga es media o alta, el nivel homeostático se resiente y deprime, para a continuación, al cesar la carga, recuperarse hasta un nivel superior, como si elásticamente «rebotara».

En el caso de aplicar cargas muy altas, el fleje se hunde y se puede llegar a romper. Hay que tener en cuenta que una misma carga podría causar distintos efectos en flejes de diferente calidad.



### a.3) Conclusiones para el entrenamiento

De lo dicho anteriormente y del análisis de las secuencias biológicas, expresadas en las dos leyes aludidas, se deducen las siguientes conclusiones:

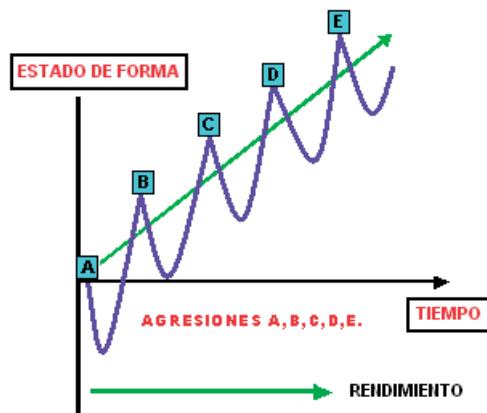
- Los estímulos deben tener una calculada entidad para producir las respuestas deseadas.
- Las respuestas que se obtengan serán específicas y acordes con los estímulos.
- Un mismo estímulo puede producir respuestas distintas en diferentes individuos.
- Las capacidades físicas tienen diversos y específicos «tiempos» de recuperación y supercompensación.
- El desgaste, la recuperación y la supercompensación serán proporcionales a los estímulos aplicados.
- Para lograr supercompensación, son imprescindibles el desgaste y la recuperación previos. A efectos de entrenamiento, «tan importante es el esfuerzo como la recuperación».

También se deducen dos fórmulas elementales para conducir el entrenamiento:

**1<sup>a</sup> Fórmula:** reiterar los estímulos en pleno período de supercompensación, con lo que el rendimiento, se convertirá en una línea ascendente.

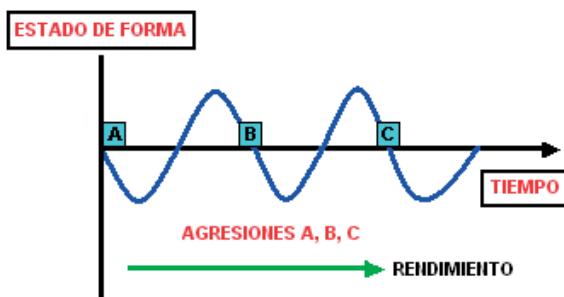
REITERAR EL ESTÍMULO EN LA SUPERCOMPENSACIÓN

SUCESIVAS SUPERCOMPENSACIONES Y AGRESIONES



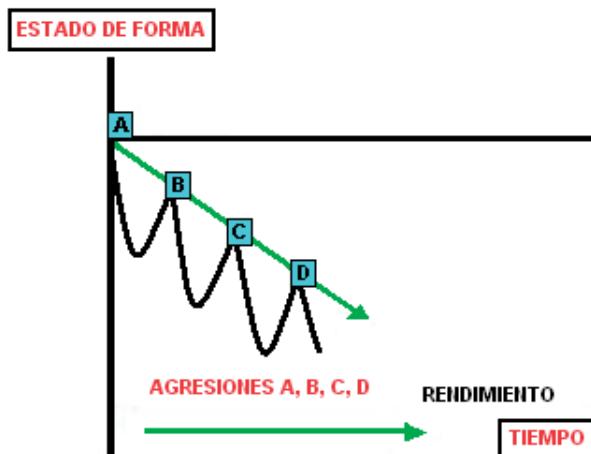
Ya que si se administran los estímulos pasado el período de supercompensación, el rendimiento sería una línea horizontal.

SUCESIVAS SUPERCOMPENSACIONES Y AGRESIONES

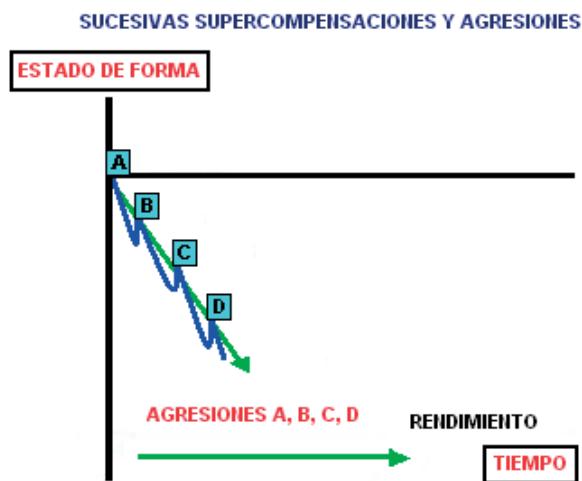


Y si se optara por repetir los esfuerzos en período de recuperación, el rendimiento sería una peligrosa línea descendente.

SUCESIVAS SUPERCOMPENSACIONES Y AGRESIONES



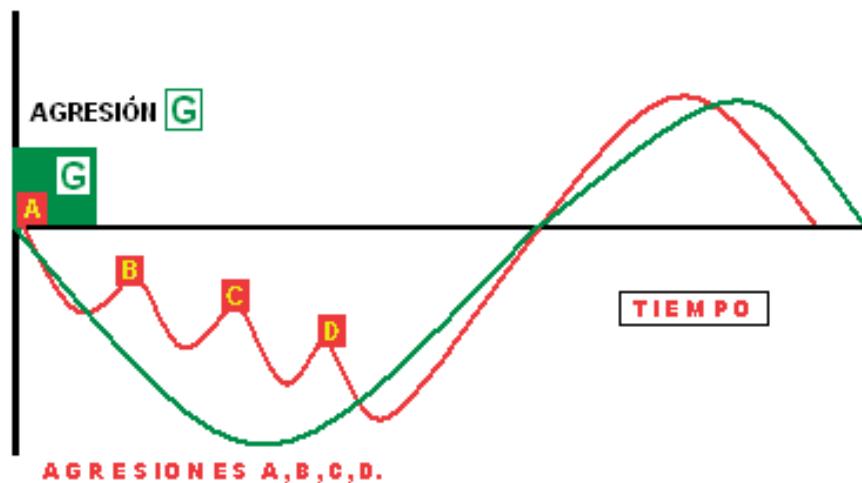
Y por último, si se aplicasen los estímulos uno tras otro, casi en pleno período de desgaste, el rendimiento tendería a ser una vertical descendente camino de la lesión y del agotamiento.



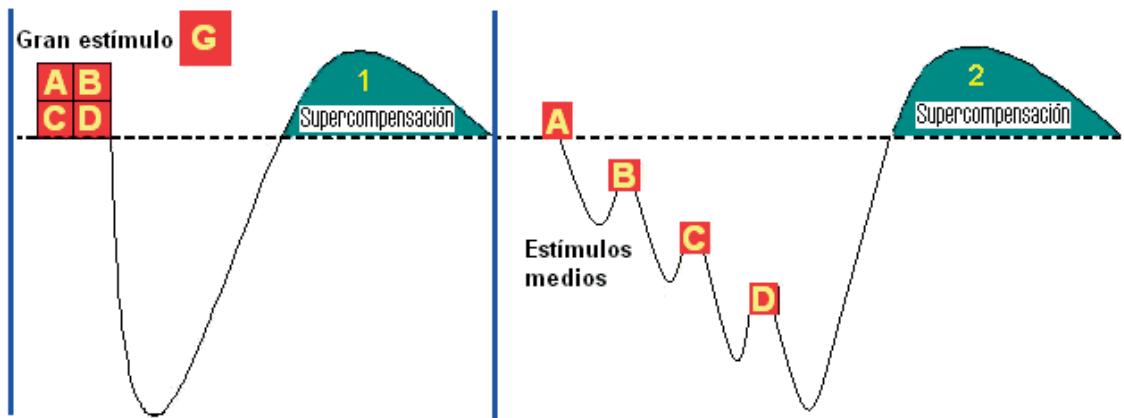
**2<sup>a</sup> Fórmula:** reiterar los esfuerzos en períodos no completos de recuperación para, a continuación, dar un descanso más amplio, con lo que se conseguiría una mayor supercompensación, pues esta guardaría una relación directa con la suma de los estímulos aplicados.

Es como si se fraccionase un gran estímulo, intolerable para el individuo, en estímulos más asequibles, más pequeños, para aplicarlos sucesivamente en los períodos de recuperación y que sumados, supondrían un valor similar al estímulo grande.

En los dibujos siguientes vemos que se sustituye la agresión «G» por otros estímulos menores «A», «B», «C» y «D», aplicados en pleno período de recuperación. Como se observa, siendo los estímulos distintos, la supercompensación es similar.



Es un modo de aplicar un gran estímulo sin rebasar los límites de tolerancia del individuo. No obstante, esta fórmula debe emplearse con cuidado, pues se corre el peligro de que el atleta no sea capaz de asimilar la reiteración de los estímulos y llegue al agotamiento.



#### a.4) Elementos para el entrenamiento

Se consideran como elementos esenciales del proceso de entrenamiento:

- El estímulo o carga.
- La fatiga y desgaste.
- La recuperación.
- La supercompensación.
- La adaptación.

Manifestándose según la siguiente secuencia:

- 1º) Carga, fatiga e inmediato desgaste.
- 2º) Recuperación.
- 3º) Supercompensación.
- 4º) Reiteración de la carga.

Iniciándose de nuevo el ciclo y así progresivamente, el organismo se irá transformando, mediante unos cambios funcionales y estructurales, que al final le permitirán soportar las cargas con más facilidad.

- 5º) Llegando al último paso: la adaptación deseada.

Debemos distinguir entre estímulo único y estímulo reiterado, o mejor expresado, debemos distinguir entre cargas ocasionales y cargas sistemáticas.

Con las cargas ocasionales se producen cambios funcionales esporádicos. Es como una adaptación inmediata, que en lo sucesivo denominaremos **Respuesta**.

Al reiterar durante un tiempo las cargas de forma sistemática, los cambios son más duraderos, produciéndose, además de los cambios funcionales, cambios estructurales. A este proceso lo llamaremos **Adaptación**.

El gráfico nos ilustra sobre las secuencias.



#### a.4.1) La carga

Nos vamos a detener con detalle en este elemento, pues de su conocimiento y correcta aplicación depende en gran medida el éxito en la actividad deportiva.

Es la parte más activa del entrenamiento. Está constituida por los ejercicios y sus reiteraciones, y junto con la recuperación, constituyen los únicos elementos sobre los que puede actuar directamente el entrenador.

Hay muchos aspectos que definen la carga o el estímulo. Ya habíamos indicado uno, el de su capacidad de agresión. Este matiz lo vamos a definir como **peso, valor o magnitud** de la carga y puede recibir diferentes calificativos: débil, ligera, media, alta, grande, submáxima, máxima, muy alta, extrema... en diferentes escalas, pero siempre en relación con las posibilidades del individuo.

En la concreción de las cargas, otro aspecto importante es el de la **orientación o tipo** de las mismas.

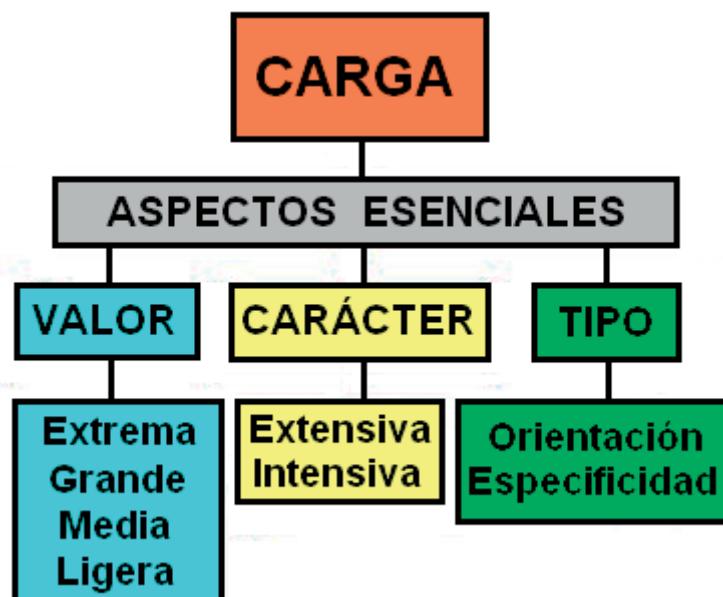
Si bien, como hemos visto, cualquier esfuerzo puede en principio poner en alerta a todo el organismo, también es cierto que las respuestas, al final son específicas, es decir, se producen principalmente en los órganos o capacidades más agredidos.

Por tanto, el entrenador debe diseñar y proponer las cargas en función de las respuestas que desea conseguir; así una carga puede ir orientada a activar la

velocidad, o la fuerza, o... pero siempre teniendo en cuenta que con frecuencia se producen, como efectos «colaterales», respuestas de otros sistemas que en ocasiones pueden ser no deseables. «Aunque todo sea música, si quieres que suene el violín no toques las teclas del piano».

Aunque sea «rizar el rizo», también se pueden definir las cargas en función de su carácter, expresado por la duración e intensidad de los esfuerzos, número de ejercicios o número de repeticiones.

Así, se denominan cargas de **carácter extensivo** a las que se aplican en un lapso de tiempo relativamente largo o en las que se acumula cantidad de trabajo, aunque no intenso. Las cargas de **carácter intensivo**, por el contrario, no permiten mucho tiempo ni cantidad de trabajo. Su matiz distintivo es que son esfuerzos de más calidad o intensidad.

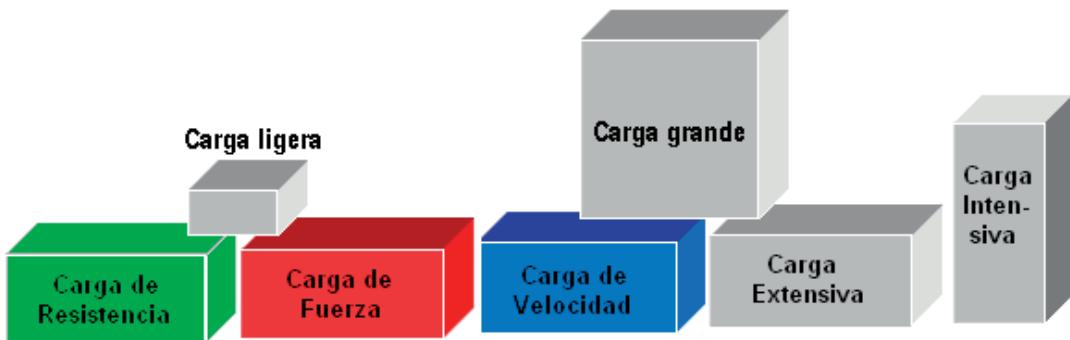


Recordamos el ejemplo de la fortaleza agredida al explicar el Síndrome General de Adaptación, e intentando expresar de forma gráfica todo lo dicho anteriormente, vamos a identificar las cargas con bloques, de diferente material, de diversos tamaños, que se pueden lanzar o proyectar de distintas formas, sobre diferentes capacidades o sistemas del atleta.

Cada bloque lo suponemos elaborado con tres ingredientes básicos:

- Resistencia
- Fuerza
- Velocidad

La carga será distinta en función de su peso o tamaño (valor), ingrediente que predomine o sistemas orgánicos sobre los que incida principalmente (tipo) y por la forma en que se lance o proyecte (carácter).

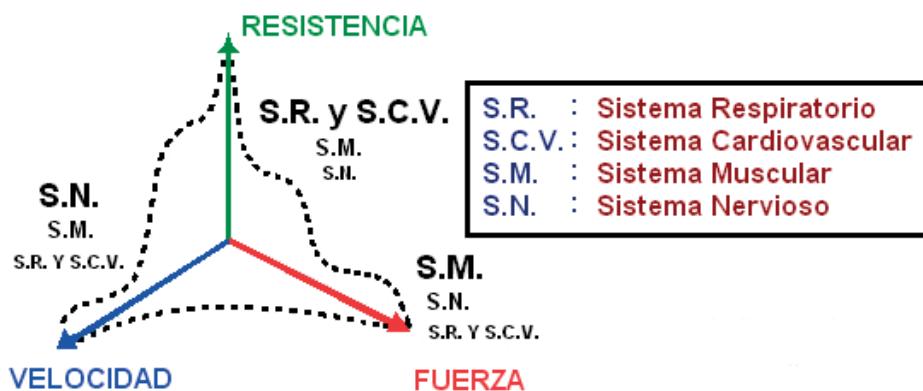


Así, un esfuerzo podría ser definido como: «carga ligera extensiva de resistencia», «carga media intensiva de fuerza», «carga alta intensiva de velocidad», etc.

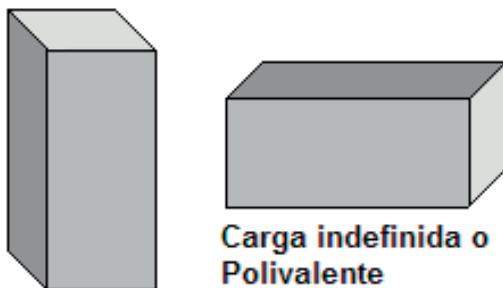
A veces es complicado identificar la orientación o el tipo de la carga que se está aplicando, pues aunque se seleccione con una intención, la forma de aplicación puede que afecte más a otra capacidad que a la que realmente se pretende desarrollar. Esto suele ocurrir en los trabajos de fuerza, cuando se utilizan cargas ligeras a poca velocidad, en los que se mejora más la resistencia que la fuerza.

Para saber si una carga, a la hora de aplicarla, es de un tipo determinado, es conveniente apreciar qué sistemas orgánicos son los más implicados.

En el siguiente gráfico, apoyados en los ejes de un triángulo, se pretende identificar el tipo u orientación de los esfuerzos según los sistemas orgánicos prioritariamente involucrados, expresados por el mayor tamaño de las letras. Así sabemos que un trabajo es de resistencia cuando los sistemas más directamente implicados son el respiratorio (S.R.) y el cardio-vascular (S.C.V.). Es de velocidad cuando lo es el sistema nervioso (S.N.), y es de fuerza, cuando el sistema más importante es el muscular (S.M.).



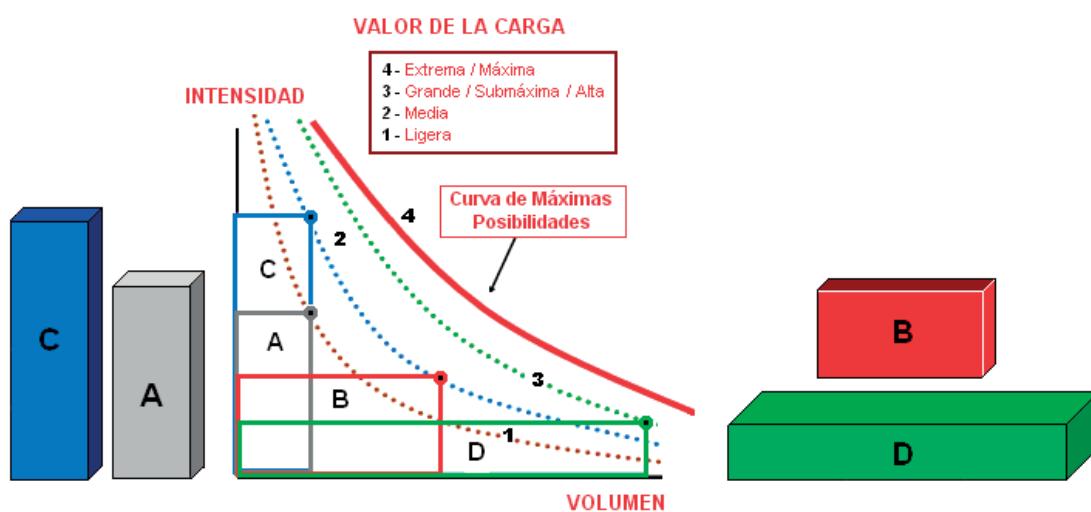
En ocasiones es difícil identificar una carga en un «tipo» determinado, dando lugar a las llamadas «cargas polivalentes».



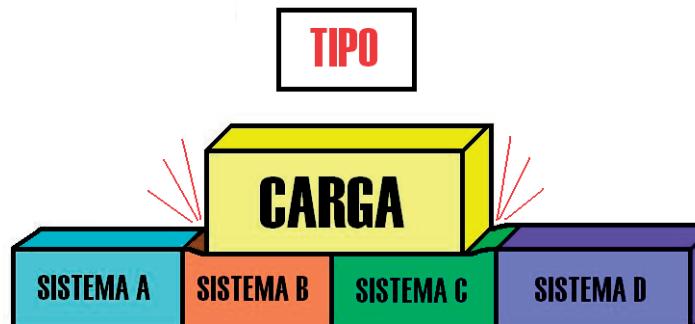
Intentando aclarar más estos conceptos, en las figuras siguientes se han dibujado unas coordenadas, donde en el eje de ordenadas se reflejará la intensidad del esfuerzo; en el eje de abscisas, la cantidad o volumen de trabajo, y la curva de trazo grueso (que llamaremos de «máximo rendimiento» o de «máximas posibilidades»), indicará la capacidad del atleta, en ese momento, para realizar diferentes máximos esfuerzos en volumen e intensidad.

Representamos, en este caso, con rectángulos frontales (en vez de con bloques), cuatro cargas de distintos valor, carácter y tipo.

El **valor**, como ya hemos dicho, determina lo agresiva que es la carga y didácticamente se puede identificar con el tamaño del rectángulo y con lo que se aproximen los vértices superiores derechos de dichos rectángulos frontales a la curva de «máximas posibilidades» (en el gráfico, representada con el nivel 4). En la misma figura, la carga A sería de nivel 1; las cargas C y B serían de nivel 2, y la carga D de nivel 3.

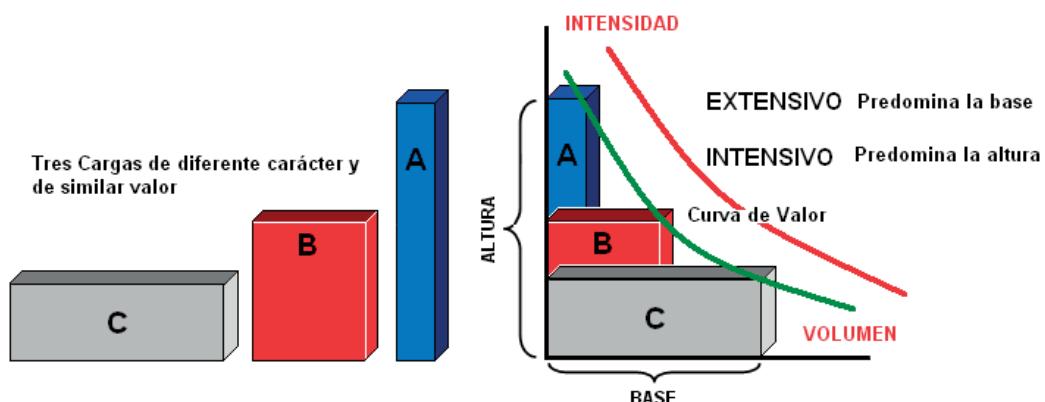


El **tipo**, lo hemos identificado con el lugar donde «incide» la carga-bloque y sobre qué calidad o sistema orgánico predominantemente. Podríamos así decir si una carga es de resistencia, fuerza, velocidad...

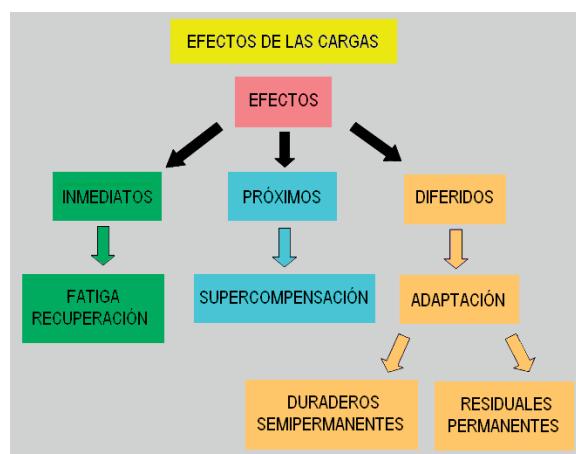


EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD FÍSICA O CALIDAD AFECTADA PREDOMINANTEMENTE

El **carácter** lo hemos expresado con la «forma» de aplicar la carga; es determinar si el bloque «arremete» sobre los sistemas del atleta con una superficie o con otra.



En el entrenamiento, con la aplicación correcta de las cargas, se intenta producir en el organismo unos determinados y deseados efectos, que en función del tiempo serán inmediatos, próximos y diferidos.



Identificamos como **inmediatos**, la fatiga y la recuperación; como **próximos** las supercompensaciones, y **diferidos**, las adaptaciones (duraderas y residuales).

#### a.4.2) La fatiga y el desgaste

El **desgaste** es una consecuencia directa de la aplicación de la carga.

Su cuantía debe ser directamente proporcional al esfuerzo y se manifiesta mediante alguna forma de cansancio o fatiga, que es un mecanismo fisiológico de defensa cuando el ejercicio llega a producir una alteración sensible en determinadas funciones orgánicas.

La fatiga se activa, a modo de aviso, con objeto de prevenir para que no se produzcan lesiones celulares irreversibles.

Se define la **fatiga física** como: «*estado transitorio, normalmente creado como consecuencia de una actividad física excesiva o prolongada, que se traduce en una disminución de la capacidad funcional del organismo en general o del sistema, miembros o músculos implicados en particular, y se manifiesta de diversas formas, tales como incapacidad para realizar el esfuerzo requerido y sensaciones de agotamiento, desgana, malestar o dolor*».

#### Clasificaciones de la fatiga

La fatiga es una consecuencia del esfuerzo. Podemos entonces hablar de fatiga normal o conseciente, y de fatiga anómala o inconseciente.

Dentro de la **fatiga normal** se pueden distinguir varios niveles en función de los esfuerzos realizados:

- Esfuerzos medios (en intensidad o duración) producen una fatiga baja o media.
- Esfuerzos altos dan lugar a fatiga alta.
- Esfuerzos extremos originan la fatiga extrema.
- Esfuerzos límites causan una fatiga crítica.

A esta última se puede llegar en situaciones de alta motivación, miedo, enfermedad, ira o drogas (de cualquier manera es muy peligrosa para la salud).

Desde el punto de vista del entrenamiento, lo aconsejable es utilizar habitualmente los esfuerzos medios y altos; de forma ocasional los esfuerzos extremos, y no llegar nunca a los límites.

Los síntomas de la fatiga normal son acordes con los niveles de esfuerzo, y se suelen manifestar con: agotamiento pasajero, pérdida de fuerzas, pulso y respiración acelerados, dolor difuso o localizado, rigidez, ocasionales calambres

musculares, ligeras pérdidas de coordinación, etc. Este estado es superable con minutos u horas de descanso.

La **fatiga anómala** es aquella que no guarda relación directa con el esfuerzo realizado, manifestándose con una baja sensible de rendimiento.

Aquí también podemos establecer niveles:

**a- Fatiga por sobrecarga**

Puede producirse este tipo de fatiga, cuando la progresión y solicitud del entrenamiento no son las adecuadas, o por patologías latentes. Los síntomas son claros: además de los indicados en la fatiga normal, hay desproporción entre esfuerzo y cansancio, lenta recuperación, disminución del rendimiento previsto, dolor muscular, estado general de abulia o irritabilidad, sensación de «estar enfermo»...

No debe haber alteración fisiológica grave y suele remitir en pocos días, cesando el entrenamiento o ampliando los tiempos y cuidados en la recuperación. Es fundamental que el atleta descansen física y psíquicamente.

**b- Fatiga crónica o sobreentrenamiento**

Es una auténtica enfermedad que necesita un amplio descanso y apoyo médico. En este caso, con variable grado, pueden manifestarse asociados algunos de los siguientes síntomas: disminución evidente del rendimiento, pérdida de concentración y coordinación, insomnio, deshidratación, taquicardia, alteraciones en la tensión arterial, taquipnea, hipoglucemia, aumento de la temperatura corporal, sudoración nocturna, molestias gastrointestinales, pérdida de apetito, pérdida de peso, irritabilidad...

Mediante análisis clínicos pertinentes, se suelen apreciar alteraciones hormonales, con desequilibrio de la relación testosterona y cortisol, bajada de linfocitos, aumento de los índices de urea, etc., así como cambios en la actividad del sistema nervioso autónomo.

El sobreentrenamiento aparece cuando se reiteran ejercitaciones excesivas y confluyen otros factores negativos que superan la capacidad del organismo para recuperarse. Como consecuencia, se producen alteraciones psicofísicas que, como hemos dicho, requieren tratamiento médico inmediato.

**c- Fatiga crítica**

Este tipo de fatiga se desencadena cuando el individuo realiza esfuerzos al límite de sus posibilidades, y a pesar de la sensación de fatiga (manifiesta o

enmascarada), persiste en continuar la actividad a toda costa. Esta situación da lugar a unas alteraciones orgánicas que pueden concluir en la muerte.

Los síntomas pueden ser los siguientes: gran palidez, labios cianóticos, taquicardia, náuseas, lipotimias, mirada perdida, descoordinación motora, desorientación, alta temperatura corporal y pérdida de conciencia.

Además de esta primera clasificación de la fatiga, se pueden encontrar otras en los textos especializados. Así los hay que señalan diferencias entre la fatiga **objetiva** y la **subjetiva o sentida** (la que el atleta somatiza), y aunque los efectos puedan ser los mismos, conviene distinguirlas. La fatiga o cansancio objetivo es el lógico como consecuencia del esfuerzo, y el subjetivo es el que «percibe, siente o interpreta» el atleta.

Lo ideal sería que existiese una cierta correlación entre la fatiga real y la sentida, pero no siempre es así. La predisposición, sensibilidad o motivación, los factores ambientales o el estado físico y anímico del atleta, pueden alterar la correlación.

Para medir los estados de fatiga real existen los procedimientos clásicos (frecuencia cardíaca, ritmo respiratorio, nivel de lactato, etc.). Hoy día, para calcular estos parámetros, encontramos en el mercado aparatos de campo cada vez más asequibles y fiables, además de los clásicos de laboratorio.

El estimar la fatiga subjetiva es una labor más compleja, en la que es necesario conocer la personalidad del atleta y sus circunstancias para obtener un valor fiable. Al parecer hay hasta un treinta por ciento de influencia psicológica en la percepción de la fatiga.

También se puede clasificar la fatiga por el tiempo que dura o tarda en manifestarse y desaparecer. Así, la fatiga tiene dos fases importantes:

- La **inmediata**, que es la que aparece durante el ejercicio y recién acabado el mismo.
- La **diferida**, es la que se «arrastra» y evoluciona de más a menos durante el tiempo de recuperación.

Esta última es menos espectacular, pero no hay que dejarse engañar, pues mantiene al atleta en situación de bajo rendimiento, aunque hayan desaparecido los síntomas acuciantes de la fatiga inmediata.

Igualmente hay que considerar la fatiga **residual**, que es un resto de la fatiga diferida que se va acumulando en períodos largos de entrenamiento o competición.

Otro modo de describir la fatiga es relacionando la musculatura total con la musculatura más afectada directamente:

- **Local**, cuando afecta a menos de un tercio.
- **Regional**, cuando lo hace entre un tercio y dos tercios.
- **Global**, cuando implica a más de dos tercios.

Asimismo, se puede clasificar la fatiga física por su localización:

- **Central**, cuando se asienta en la estructura nerviosa.
- **Periférica**, cuando lo hace en las estructuras musculares.

En resumen, sea cual sea el tipo o localización de la fatiga, en todos los casos se producen síntomas o trastornos psicofísicos, tanto objetivos como subjetivos, que conducen siempre al mismo resultado: Imposibilidad de continuar con la actividad física, al nivel requerido, por un tiempo más o menos dilatado y acorde con el estado de recuperación.

#### a.4.3) La recuperación

Se ha definido la recuperación de múltiples maneras. Desde el punto de vista del entrenamiento, nos parece acertado definir la **recuperación** como: «*Conjunto de actitudes, acciones y cuidados, orientados a eliminar los efectos perjudiciales de la fatiga y a restablecer en el menor tiempo posible, el equilibrio físico y psicológico*».

Así pues, la finalidad de la recuperación es restablecer cuanto antes el estado de equilibrio y salud previos a la ejercitación o entrenamiento. Para ello se pueden emplear métodos naturales y artificiales.

Para una mejor descripción, hemos denominado y englobado estos métodos o medios en tres grupos:

- Los fisiológicos
- Los terapéuticos
- Los nutricionales

Aplicables todos ellos en los tres tipos fundamentales de recuperación, que consideramos:

##### a- Recuperación inmediata o pausa

Es la recuperación que se produce en las «paradas» que efectúa el atleta durante la sesión de entrenamiento, con el fin de poder abordar, en buenas condiciones, un nuevo ejercicio o repetición. Son de corta duración y se miden en segundos y minutos.

Como métodos de recuperación **fisiológicos** se indican:

- Los pasivos, con reposo casi absoluto en distintas posiciones corporales.
- Los activos, con movimientos o ejercicios de baja intensidad, de soltura, estiramiento, flexibilidad, relajación, calmantes....

Entre los métodos de recuperación **terapéuticos**, destacamos:

- Baños locales de agua fría (4°-18°) de la musculatura implicada.
- Ducha global corta, con agua fría (18°-22°).
- Oxigenoterapia en local adecuado (5 minutos).
- Masaje o automasaje corto de los miembros afectados, primero relajante y a continuación estimulante.

Y como medios **nutricionales** se recomiendan:

- Aportes de fluidos y en su caso, de sustratos sólidos fácilmente digeribles en las sesiones largas.

#### b- Recuperación próxima o descanso

- Es la que se debe producir entre sesión y sesión de entrenamiento. Normalmente se mide en horas o días. Durante este tiempo, el atleta tiene que reponer las energías perdidas en el trabajo precedente.
- Hay que tener en cuenta que no es lo mismo el retorno a parámetros de descanso de determinadas funciones orgánicas, que el total y completo restablecimiento de la capacidad de trabajo. Este tipo de recuperación debe ser casi completa, de tal modo que permita abordar, con garantía, una nueva sesión de entrenamiento.
- Se recomiendan como medios de recuperación **fisiológicos**: reposo, sueño, actividades ligeras con ejercicios suaves de flexibilidad y de relajación. Se aconseja mantener hábitos personales y sociales saludables.
- El grupo de métodos de recuperación **terapéuticos** que se pueden emplear es muy numeroso y normalmente deben ser aplicados y controlados por especialistas. Aquí solo vamos a relacionar algunos: masajes, baños (hidromasaje, calientes, salados, de contraste frío-calor, carbonatados, de vapor...), saunas, gravitoterapia, oxigenoterapia, crioterapia, electroterapia, ultrasonidos, radiaciones de onda corta...
- Se sugieren como medios **nutricionales** el aporte de sustratos y fluidos dentro de una dieta sana, equilibrada y proporcional a las necesidades de energía. Si se utilizan apoyos vitamínicos o de otros fármacos, es conveniente la supervisión de un médico.

### c- Recuperación diferida o restablecimiento

Es totalmente necesaria después de una lesión, enfermedad o competición importante. Hay que dedicarle días e incluso semanas, puesto que la recuperación debe ser completa. En la mayoría de los casos, el concurso del médico es imprescindible.

Como medio de recuperación **fisiológica**, es esencial el descanso tanto físico como psíquico, y a veces es necesario un cambio de ambiente.

Los métodos de recuperación **terapéutica y nutricional** deben ser prescritos por el médico. No obstante, se pueden emplear todos los reseñados en los medios de recuperación próxima.

Este tipo de recuperación es la que debe producirse entre temporada y temporada.

Los entrenadores, cada vez más, suelen reducir la duración de las vacaciones que transcurren desde que finaliza la última competición hasta que se reinician los entrenamientos. Creemos que es un error, pues hay que asegurar una recuperación total, con objeto de no agotar prematuramente el potencial del atleta.

Se estima que las vacaciones deberían durar al menos tres semanas. En ellas se sugiere que el deportista cambie de ambiente y de actividad, realizando otros deportes poco exigentes y con carácter lúdico, pues se debe conseguir un restablecimiento total físico y psíquico.

#### a.4.4) La supercompensación

Como ya se ha indicado, la supercompensación es parte de la reacción defensiva del organismo.

Es una consecuencia directa de una agresión y recuperación previas. Se manifiesta con incremento de defensas y elevación del nivel de rendimiento específico. Su entidad es muy variable, siempre en función del valor y especificidad de la agresión recibida.

Las cuestiones que inquietan a los entrenadores es llegar a conocer o intuir:

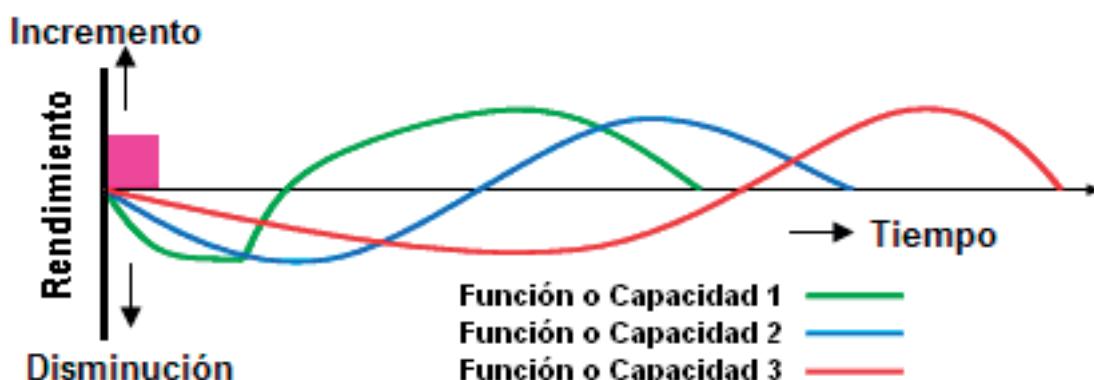
- ¿En qué momento se inicia la supercompensación?
- ¿Cuándo alcanza su pico más alto?
- ¿Qué valor tiene?
- ¿Cuándo termina?

Es un tema complicado de resolver, pues varía según muchos factores, siendo los más importantes la calidad, función o capacidad estimulada y el nivel de la agresión.

Se debe tener presente que las capacidades tienen diferentes tiempos de recuperación y supercompensación. A esta manifestación se le llama **heterocronismo de las supercompensaciones**.

En la siguiente figura lo expresamos de forma gráfica. En ella dibujamos la evolución del nivel de rendimiento de tres capacidades después de haber recibido un estímulo. Como se puede observar, la capacidad 1 se recupera con más prontitud que las otras dos capacidades, y también la supercompensación se produce antes. Consideraciones parecidas se podrían hacer con las capacidades 2 y 3 analizando las curvas.

### HETEROCRONISMO DE LAS SUPERCOMPENSACIONES



Existen procedimientos de laboratorio que indican los pasos y tiempos del proceso de la supercompensación, pero por desgracia no están al alcance del entrenador medio, por eso hay que recurrir a experiencias anteriores, a valores estadísticos y a las sensaciones de los atletas. No obstante, con estos procedimientos se consiguen aproximaciones y pronósticos muy certeros.

La supercompensación es una mejora de nivel **poco duradera**, de ahí el considerarla como parte de la **respuesta**. Pero indudablemente, en el proceso se producen cambios funcionales e inician cambios estructurales significativos, que servirán de apoyo para una nueva sesión de entrenamiento.

#### a.4.5) Las adaptaciones

La característica principal de la adaptación es su estabilidad y duración.

El organismo humano, ante las agresiones y por el impulso de su propia supervivencia, evoluciona y se transforma. La adaptación es una constante en la evolución del ser vivo.

En el hombre se produce con dos instancias distintas, aunque «del mismo modo»:

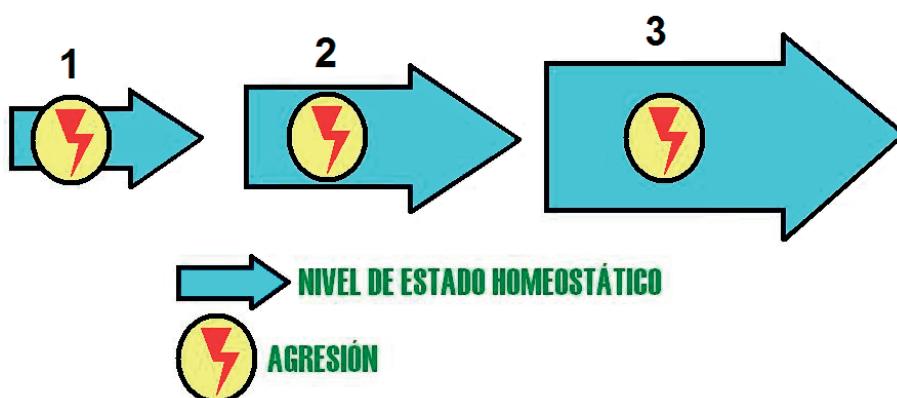
- En la forma elemental, el ser humano en contacto con el ambiente y por empuje vital, se adapta inconscientemente (aclimatación, crecimiento...).
- En la forma superior, el hombre, conscientemente, induce y propicia determinadas adaptaciones en su organismo. Estas últimas son las adaptaciones que se buscan con el entrenamiento físico.

Decíamos antes «del mismo modo», porque lo que se produce en ambos casos es una misma secuencia biológica, solo que en la circunstancia del entrenamiento, el proceso y los posibles resultados han sido calculados y programados previamente.

Se puede afirmar que la adaptación, en el entrenamiento físico, es un programado «cambio duradero» a medio y largo plazo, que lleva implícitas modificaciones estructurales y funcionales del organismo, aumentando su nivel homeostático del tal modo que podrá soportar, con más solvencia, las agresiones que antes lo desequilibraban (es como si las asimilase).

En la figura, el círculo representa la agresión, y las flechas de distinto tamaño, el cambiante estado homeostático como consecuencia del entrenamiento. Vemos que con el entrenamiento-adaptación, una agresión que desbordaba el nivel del estado homeostático (1) es perfectamente asimilada en los niveles (2,3).

## ADAPTACIÓN DEL ESTADO HOMEOSTÁTICO



Es también un proceso heterocrónico, es decir, las diversas modificaciones requieren tiempos distintos, en función de las estructuras y de las cualidades afectadas con el entrenamiento.

La adaptación metabólica, significativa, no se inicia hasta después de la segunda o tercera semana de entrenamiento. Los cambios morfológicos apreciables, requieren un mínimo de cuatro semanas. Las modificaciones de importancia en las estructuras reguladas por el sistema nervioso central pueden requerir hasta dos meses de entrenamiento específico.

Los tiempos de adaptación que hemos indicado son orientativos, pues el proceso de adaptación está condicionado por muy diversos factores, tales como la genética, la edad, la base física, el grado de entrenamiento, la cualidad a entrenar y, como no, por la idoneidad y exigencia del método de entrenamiento empleado.

Es conveniente saber que además de los factores aludidos, también condicionan el proceso las **posibilidades de adaptación**.

Cada individuo tiene un determinado potencial genético de adaptación, que no es ilimitado, de tal modo que cuanto más se aproxime el entrenamiento al límite de su potencial, más difícil será conseguir los efectos deseados en el nivel y tiempo requeridos.

Por eso, en noveles y al principio de los entrenamientos, la progresión adaptativa suele ser rápida, pues le queda mucho margen. Lo contrario sucede cuando el atleta está próximo a su nivel de máximo rendimiento, en el que las posibilidades de mejora son muy limitadas.

Se puede afirmar que el esfuerzo y el rendimiento no guardan siempre una relación proporcional, sobre todo cuando el nivel del atleta está próximo al límite de su potencial de adaptación. No por entrenar más y más fuerte, obtendrá siempre más rendimiento.

Como resumen, definimos la **adaptación** al entrenamiento físico como: «*Conjunto de cambios funcionales y estructurales, específicos y duraderos, provocados en el organismo como consecuencia de una actividad física sistemática*».

Al indicar «específicos», insistimos en decir que los efectos adaptativos serán acordes con las características del individuo y con los estímulos aplicados.

Hay que saber que la adaptación, aunque duradera, también es reversible (se vuelve a la situación anterior), en más o menos tiempo, al cesar o disminuir la actividad que la provocaba, quedando un efecto residual que a modo de

«escalón-apoyo» facilitará, al reiniciar los entrenamientos, la nueva secuencia adaptativa.

#### a.5) Capacidad o reservas de energía

Dado que todo esfuerzo necesita de una energía para poder llevarlo a cabo, es conveniente hablar ahora de la capacidad de energía o reservas de energía de la que dispone el atleta, distinguiendo cinco conceptos:

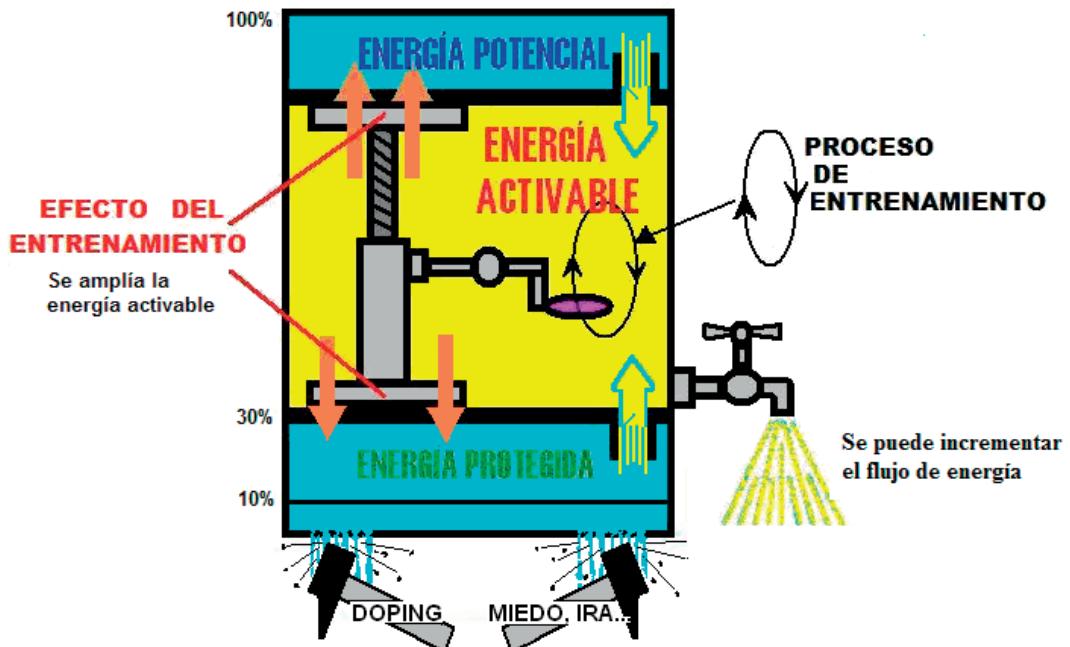
- **Energía activable** (energía disponible para la acción).
- **Energía basal** (parte de la energía activable que emplea el organismo en situación de reposo).
- **Energía potencial** (previsible nivel de energía que se puede alcanzar).
- **Energía protegida** (energía reservada permanentemente e imprescindible para la supervivencia).
- **Energía total** (reserva total de energía, suma de las energías protegida, activable y potencial).

En el ser humano, la capacidad y empleo de su energía tiene unos límites fisiológicos, de manera que siempre reservará, de forma inconsciente y automática, una cantidad de energía imprescindible para su supervivencia (energía protegida). El atleta nunca puede «vaciarse» completamente de esa energía.

Se calcula que en un individuo sedentario, las reservas de energía automáticamente «protegidas» llegan hasta el treinta por ciento de su capacidad total de energía. Con el entrenamiento se puede reducir esa cantidad «protegida» hasta llegar a un diez por ciento. Es decir, con un entrenamiento adecuado, se puede llegar a convertir en energía «activable» hasta casi un noventa por ciento del total de energía.

La inducción a reducir aún más, de algún modo, ese último margen, es muy peligroso para la integridad del atleta, y esto puede suceder con la administración de drogas o en estados de pánico, cólera o inclusive de excesiva motivación. Es como si en el ejemplo de la fortaleza, para obtener más energía para la defensa, se quemaren los pilares que sostienen la techumbre. Al final la fortaleza se derrumbaría.

El siguiente gráfico ilustra sobre el particular. En él identificamos la manivela como el proceso de entrenamiento; la prensa representa sus efectos, que convierten en energía activable parte de la energía protegida y potencial. El grifo indica que al haber más energía disponible, se puede incrementar el flujo de energía. Y en la parte baja señalamos la peligrosa incursión en las reservas críticas de la energía protegida.



### a.6) Factores generales del entrenamiento

El organismo humano está diseñado de tal modo, que las actividades intensas solo las puede realizar pocas veces o durante poco tiempo. Y para poder mantener o reiterar una actividad muchas veces o durante un tiempo largo, necesita que los esfuerzos no sean intensos.

Partiendo de la premisa de que el entrenamiento es un trabajo, las primeras cuestiones que hay que resolver para organizar el entrenamiento es expresar de alguna manera ¿cuál es el trabajo a realizar?, ¿cuánto trabajo hay que hacer? y ¿cómo hay que hacer ese trabajo?

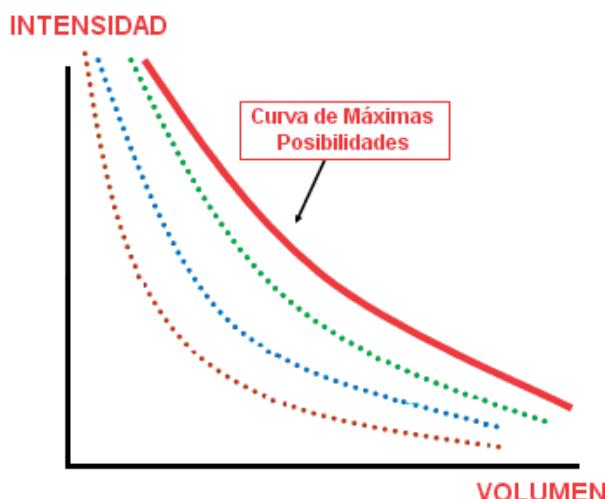
De forma tradicional, al «cuánto» se le ha llamado **Volumen**, y se define como «Cantidad total de energía aportada en el trabajo». Se expresa mediante guarnismos que pueden indicar: número total de ejercicios, número de repeticiones, distancias globales recorridas, tiempo total de actividad, pesos globales movilizados...

Al «cómo» se le denomina **Intensidad**, y se define como: «Flujo de energía por unidad de área». Se manifiesta mediante: ritmos o velocidad de ejecución, grado de dificultad, pesos parciales desplazados o expresión de un tanto por ciento de las posibilidades máximas del atleta en esa actividad.



De forma gráfica en la figura siguiente, relacionamos estos factores:

- El eje de abscisas representa la cantidad de trabajo, su volumen o el tiempo que se mantiene la actividad.
- El eje de las ordenadas indica la intensidad, nivel o calidad del trabajo.
- Las curvas parabólicas punteadas señalan el conjunto de diferentes esfuerzos (cada uno con sus valores de volumen e intensidad).
- La línea curva continua indica el conjunto de los esfuerzos realizados al límite de posibilidades. Se la denomina como línea de «máximas posibilidades» o de «máximo rendimiento» del individuo. Esta curva podrá tener las ramas más o menos altas o largas y ser más o menos aplanada y evolucionar con el entrenamiento, pero siempre, en el ser humano, será una línea similar a la expresada en la figura.
- En el gráfico se representan varias curvas de «máximas posibilidades», una de trazo continuo y otras de trazo punteado, que pueden corresponder a diferentes atletas o a un mismo atleta, a lo largo del tiempo y como consecuencia de la mejora con el entrenamiento.

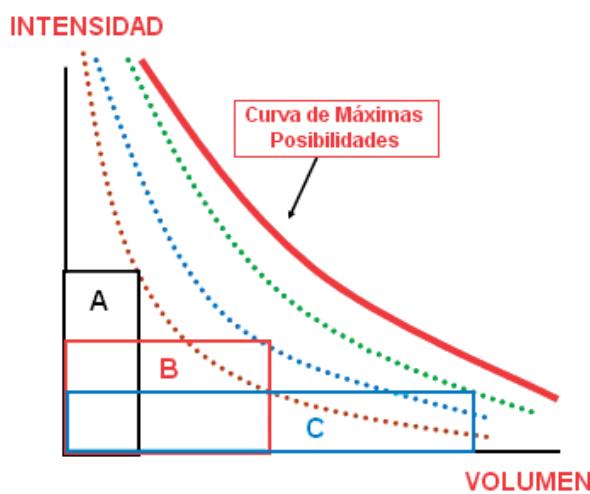


Volumen e intensidad son factores inseparables para diseñar un entrenamiento, pues no se puede identificar ningún trabajo con un solo factor. Una actividad, aunque sea de intensidad límite, tiene que tener una duración o un volumen y viceversa, si no, no sería actividad.

Otro aspecto a considerar es la idoneidad de un factor sobre otro. Hay una tendencia a considerar los trabajos poco intensos como

menos «agresivos» o que «entrenan» menos. Esto es un error, pues a efectos de entrenamiento, lo correcto es emplear las cargas oportunamente con el volumen e intensidad adecuados a cada circunstancia, midiendo la agresividad de los estímulos en función de lo que se aproximen a cualquier parte de la curva de «máximas posibilidades» del atleta en ese momento.

Los maratonianos realizan grandes volúmenes de trabajo a una velocidad muy por debajo de sus posibilidades absolutas en distancias cortas, y no se puede decir que sus cargas de entrenamiento sean poco agresivas.



En el dibujo, mediante rectángulos de distintos colores, están representados tres trabajos A, B y C. Vemos que, aunque A sea más intenso que B y C, no por ello es más agresivo o causa más desgaste. En este caso se observa que es el trabajo C el más agresivo, ya que se acerca más a la curva de máximas posibilidades, siendo no obstante, el menos intenso.

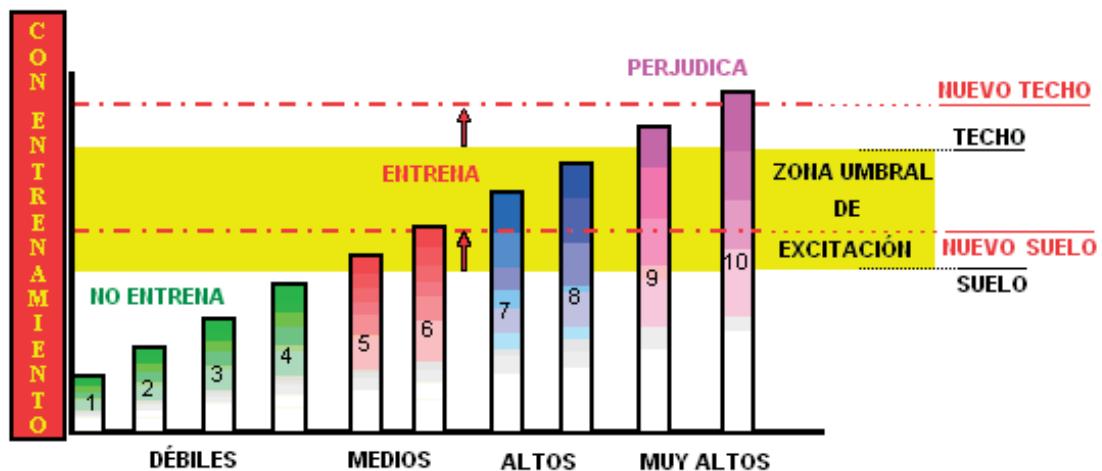
### a.7) Dinámica de las cargas

Los teóricos del entrenamiento engloban bajo este epígrafe a la organización, distribución, secuencias y combinaciones que se pueden hacer con las cargas, para diseñar los entrenamientos.

Un buen entrenamiento empieza por una adecuada selección de las cargas en función del atleta y de los efectos que se quieran conseguir, y termina con su aplicación correcta a lo largo del período de entrenamiento.

Las cargas, idealmente deberán situarse entre el suelo y el techo del umbral de excitación, pero teniendo siempre presente que, como consecuencia de las adaptaciones, el suelo y el techo deben subir a lo largo del tiempo de entrenamiento, aunque con algunos límites.

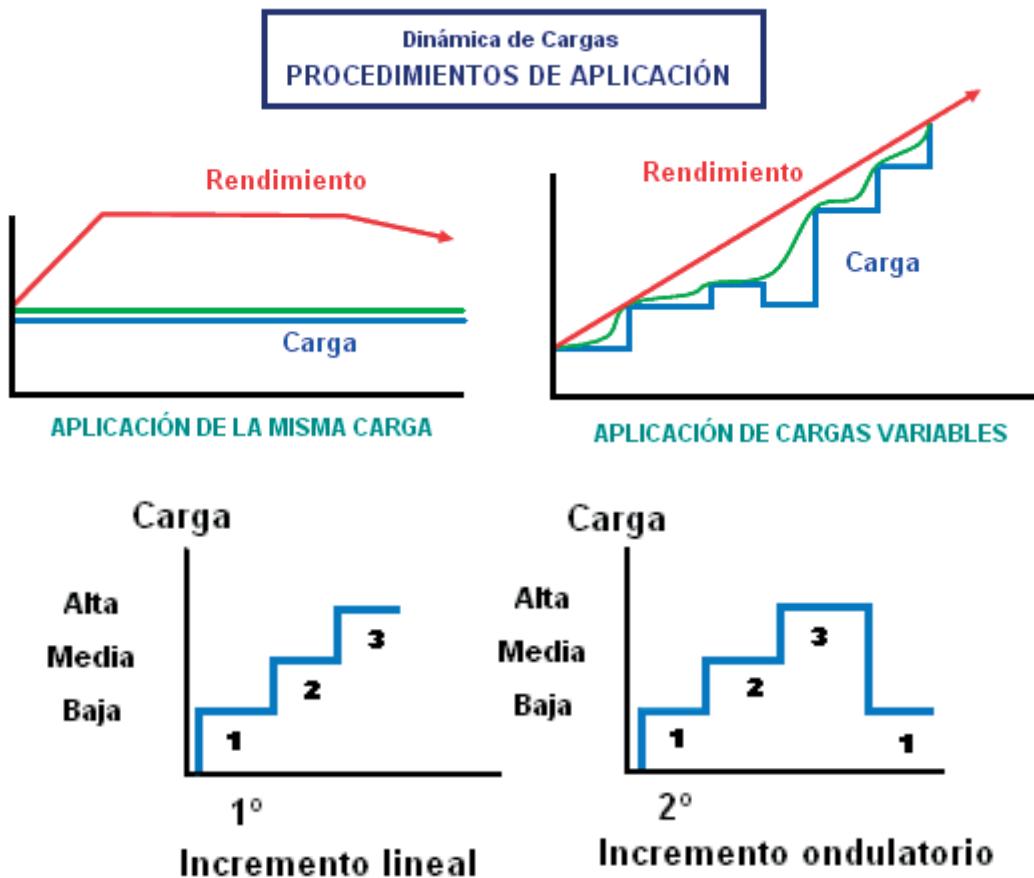
Recordamos gráficamente la ley del Umbral: las flechitas indican la subida del suelo y techo del umbral, como consecuencia del entrenamiento. Variando la calificación de las cargas o estímulos, ahora 5 y 6 serán débiles; 7 y 8 serán medios y 9 será alto.



Cada modelo de organización del entrenamiento tiene su propia dinámica de aplicación de las cargas. No obstante, se pueden dar algunas orientaciones generales al respecto:

- La aplicación aislada de la carga es ineficaz. Es necesaria la continuidad.
- Es imprescindible la progresión. El emplear la misma carga durante un período largo de tiempo lleva a que, una vez conseguido un determinado nivel, se estanke y no mejore el rendimiento.
- La experiencia ha demostrado que se obtiene más rendimiento combinando cargas de valor variable con procedimientos de incremento lineal u ondulatorio.
- El incremento de la carga no conlleva necesariamente un incremento proporcional del rendimiento.
- El incremento de la carga debe guardar relación con el rendimiento real y el previsible.
- La adaptación a la carga es siempre retardada y requiere un mínimo de tiempo, que variará en función del nivel del atleta y de la capacidad a entrenar.
- Los efectos de las cargas serán específicos, si las cargas van orientadas a una determinada capacidad o cualidad (capacidad diana). No obstante, se suelen producir efectos colaterales en otras capacidades, dado que el organismo actúa como unidad funcional.

En los gráficos indicamos dos modelos de incremento de la carga, siendo el más eficaz el incremento ondulatorio.



### a.8) El rendimiento y la forma

El **Rendimiento** es la expresión del nivel físico alcanzado en cada momento. También recibe el nombre de «estado de forma» o «forma evolutiva».

A su mayor valor se le denomina **Forma Máxima** y se define como: «*Estado de máximo rendimiento, concurso de muchos factores, que predispone y sitúa al atleta para la consecución de las más altas metas deportivas previstas*».

El rendimiento se manifiesta, durante el período de entrenamiento, como un proceso ondulatorio que, de forma ideal, debe ser ascendente hasta alcanzar la forma máxima.

Como es lógico, este fenómeno ha sido estudiado ampliamente por fisiólogos y entrenadores, con objeto de conocer cuál era el mejor procedimiento para alcanzar la forma máxima, llegando a dos conclusiones genéricas:

- Los procedimientos para adquirir la forma máxima son muy diversos, sin que se pueda decir cuál es el más aconsejable dada la cantidad de variables posibles.

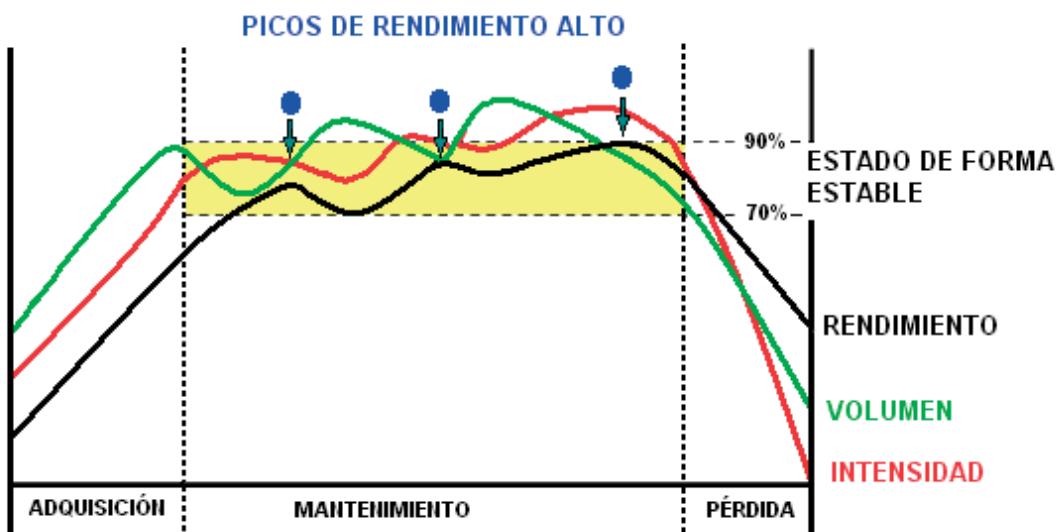
- El proceso de la forma máxima sigue siempre la misma secuencia: **adquisición, mantenimiento y pérdida**.

Este proceso es comparable al ritmo biológico de la floración de las plantas de jardín, con floraciones más o menos dilatadas en el tiempo. Las plantas pasan por una primera fase de crecimiento (adquisición); continúan con la fase de máximo esplendor, la floración (forma máxima y mantenimiento), y terminan sus flores por ajarse y secarse (pérdida), iniciándose a continuación de nuevo el ciclo.

Abundando en el ejemplo de la planta de jardín, sabemos que hay determinadas especies de plantas, de las que podemos conseguir estados semipermanentes de floración o que esta se produzca varias veces al año, siempre que acertemos en adecuar, aunque sea artificialmente, las condiciones ambientales.

Esto mismo se puede conseguir en el entrenamiento físico, pudiéndose obtener una sola forma máxima o varias «mesetas» y «picos» de alto rendimiento a lo largo de la temporada, siempre que acertemos con una adecuada y oportuna dosificación de los factores.

Tradicionalmente se recomienda que, para obtener «picos» de alto rendimiento, es conveniente reducir, unos días antes y de forma significativa, el volumen de trabajo, manteniendo o incrementando la intensidad. De ese modo, al parecer, se producen supercompensaciones más acentuadas que propician los estados altos de «forma».



#### a.9) Principios del entrenamiento físico

Como compendio de los anteriores conceptos, enunciamos los siguientes diez principios, como guías para orientar los entrenamientos.

### **1º- Principio de la unidad funcional**

La máquina humana es un perfecto sistema de engranajes. Todo guarda conexión en el organismo. Todos los sistemas están conectados entre sí, sin que puedan actuar independientemente.

### **2º- Principio de la generalidad**

En relación con el principio anterior, el hecho de que un engranaje falle o se debilite, incidirá en el conjunto. «Las cadenas siempre se rompen por el eslabón más débil». Por tanto habrá que garantizar el desarrollo armónico de todas las cualidades y capacidades, para no producir desequilibrios perjudiciales. «Hay que asegurar bien todas las piezas», como base para una posterior especialización.

### **3º- Principio de la especialidad**

Cumplido el anterior principio, el entrenamiento debe ir dirigido a la calidad que se quiere desarrollar. Asegurada la base, hay que trabajar específicamente, dedicando una atención especial a la capacidad deseada.

### **4º- Principio de la relación o transferencia**

Como se indica en el principio de la «unidad funcional», el conjunto de los sistemas están engranados, de tal modo que, inicialmente, todos se benefician con la actividad del entrenamiento, pero cuando este empieza a ser específico para una determinada calidad, puede según los casos, que la actividad sea favorable, desfavorable o indiferente para el desarrollo de otras capacidades.

«El excesivo engrase de una pieza puede beneficiar o perjudicar el funcionamiento de otra».

### **5º- Principio de la oportunidad**

El proceso del entrenamiento se basa en la suma de deseados efectos retardados. Para ello, es imprescindible administrar las cargas oportuna y adecuadamente en el tiempo.

### **6º- Principio de la continuidad**

Los efectos deseables del entrenamiento son las adaptaciones. Para que estas se produzcan y no se pierdan, es necesario que las cargas se reiteren durante el tiempo, ya que con cargas aisladas solo se consiguen «respuestas» pero no «adaptaciones». Por tanto, la continuidad en el proceso es imprescindible.

### **7º- Principio de la agresión**

Los estímulos, para que entrenen, deben situarse en el «umbral» entre su suelo y techo, estando atentos a que ese suelo y techo van a variar durante el proceso de entrenamiento. Habrá pues que elegir rigurosamente el valor de las cargas según evolucione el nivel del atleta.

### **8º- Principio de la progresión**

El organismo humano necesita un tiempo y unas pautas para adaptarse a nuevas situaciones. Está demostrado que, para que esta adaptación suceda con eficacia, lo mejor es que las cargas vayan creciendo de forma progresiva a lo largo del período de entrenamiento.

El entrenamiento deberá ser como subir una escalera, «habrá que apoyarse en el escalón inferior para alcanzar el siguiente».

### **9º- Principio de la proporción**

El trabajo debe guardar una fiel proporción con el descanso y con el rendimiento deseado.

### **10º- Principio de la individualización**

Cada atleta es un mundo. La carga adecuada para un atleta puede ser nefasta o indiferente para otro.

El entrenamiento, aunque se realice en grupo, debe ser programado y evaluado individualmente, ya que las respuestas y adaptaciones siempre van a tener matices personales.

### **2.2.b) Entrenamiento VITAL**

Es una realidad que los entrenamientos son cada vez más exigentes, requiriendo del atleta muchas horas de esfuerzo físico al día. Pero también es evidente que el atleta pasa más horas sin entrenar que entrenando. Por tanto, si queremos obtener buen rendimiento, es aconsejable considerar esas horas (de no entrenar) de la vida de nuestro atleta.

El entrenamiento vital se debe efectuar analizando cuál es la realidad de nuestro atleta en los aspectos ambientales y de salud, e intentando mejorar en lo posible esa realidad. Y por último, adaptar la planificación del entrenamiento físico a las posibilidades y logros del entrenamiento vital.

Los aspectos mínimos a controlar son:

## 1- Ambiente en el que vive el atleta

Estudiando sus aspectos de trabajo, ocio, alimentación, descanso y hábitos; analizando hasta qué punto estas facetas pueden influir en su rendimiento físico.

Nos vamos a detener en algunos de los que se consideran «malos hábitos», como son el consumo de sustancias tóxicas (tabaco, alcohol, drogas, etc.) pues interfieren negativamente en el rendimiento físico- deportivo y son nocivas para la salud.

**1.1- Tabaco:** aun asumiendo que el fumar tabaco es legal y socialmente admitido (con limitaciones), desde la perspectiva de la salud y el deporte es muy perjudicial. El hábito de fumar favorece las infecciones, sobre todo de las vías respiratorias, y puede producir diversas enfermedades graves (bronquitis crónica, angina de pecho, infarto de miocardio, hipertensión, taquicardia, cáncer...). Es uno de los principales factores de riesgo cardiovascular si además se combina con una actividad física seria.

En el deportista, produce disminución en la capacidad de ventilación e interfiere en los intercambios gaseosos, limitando el rendimiento deportivo.

**1.2- Alcohol:** el consumo de alcohol es un hábito socialmente aceptado y tolerado con la sola limitación de su venta a menores. La ingesta de alcohol afecta al sistema nervioso, disminuyendo las capacidades de raciocinio, acción, coordinación y reflejos. La intensidad de los efectos inmediatos producidos por el alcohol depende de la cantidad consumida y de la tolerancia individual. A largo plazo, el alcohol afecta a todos los sistemas del cuerpo y está relacionado con patologías como cirrosis hepática, úlceras, enfermedades cardíacas, diabetes y desórdenes mentales.

Por ser a veces vasodilatador, algunos deportistas creen que tiene efectos beneficiosos para el sistema cardiovascular; esto es un error, pues es tóxico para el miocardio. Su consumo, sobre todo si es elevado, produce una serie de consecuencias negativas que siempre interfieren en el rendimiento deportivo.

Acabado el ejercicio físico, el alcohol retrasa y entorpece el proceso de recuperación de las reservas energéticas.

Está demostrado que provoca una acción perjudicial directa sobre los músculos y el cerebro, disminuye la rapidez de los reflejos, reduce la fuerza, la potencia, la coordinación y la precisión. En resumen, altera los movimientos normales requeridos para un eficaz desempeño físico.

**1.3- Drogas:** el tráfico, comercialización y consumo de drogas blandas y duras, son en su mayoría legalmente penadas y socialmente rechazadas. Podemos citar como las drogas más comunes las **depresoras** (cannabis, heroína, ansiolíticos...), que disminuyen la conexión entre el sistema nervioso y el sistema

muscular con la consecuente pérdida en el rendimiento deportivo; las **alucinógenas**, (LSD...), que provocan alteraciones cardiovasculares y una apreciación distorsionada de la realidad, lo que favorece la aparición de accidentes deportivos y muerte por fallo cardíaco, y las **sobreestimulantes** (anfetaminas y derivados, cocaína, éxtasis, MDA, Cristal, Speed...), con los mismos efectos que las anteriores, y sumándole un drástico aumento de la presión arterial, arritmias cardíacas severas, y predisposición al sobreentrenamiento y a las lesiones por exceso de agresividad, euforia y enmascaramiento del cansancio y del dolor.

En mayor o menor medida, estas drogas tienen una mezcla de dos de los tres efectos antes mencionados, y todas generan graves daños neuronales a corto, medio y largo plazo; graves daños orgánicos, dependencia y adicción. Todos estos aspectos son totalmente incompatibles con la práctica física.

## **2- Estado de salud**

El entrenamiento supone una seria agresión al organismo, que solo se puede soportar con una buena salud. Para ello es totalmente necesario el control médico, y no basta con un reconocimiento rutinario al iniciar la preparación, sino que es preciso que el médico efectúe revisiones periódicas a lo largo de toda la temporada.

A modo de resumen, indicamos a continuación la posible labor del médico en el proceso de entrenamiento:

- Reconocimiento completo al iniciar los entrenamientos.
- Seguimiento y reconocimientos periódicos a lo largo de la temporada.
- Atención y recuperación de enfermedades y lesiones.
- Prescripción de dietas alimenticias y de fármacos si fuese necesario.

Dentro de este apartado también hay que considerar el aspecto psicológico, que en algún caso necesitará del apoyo del experto.

### **2.2.c) Entrenamiento TÉCNICO**

Para un buen rendimiento físico, la técnica específica, por muy simple que sea, es imprescindible.

El entrenamiento de la técnica deportiva es muy variable de un deporte a otro, según que el deporte en cuestión sea individual o colectivo, la posibilidad de contacto, de que se utilicen herramientas o no, las dimensiones de la cancha de actuación, la duración de los encuentros, etc.

En síntesis, la reglamentación y características propias de la actividad, harán que los conjuntos de gestos técnicos sean distintos y deban entrenarse de distinta manera.

En este apartado, nos vamos a limitar a enunciar una serie de principios generales para el entrenamiento, que estimamos son comunes a todas las técnicas deportivas.

### **1º- Principio del aprendizaje**

En la secuencia de aprendizaje, el gesto técnico se debe ver o percibir, después entender o sentir, y por último asimilar.

### **2º- Principio de la progresión**

La adquisición de la técnica y su perfección es un sendero escalonado, en el que es preciso poner el pie en el escalón anterior para alcanzar el de arriba.

Frases como las siguientes nos indican el camino:

- «De lo fácil a lo difícil».
- «De lo simple a lo complejo».
- «De lo lento a lo rápido».
- «De lo fundamental a lo complementario».
- «De lo complementario a lo accesorio».
- «De lo individual a lo colectivo».

### **3º- Principio de la automatización**

En el deporte, los gestos técnicos, en su mayoría, no pueden ser pensados. Las reacciones deben ser automáticas, y esto solo se consigue dominando la mecánica del gesto en condiciones de espacio y tiempo similares a las que se producen en la competición.

### **4º- Principio de la base física**

El nivel físico es el soporte de la técnica. No se puede enriquecer un gesto técnico si no se cuenta con un organismo capaz de realizarlo.

Normalmente, muchos gestos técnicos una vez aprendidos no requieren un gran esfuerzo físico, pero es indudable que el aprendizaje debe realizarse en condiciones de «frescura», pese a las inevitables repeticiones, y eso solo se consigue con un buen y acorde nivel físico.

### **5º- Principio de la individualización**

Es siempre obligado asumir que el deportista es un intérprete, no un copiador.

El atleta, una vez entendida y aprendida la técnica correcta del gesto deportivo, deberá asimilarla según sus condiciones sin intentar copiar, en todos los aspectos, a los grandes campeones. Es como los músicos que, aún siendo fieles a la partitura, interpretan las obras según sus características personales.

## **2.2.d) Entrenamiento TÁCTICO**

Definimos la **Táctica Deportiva** como: «*El arte de disponer y emplear a los atletas o jugadores sobre la pista deportiva, con orden, cohesión y apoyo mutuo, teniendo en cuenta el ambiente (estado del terreno de juego, condiciones climáticas, público, arbitraje, etc.), y previendo las posibles acciones del adversario.*

Haciendo las mismas consideraciones que en el entrenamiento técnico, enumoramos los siguientes principios.

### **1º- Principio de la realidad**

Antes de abordar cualquier entrenamiento táctico, hay que conocer la realidad física y técnica del atleta, jugador o jugadores, y de ahí deducir las posibilidades de entrenamiento de determinadas acciones tácticas.

### **2º- Principio de la progresión**

Al igual que en el entrenamiento técnico, la progresión en el aprendizaje es esencial.

### **3º- Principio de la reiteración**

Toda acción táctica, por elemental que parezca, debe ser muchas veces repetida, para que llegado el momento, pueda desarrollarse de forma rápida y precisa sin dar tiempo al adversario a defenderse.

### **4º- Principio de la escenificación**

Una vez conocida y asimilada la acción táctica, es necesario ensayarla en condiciones parecidas a las de la competición, pues es el único modo de asegurar el buen resultado.

### **5º- Principio de la información**

El atleta o jugador debe conocer lo que se pretende con la acción táctica, y cuál es exactamente su papel. De esta manera podrá adaptarse con facilidad a las posibles contingencias.

## **3. LA EVALUACIÓN**

El entrenamiento, como actividad científica que es, debe ser evaluado periódicamente.

La evaluación es una parte integrante de los programas de entrenamiento, que no se debe sobrevalorar ni despreciar, sino utilizar correctamente con el fin de cono-

cer el estado del deportista, para ver si se van cumpliendo las metas propuestas y también para analizar el desarrollo del plan de entrenamiento, detectando de este modo los fallos y abriendo la posibilidad de rectificar oportunamente.

Se define la **Evaluación** como: «*Proceso que recaba información específica, para poder emitir los juicios pertinentes y tomar las decisiones oportunas*».

El proceso de evaluar debe desarrollarse, ordenadamente, por fases:

- 1º) Definición de los objetivos de la evaluación.
- 2º) Medición.
- 3º) Análisis, juicio, valoración y conclusiones.
- 4º) Toma de decisiones.

**Definir objetivos**, es poner en claro lo que se pretende con la evaluación. No merece la pena emplear tiempo y esfuerzo sin saber concretamente lo que queremos lograr.

Los objetivos de la evaluación pueden ser muy diversos, pero siempre deben estar relacionados con el atleta y con el programa de entrenamiento.

De forma general, las evaluaciones tienen como finalidad el diagnosticar, pronosticar, comprobar, controlar o comparar aspectos concretos del atleta y del programa.

La **Medición**, es el siguiente paso. Se define como la actividad orientada a recabar datos. Existen distintos procedimientos para medir:

- **Medición subjetiva:** también llamada observación o impresión del entrenador. El atleta normalmente no sabe que está siendo evaluado. No se buscan los mayores rendimientos, sino los habituales. Debe ser una actividad sistemática, programada y registrable.
- **Medición objetiva:** es la más científica. El atleta sabe que está siendo evaluado y debe participar activamente, implicándose al máximo. Es una actividad planificada, sistemática, registrable y comparable.
- **Medición mixta:** es una combinación de los otros dos procedimientos citados anteriormente.

En las evaluaciones físicas objetivas, para medir se utilizan normalmente las llamadas baterías de **test**, constituidas por un conjunto de pruebas tipificadas, que para resultar eficaces han de estar bien seleccionadas, debiendo reunir las siguientes condiciones:

- Que midan lo que queremos medir. El emplear test que den información que no necesitamos, es inútil.

- Que sean actuales. Los procedimientos para entrenar han evolucionado mucho, así como los test. Los más actuales suelen ser los más fidedignos.
- Que sean adecuados a la edad, sexo y nivel de preparación del atleta.
- Que su puesta en práctica sea factible.
- Que se puedan comparar y relacionar con referencias, tablas o baremos.
- Que tengan base científica, para obtener de ellos datos concretos, con valores o cifras, no con sensaciones.

### **Clasificación de los test:**

En función de su finalidad, podemos englobar los test en cuatro grandes grupos:

- 1) Los fisiológicos, que suelen medir, directa o indirectamente, capacidades orgánicas relacionadas con el ejercicio, tales como consumo máximo de oxígeno, nivel de ácido láctico, etc.
- 2) Los físicos, que determinan la aptitud o el rendimiento físico del individuo. Miden cómo responde el atleta desde el punto de vista motor.
- 3) Los técnicos, que miden la habilidad para la realización de determinados gestos deportivos y su grado de perfección.
- 4) Los mixtos, que son a la vez fisiológicos-físicos o físicos-técnicos.

Una vez seleccionados adecuadamente los test, es conveniente tomar las medidas necesarias en su aplicación, para que los resultados no se distorsionen. Por ello aconsejamos para el momento de realizar la prueba de evaluación objetiva:

- Que el atleta se encuentre en las mejores condiciones de salud y descanso posibles, sin haber realizado esfuerzos en las horas precedentes al test, debiendo asimismo conocer la prueba y lo que se espera de él. Si es necesario, se harán previamente ensayos o demostraciones.
- Que se haya hecho con anticipación una preparación minuciosa del personal auxiliar, material, equipo y escenario de trabajo, para que no surjan deficiencias que puedan falsear el resultado del test.

Terminada la medición, será el momento del análisis pormenorizado de los datos obtenidos y por comparación sacar las conclusiones pertinentes.

Se acabará el proceso de la evaluación con la toma de las decisiones oportunas.

## **4. LA PLANIFICACIÓN**

Se define la **Planificación Deportiva** como: «*Conjunto de procedimientos de organización, aplicados con la finalidad de llevar a cabo, de forma racional, todos los contenidos del entrenamiento y alcanzar unos determinados objetivos deportivos*».

Los modelos o procedimientos de planificación que se utilizan actualmente son muy diversos, dependiendo de las características de la especialidad deportiva, de los objetivos, del nivel del atleta o equipo, del calendario de competiciones, etc.

De forma simple los podemos englobar en dos grupos: modelos tradicionales o clásicos y modelos contemporáneos o modernos.

Aunque en la realidad, los que se emplean son procedimientos híbridos mezcla de varios, según las exigencias deportivas y criterio del entrenador.

Entre los modelos **tradicionales**, el más conocido es el de **Matveiev** (cargas regulares).

Entre los **modernos** podemos citar el de **acentuación sucesiva** (cargas acentuadas); el **macrociclo integrado** (también con cargas acentuadas); el **sistema de bloques** (con cargas concentradas) y el actualmente más utilizado, el **A.T.R.** (acumulación, transformación, realización), también con cargas concentradas.

Vamos ahora a profundizar algo en los modelos **Matveiev** y **A.T.R.**

Cada modelo se rige fundamentalmente por unos principios esenciales, en el caso del modelo Matveiev sus principios, en síntesis, son:

- Debe siempre existir una preparación general y una preparación especial. La preparación general tiene como fin desarrollar todos los sistemas orgánicos, para que sirvan de apoyo a la preparación especial, que estará dedicada a la potenciación específica de los órganos y sistemas más implicados en la especialidad deportiva.
- Aumento ondulatorio, gradual y progresivo de las cargas del entrenamiento.
- Entrenamiento de diversas capacidades al mismo tiempo.

En el caso del modelo A.T.R., sus principios esenciales son:

- Desde el inicio del entrenamiento, las actividades tendrán siempre un matiz específico.
- Reducción drástica de las capacidades que han de entrenarse a la vez.
- Posibilidad de aumento brusco de las cargas sobre capacidades concretas.

### Modelo tradicional

Matveiev basó la teoría de su modelo en el proceso de adquisición, mantenimiento y pérdida temporal de la «forma», organizando el entrenamiento en tres períodos:

- Preparatorio
- Competitivo
- Transición

A su vez, el período preparatorio se dividía en **general** y **especial**, indicando Matveiev que ambos eran una unidad y por tanto no se podía prescindir de ninguna parte, y también, que era una escalera con dos escalones, en los que había que apoyarse en el primero (general) para alcanzar el segundo (especial).

Señalaba asimismo, el carácter continuo del proceso y el desarrollo conjunto y armónico de las capacidades necesarias, apoyándose unas en otras, mientras las cargas del entrenamiento iban aumentando progresivamente, sin cambios bruscos.

No fijaba la duración de cada período, pues dependería de las exigencias del período competitivo.

El período preparatorio genérico, debería tener como fin la construcción o reconstrucción armónica del organismo en general.

En el específico, se pretendería dar un mayor desarrollo a determinadas capacidades propias de la especialidad, así como a su perfeccionamiento.

En el período competitivo se aspiraría a obtener el máximo rendimiento o la máxima «forma» y a su estabilización durante el mayor tiempo posible.

En el período de transición se trataría de recuperar, tanto física como psíquicamente, al atleta después de la competición.

La carga, como resultado de la conjunción de los dos factores (volumen e intensidad), habría que hacerla subir de forma «regular, paulatina y progresiva», y esto se lograría mediante dos opciones:

1. Haciendo crecer armónicamente a los factores, mediante un sistema lineal en escalera que respondiese a la frase «subo, me adapto, subo».
2. Con un sistema ondulatorio que se expresara con la frase «subo, me adapto, descanso, subo».

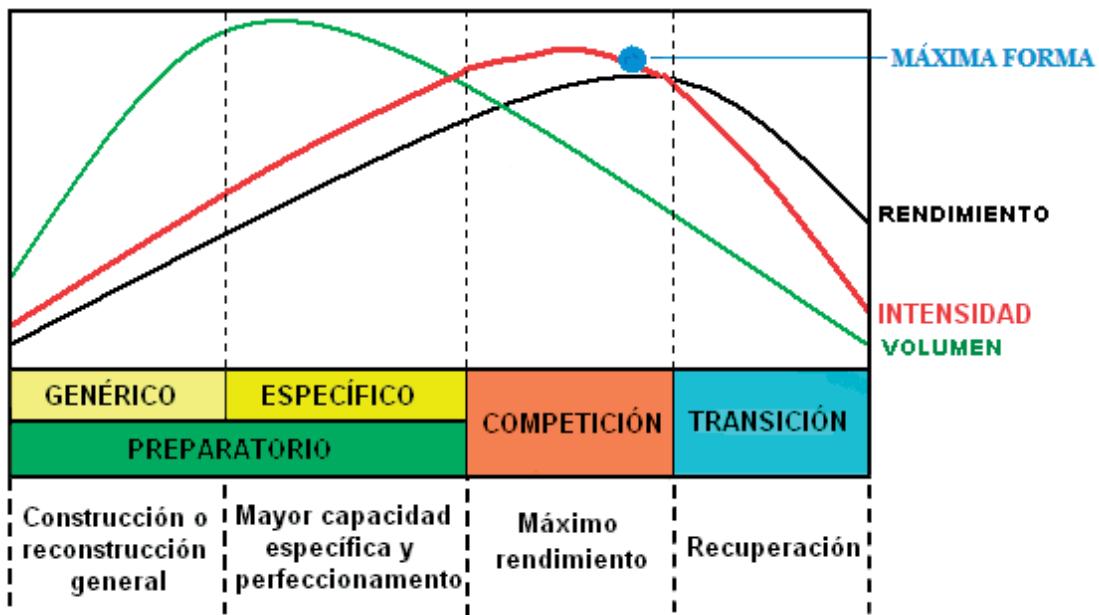
La segunda opción, «intercalando descansos o bajadas», permitiría incrementar la carga de forma progresiva pero de un modo más acentuado.

Las mayores dificultades que presentaba este modelo de planificación eran:

- 1º) Desarrollo complejo de muchas capacidades al mismo tiempo.
- 2º) Monotonía del entrenamiento en los distintos períodos.
- 3º) Limitaciones para competir durante el período preparatorio.

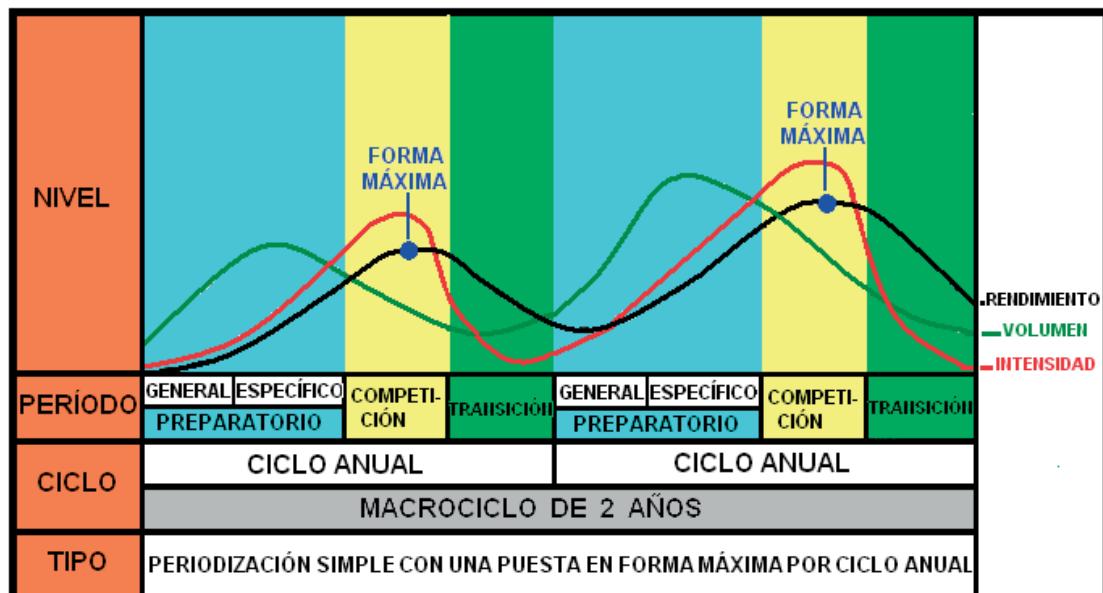
Para paliar en parte estas dificultades, Matveiev propuso, manteniendo los principios, el planificar con periodización simple, doble o múltiple, según cada caso.

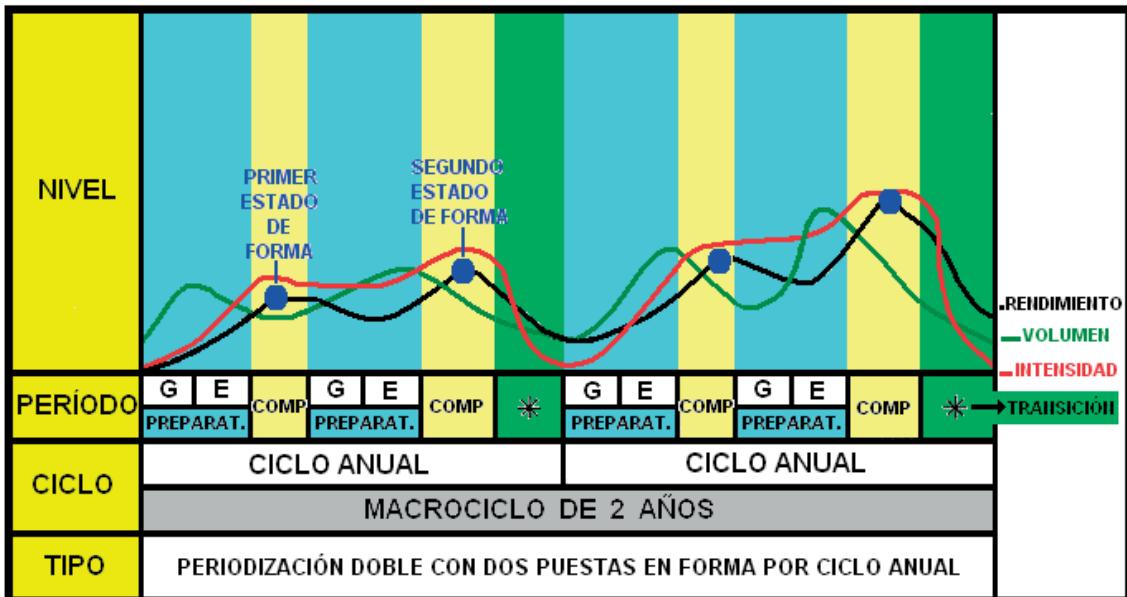
En el siguiente esquema se ilustra gráficamente una periodización simple. En él se expresa, mediante curvas, el volumen e intensidad del entrenamiento en cada uno de los períodos, así como el rendimiento previsto y el estado de máxima forma.



Es opinión generalizada de los entrenadores, que el modelo Matveiev es el mejor para los atletas noveles y que cuanto más progresivo y duradero sea el período preparatorio general, más estable será la forma deportiva.

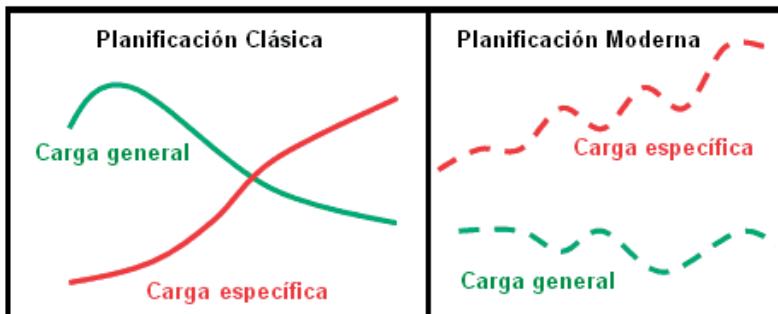
En los siguientes gráficos se representan periodizaciones dobles:





El profesor Fernando Navarro, en su artículo «Modelos de planificación según el deportista y el deporte», del que, modificadas, reproducimos algunas figuras, expuso las diferencias más notables entre un modelo de planificación tradicional o clásica y uno de planificación moderna o contemporánea.

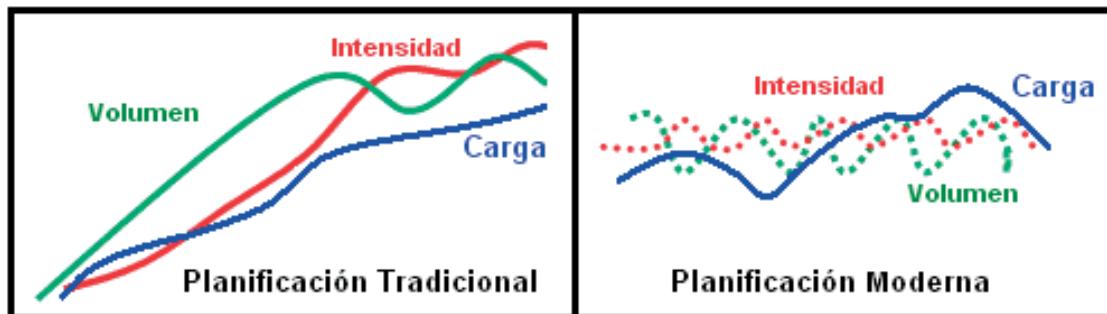
En el gráfico se observa como deben evolucionar los tipos de cargas (generales y específicas) en el ciclo de entrenamiento, según se emplee un modelo u otro.



Se aprecia que en la planificación tradicional, el trabajo de carácter general tiene una notable importancia al principio del ciclo de entrenamiento, para ir disminuyendo con posterioridad, a la vez que el esfuerzo específico va incrementando su presencia.

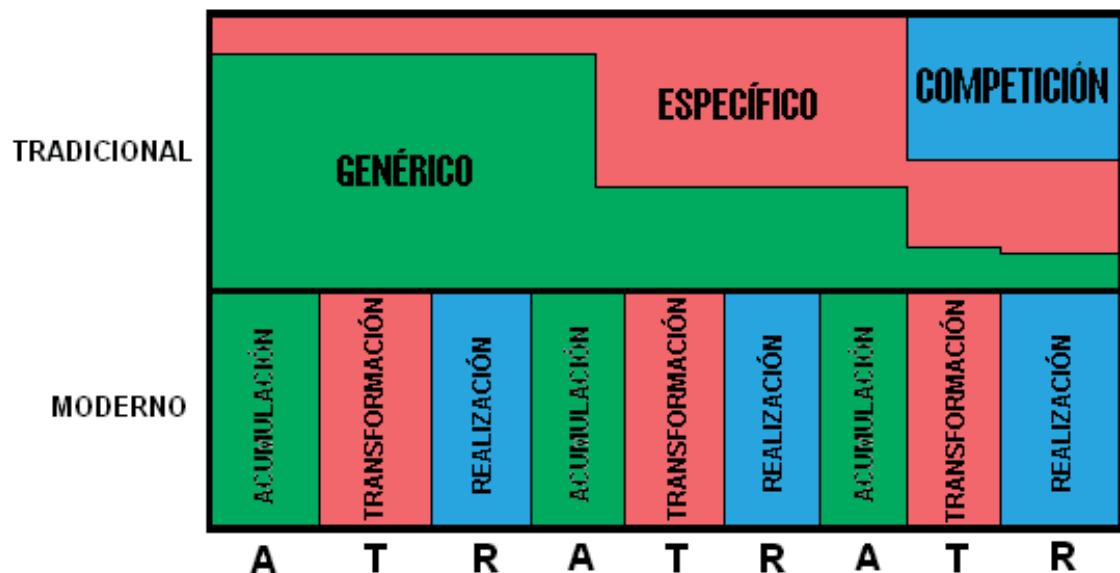
No sucede lo mismo en la planificación moderna, en la que las cargas específicas son las mayores protagonistas del entrenamiento a lo largo de todo el ciclo.

En las siguientes figuras se muestran las curvas de progresión de volumen, intensidad y carga en cada modelo.



Como se puede apreciar, en la planificación tradicional se parte de niveles más bajos de volumen e intensidad; la carga aumenta de un modo más gradual y la progresión ondulatoria se realiza de una manera más suave con ondas más amplias.

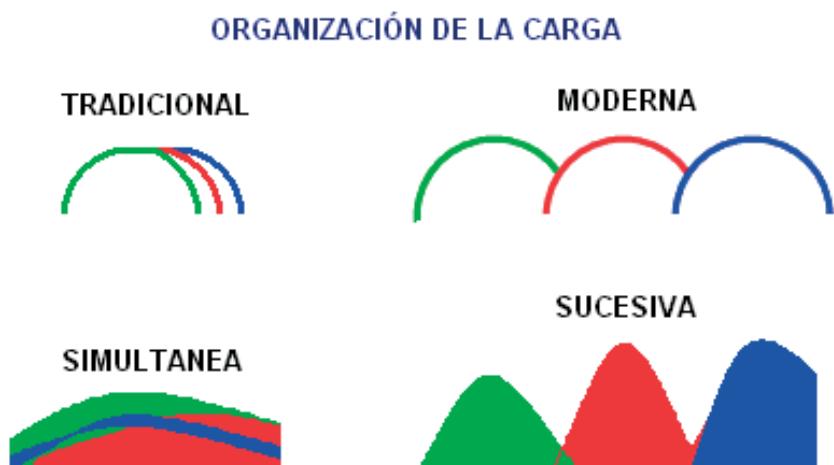
Comparando los dos modelos en la figura siguiente, podríamos decir que la planificación moderna es similar a una planificación clásica múltiple, si no fuera por la concentración de las cargas.



Otro aspecto diferencial importante es la interconexión de cargas de distinta orientación.

La planificación tradicional opta por una interconexión simultánea, es decir, un desarrollo ordenado, pero a la vez de varias cualidades, con el inconveniente de que pueden producirse transferencias negativas entre las cualidades a entrenar.

La planificación moderna preconiza la interconexión sucesiva o secuencial, o sea, desarrollo de las cualidades, unas a continuación de otras, con lo que se evitan, en parte, los efectos negativos. Y debiendo asumir el requisito de concentrar y acentuar las cargas específicas, ya que si no se hiciera así, se dilatarían excesivamente los tiempos de entrenamiento.



Esta forma de organizar las cargas en la planificación tradicional, hace que el desarrollo del rendimiento previsto sea más gradual y diferido, en comparación con la planificación moderna, donde las fluctuaciones del rendimiento son más acusadas, como consecuencia de la concentración de cargas en menos tiempo.



Las transferencias negativas entre cualidades, suponen un autentico problema para los entrenadores y existe una gran controversia en la estrategia a seguir para resolverlo.

En lo que si están de acuerdo todos, es que el deportista no puede introducir o lograr en su organismo, al mismo tiempo y al máximo, un incremento en sus cualidades de fuerza, resistencia y velocidad.

Aunque la planificación clásica lo aconseje, y haya métodos diseñados para el desarrollo de varias cualidades en forma «paralela» (siempre que no haya notables interferencias entre ellas), lo conveniente es, dentro del mismo método, variar los factores adecuadamente para incidir, de forma prioritaria, en la cualidad que más interese desarrollar.

No obstante, este procedimiento tiene el inconveniente de que es difícil alcanzar el mejor rendimiento. De ahí que aconsejemos utilizar el método «sucesivo» en las ocasiones en las que se produzca auténtico conflicto por transferencias negativas. Priorizando las cualidades a entrenar según la importancia que tengan en el deporte en cuestión, y también de las carencias o necesidades de desarrollo del deportista.

Lo fundamental en la planificación es conocer con claridad cuál es el objetivo final, y como consecuencia deducir qué capacidades hay que desarrollar, en qué orden y qué nivel es necesario lograr en cada una de ellas para alcanzar el objetivo previsto.

Teniendo claro el objetivo, hay que dilucidar qué proceso de entrenamiento es el más lógico y a continuación, elegir y distribuir en el tiempo y ordenadamente los contenidos.

Estos contenidos deberían seguir la siguiente secuencia:

1. Los básicos
2. Los específicos
3. Los competitivos de la especialidad

Y normalmente dentro de cada grupo:

- Primero, los extensivos
- Segundo, los intensivos

Hay situaciones en las que el atleta de nivel bajo o medio, no dispone de tiempo suficiente para alcanzar unos objetivos deseados o requeridos, y entonces el entrenador se siente obligado a decantarse por una planificación moderna. Esto es un error. Es preferible hacer un híbrido, pero huyendo de las cargas concentradas de alta intensidad, pues se corre el riesgo de sobreentrenamiento o lesión.

Aconsejamos ser cautos y progresivos en las cargas, aunque haya que ser menos ambiciosos en los objetivos.

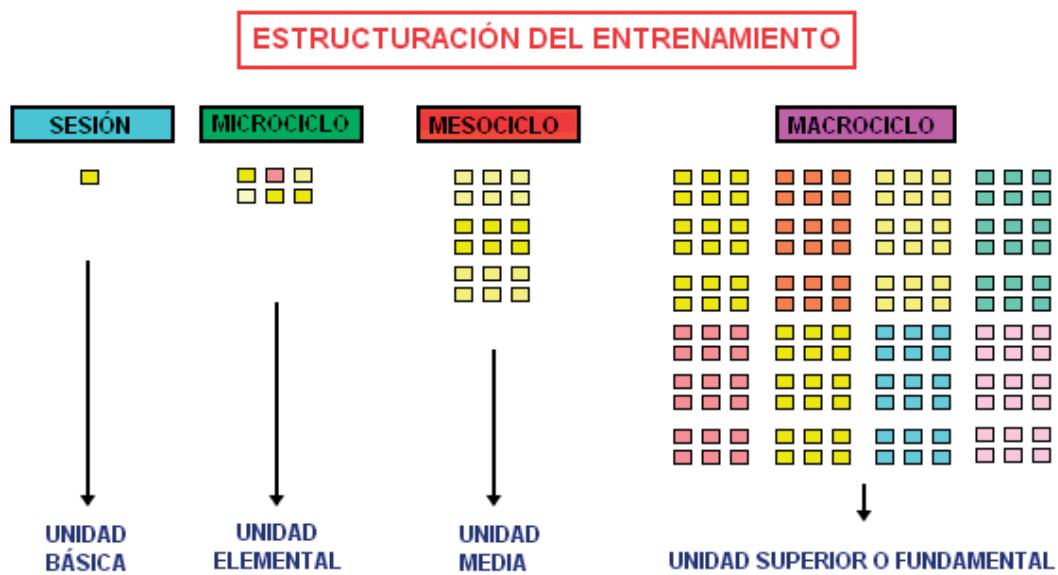
Universalmente, sea cual sea el modelo de planificación, la **periodización** (aspecto de la planificación que organiza el entrenamiento en el tiempo dis-

ponible), se estructura en ciclos de duración variable en función del modelo en sí, del deporte, del atleta y de las competiciones previstas.

Debido a leyes biológicas, ritmos vitales, ciclos sociales, progresión y adaptación al entrenamiento, casi todos los modelos se organizan en:

- **Sesiones** (1, 2, 3....horas).
- Ciclos cortos o **microciclos** (2, 7, 14...días), (1, 2... semanas)
- Ciclos medios o **mesociclos** ( $\frac{1}{2}$ , 1, 2, 3... meses).
- Ciclos largos o **macrociclos** ( $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{2}$ , 1...años).

La unidad básica es la **sesión** de entrenamiento. Un conjunto de sesiones constituye la unidad elemental, el microciclo. El conjunto de microciclos da lugar a la unidad media, el mesociclo. Y el conjunto de mesociclos constituye la unidad fundamental o superior, el macrociclo.



Indicamos a continuación las características de cada una de las estructuras, empezando por la de mayor duración.

#### 4.1 EL MACROCICLO

Es la unidad fundamental del entrenamiento. En él se deben conseguir todas las adaptaciones físicas previstas y se deben alcanzar los objetivos finales. Se define como: «*Conjunto de mesociclos de diversa orientación y duración, que predisponen al atleta para conseguir el objetivo final previsto*».

La duración de los macrociclos, como hemos señalado anteriormente, es muy variable.

En la planificación tradicional, el macrociclo suele coincidir con la temporada anual en la periodización simple, y puede haber dos macrociclos en la temporada en el caso de periodización doble.

## 4.2 EL MESOCICLO

Es definido como: «*Conjunto de microciclos con similares orientaciones, realizados durante varias semanas sucesivas, que propician conseguir adaptaciones deseadas y objetivos intermedios previstos*».

Es la estructura media de entrenamiento, y se caracteriza porque en él se deben producir adaptaciones previstas (mejoras apreciables y evaluables en el atleta), y porque se deben alcanzar objetivos intermedios previsibles.

La duración de los mesociclos es muy diversa, pero básicamente hay que disponer del tiempo suficiente para que se produzcan las adaptaciones o mejoras deseadas y que, de algún modo, se puedan evaluar.

En la planificación tradicional, el tiempo oscila entre las cuatro y seis semanas en el período preparatorio. No se pueden dar datos de los mesociclos de competición y de transición, dada la diversidad de los calendarios competitivos de las distintas especialidades deportivas.

Los objetivos a conseguir en los mesociclos normalmente coincidirán con los objetivos intermedios a lograr en cada período, de ahí que puedan ser mesociclos de **preparación general** o básica, de preparación **específica**, de **competición**, y dentro de estos, mesociclos determinados para cada capacidad o competición.

Por ejemplo, en un corredor, la competición de campo a través puede planificarse como mesociclo de cross, igual que los mesociclos de pista cubierta o de aire libre. También se pueden organizar los mesociclos en función de una determinada cualidad a desarrollar principalmente, por ejemplo, mesociclo de desarrollo de la fuerza máxima, etc.

## 4.3 EL MICROCICLO

Es la estructura elemental del entrenamiento. Es la mínima organización donde se deben producir la carga, la recuperación y la supercompensación.

Se define como: «*Conjunto de sesiones de entrenamiento y recuperación que, con objetivos definidos, se realizan durante días sucesivos con el fin de producir supercompensaciones apreciables en determinadas capacidades*».

Su duración es muy diversa. Suele oscilar entre los cuatro y catorce días, aunque habitualmente se adapta al ciclo social de la semana (esto no quiere decir que no pueda haber días intermedios de descanso).

Los adjetivos con los que se clasifican los microciclos son muy variados. Hay entrenadores que los denominan en función del aspecto más importante de la capacidad a mejorar; otros por el papel que desempeñan dentro del ciclo superior, e incluso, por el lugar o estación del año en los que se desarrollan.

Un modelo de clasificación puede ser el siguiente:

- De desarrollo, cuyo objetivo principal será incrementar las capacidades a entrenar.
- De mantenimiento, para conservar el nivel adquirido.
- De recuperación, para el restablecimiento después de la competición, sesiones duras o lesiones.
- De acomodación, que se utilizan cuando se van a producir o se producen cambios significativos, bien de escenario o métodos de entrenamiento.
- De precompetición, previos a la competición.

La duración de cada tipo de microciclo es muy variable. Por término medio, oscilan entre los 3 y 4 días en los microciclos de mantenimiento y acomodación, y entre 3 y 7 días en los demás.

Igualmente los microciclos también se pueden clasificar por el valor de la carga y de cómo esta se distribuye en los días que dura el microciclo.

Así hablaremos de microciclos de **carga**:

- Máxima o extrema (Máx, E)
- Submáxima o grande (SubMáx, G)
- Alta o importante (A, I)
- Media (M)
- Ligera o de recuperación (L, R)

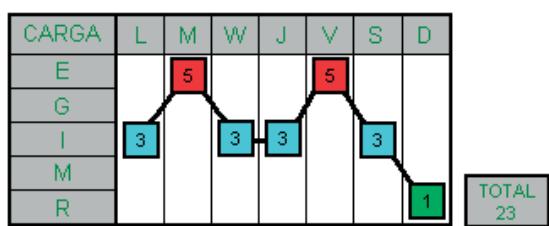
Dentro de ellos, de un «pico», dos o tres, según la dureza de las sesiones y de cómo se ubiquen las sesiones de desarrollo y las de descanso o recuperación.

También se les puede dar, en función de su dureza, valores numéricos a las sesiones con arreglo a una escala determinada. Aunque teóricamente pueda parecer fácil el clasificar los microciclos según la magnitud de la carga, la realidad es otra, pues si ya es difícil concretar el valor de la carga en función de la conjunción del volumen e intensidad de los esfuerzos, lo es mucho más si las sesiones son complejas, en las que se pueden combinar aspectos técnicos y físicos o trabajos conjuntos de desarrollo de fuerza, resistencia o velocidad.

Las figuras ilustran sobre distintos modos de expresar gráficamente la evolución de las cargas de las sesiones en los microciclos.

LA FINALIDAD ES CUANTIFICAR LA CARGA TOTAL DEL MICROCICLO

CARGA	L	M	W	J	V	S	D	
E			5					
G		4		4				
I	3				3			
M					2			
R						1		
							TOTAL	22



Un método utilizado para valorar la carga en el entrenamiento, es el **RPE** («Rating of Perceived Exertion», en español, Percepción Subjetiva del Esfuerzo), o **Escala Borg**.

La escala Borg califica la dureza de los esfuerzos, según la «apreciación subjetiva del atleta», mediante un código de adjetivos calificativos relacionados con niveles numéricos del 6 al 20.

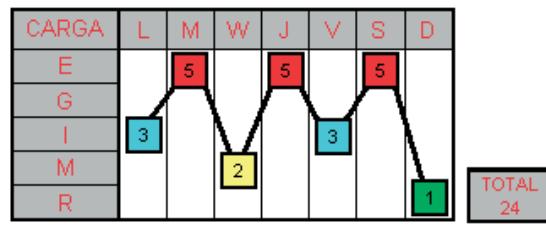
Esta numeración pretende también relacionar, de algún modo, el esfuerzo con la frecuencia cardíaca, al multiplicar por 10 el valor indicado por el atleta. Así, por ejemplo, un entrenamiento «muy duro» equivaldría a un nivel 18 en la escala Borg y se correlaciona, en determinados entrenamientos, con una frecuencia cardíaca que oscilaría alrededor de las 180 p/min.

Con posterioridad se optó, creemos que acertadamente, por la escala de 1 a 10, para correlacionar el esfuerzo percibido, con la intensidad expresada en tantos por ciento de las máximas posibilidades del atleta en ese esfuerzo o sesión de entrenamiento.

Cotejando datos subjetivos y objetivos, el entrenador puede tener elementos para cuantificar los factores del entrenamiento:

- Referente a la intensidad, puede relacionar el valor subjetivo proporcionado por el atleta, con otros datos objetivos, como la frecuencia cardíaca, tiempos de recuperación, nivel de lactato, velocidad de desplazamiento ...
- En cuanto a volumen, la tarea es más fácil, tomando como datos la distancia recorrida, el peso desplazado, el tiempo total de los esfuerzos...

Para cuantificar el valor de la carga de una sesión o de un microciclo, se han diseñado diversas fórmulas, basadas en los niveles de ácido láctico, frecuencia cardíaca, tiempos de trabajo activo, peso desplazado, etc., pero solo aquéllas en las que la capacidad a desarrollar y el método de entrenamiento son únicos, han resultado satisfactorias.



En el cuadro siguiente se relacionan las dos escalas.

Observamos que los calificativos de la exigencia del entrenamiento puede que no sean los más usuales. Sugerimos que cada entrenador elija los suyos o los que estén más de acuerdo con la manera de expresarse su atleta.

A		B		
Escala de Borg 6-20		F.C. Aprox.	% máx. posibilidades	
6		60-80	10	0
7	Muy, muy suave	70-90		1
8		80-100	20	2
9	Muy suave	90-110		
10		100-120	30	3
11	Bastante suave	110-130		
12		120-140	40	4
13	Algo duro	130-150	50	5
14		140-160	60	6
15	Duro	150-170	70	7
16		160-180		
17	Muy duro	170-190	80	8
18		180-200	90	9
19	Muy, muy duro	190-210	100	10
20		200-220		

Un procedimiento utilizado por algunos entrenadores para relacionar la intensidad y el volumen del entrenamiento y de ese modo hacer una valoración aproximada de la carga, es multiplicar el RPE de la sesión por su duración en minutos. Por ejemplo, si la sesión ha durado 50 minutos y el RPE estimado es de 5, la carga de la sesión sería de 250. Si esta operación la hiciésemos todas las sesiones del microciclo, podríamos calcular la carga total del microciclo y la carga media dividiendo el total por el número de sesiones.

El empleo de este método de valoración, requiere que el atleta informe, fielmente, al final de cada sesión, respondiendo a preguntas como las siguientes:

¿Cómo valoras el trabajo realizado con arreglo a la escala de dificultad?, y ¿Cuánto tiempo en minutos has trabajado?

El entrenador, como ya hemos indicado, debe también controlar y ratificar la información del atleta con algunos datos objetivos, tales como la frecuencia cardíaca, tiempo de trabajo activo, intensidad programada...

El método permite que diferentes actividades de entrenamiento sean medidas con la misma unidad, y por tanto se facilita la valoración de la carga del trabajo conjunto de varias capacidades o métodos de entrenamiento. Por ejemplo, evaluando con una misma unidad de medida los entrenamientos de campo y gimnasio.

Lo aclaramos con un caso práctico: supongamos que un atleta realiza el trabajo que se indica en el siguiente cuadro:

DÍA	ACTIVIDAD	RPE	MINUTOS	CARGA
LUNES	GIMNASIO	8	60	480
MARTES	ENTRENAMIENTO AERÓBICO	5	50	250
MIÉRCOLES	ENTRENAMIENTO VELOCIDAD	6	40	240
JUEVES	ENTRENAMIENTO TÉCNICO	3	60	180
VIERNES	GIMNASIO	6	30	180
SÁBADO	COMPETICIÓN	7	90	630
DOMINGO	DESCANSO	0	0	0
CARGA SEMANAL		420		1960

Calculamos la carga media de la semana:  $1960 / 7 = 280$ .

#### 4.4 LA SESIÓN

Se define como: «Conjunto de esfuerzos, ejercicios o actividades, realizados durante horas o minutos, (dentro de las veinticuatro horas del día) con objetivos predeterminados y coherentes con la estructura superior».

Es la unidad básica de organización del entrenamiento. El contenido de una sesión puede ser muy variable, pero siempre en armonía con los objetivos, el nivel, la edad y sexo de los ejecutantes, así como con el tiempo, medios disponibles y con el período de la temporada.

Según los objetivos y contenidos de las sesiones, se pueden clasificar de diferentes maneras:

- Sesiones de desarrollo, mantenimiento, recuperación...
- Sesiones físicas, técnicas, tácticas o mixtas.
- Sesiones de objetivo único o diverso.
- Sesiones de duración larga, media o corta.
- Sesiones sencillas, dobles o triples.
- Sesiones principales o complementarias.

Pero sean del tipo que sean, deben constar de tres partes bien definidas:

- Preparatoria o calentamiento
- Fundamental
- Final o vuelta a la calma

#### a) *La parte preparatoria de la sesión o calentamiento*

El **Calentamiento** se define como: «*Conjunto de acciones previas a un esfuerzo de cierta intensidad, realizadas con el fin de acondicionar el organismo, despertándolo tanto física como psíquicamente, para obtener su mejor rendimiento y evitar lesiones*».

Los objetivos físicos del calentamiento se lograrán activando progresivamente todos los músculos, articulaciones y órganos que intervienen, de forma más o menos directa, en el esfuerzo posterior.

Los objetivos psíquicos se alcanzan con una preparación mental, acorde con el trabajo posterior a realizar, de modo que libere la posible ansiedad, mejore las capacidades volitivas, estimule la concentración y la autoconfianza.

Hay muchas opiniones sobre cómo se debe realizar el calentamiento y cuánto debe durar, e incluso se polemiza sobre su utilidad. Sin entrar en discusiones, nosotros nos decantamos por la teoría de que el calentamiento nunca es perjudicial y en la mayoría de las ocasiones es muy útil.

Estimamos que el calentamiento, como parte de la sesión de entrenamiento, hay que realizarlo con rigor. Para ello es conveniente analizar algunos factores que lo condicionan, unos propios del ejecutante, como pueden ser la edad o el nivel de entrenamiento, y otros debidos al ambiente en el que se va a efectuar, tales como la temperatura o el escenario y la necesaria relación con la actividad posterior a realizar.

De este análisis deducimos las siguientes **reglas generales**:

- Como norma, a más masa muscular y más edad del deportista, el calentamiento debe ser más progresivo y duradero.
- El calentamiento se debe adecuar a las características físicas y psíquicas del atleta, buscando el máximo de eficacia, o sea el mayor rendimiento al más bajo coste.

- El calentamiento tiene que estructurarse en armonía con la actividad posterior.

Se pueden considerar distintos **tipos de calentamiento**. Para abreviar los agrupamos en dos clases:

- **Activos**, que se efectúan mediante ejercicio.
- **Pasivos**, que se realizan con medios auxiliares como masajes, baños, radioterapia, etc.

En el trabajo que nos ocupa, hablaremos solo del **calentamiento activo**, que en cualquier caso deberá ser:

- **Total**: activando de forma general a todos los órganos, músculos y articulaciones, aunque se dedique mayor atención a los sistemas y miembros más implicados en la ejercitación posterior.
- **Dinámico**: huyendo del estatismo. Hemos empleado en la definición la palabra «despertar», pues esa es la idea que debe presidir la actitud y las acciones durante el calentamiento.
- **Metódico**: pues no se debe improvisar ni realizarlo de manera desordenada. Se debe hacer como un rito en el que el atleta, concentrado en su tarea, se aísle del ambiente exterior y realice los ejercicios respetando las acciones y los tiempos correctos de ejecución.
- **Proporcionado**: el calentamiento ha de ser concordante con la calidad, nivel y estado del atleta, así como con el esfuerzo posterior a realizar.

Los procedimientos para la realización del calentamiento son muy diversos, dependiendo de la especialidad deportiva del atleta, de la finalidad inmediata, del tipo de sesión de entrenamiento o competición, del trabajo realizado previamente, de la temperatura externa, del tiempo o espacio disponible, etc. Sin embargo, siempre debe prevalecer el concepto de «eficacia», pues hay que tener en cuenta que el calentamiento activo conlleva un gasto de energía que necesariamente hay que valorar.

A modo de orientación, indicamos que una buena forma de realizar el calentamiento es dividirlo en dos partes sucesivas:

En la primera o **parte general**, se harán ejercicios para activar la circulación, elevar la temperatura general y hacer entrar en calor a la mayoría de los músculos y articulaciones del organismo. La intensidad de los ejercicios oscilará entre media y baja. Su duración será muy variable, pero se estima que con diez o quince minutos puede ser suficiente.

A continuación se realizará la **parte específica**, más localizada, dirigida a articulaciones y grupos musculares concretos, que tengan participación más directa

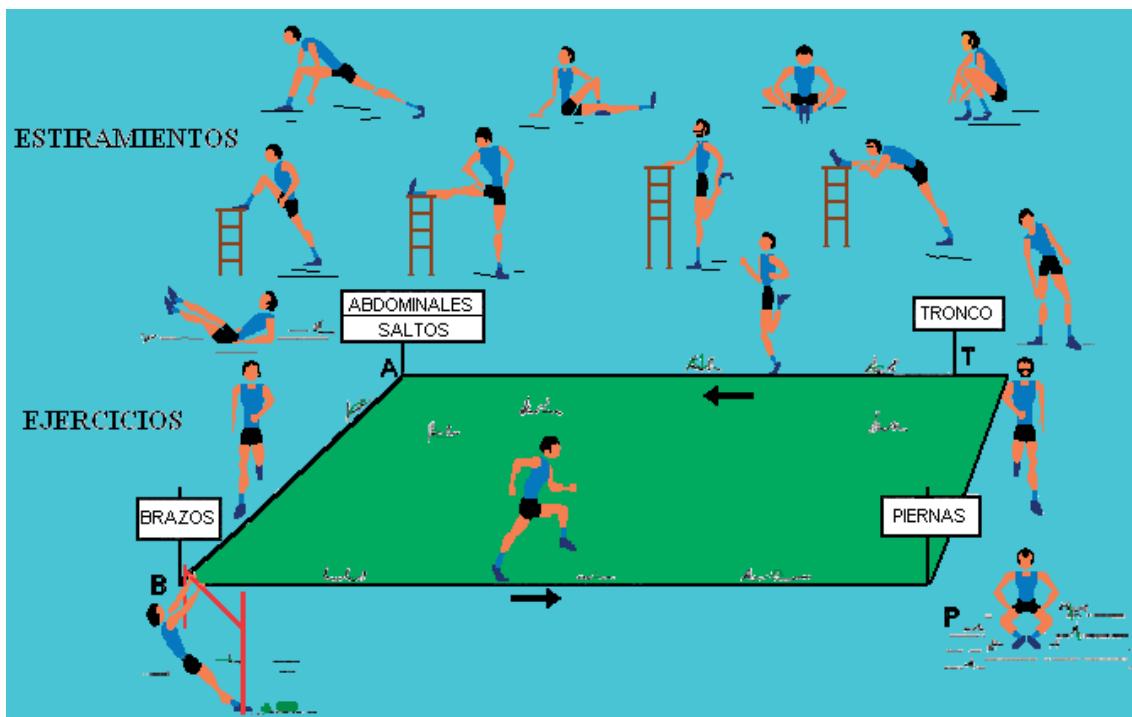
en el entrenamiento o prueba posterior. La intensidad ahora será media o esporádicamente alta, y su duración puede oscilar entre quince y veinte minutos.

Al calentamiento le seguirá, casi sin solución de continuidad, una especie de **descanso activo** en el que, además de abrigarse, se realizarán ejercicios muy ligeros técnicos y también de flexibilidad y soltura, con objeto de no perder el calor adquirido y enlazar con las actividades del entrenamiento propiamente dicho, o con la inmediata prueba o competición. No obstante, a pesar de lo expuesto y como ya hemos indicado, los tiempos y las actividades pueden ser muy variables.

Una posible secuencia de calentamiento para un corredor podría ser:

- Ejercicios ligeros de movilidad articular y estiramientos.
- Carrera suave.
- Ejercicios genéricos de intensidad baja o media, realizados sobre la base de una carrera lenta, bien en desplazamiento o haciendo estaciones.
- Estiramientos específicos.
- Ejercicios localizados, de intensidad media y alta, de la musculatura más implicada en la especialidad. Se pueden hacer alternándolos con tramos de carrera lenta.
- Algunas repeticiones cortas de progresiones y aceleraciones.
- Ejercicios de relajación, técnicos y estiramientos muy específicos.

A continuación, gráficamente, exponemos un ejemplo de calentamiento realizado por estaciones y una pequeña muestra de ejercicios de estiramientos previos y posteriores a dicho calentamiento.



## Iniciar con ejercicios de movilidad y suaves estiramientos

BRAZOS Y HOMBROS	DESPLAZAMIENTO	PIERNAS	DESPLAZAMIENTO	TRONCO	DESPLAZAMIENTO	SALTOS Y ABDOMINALES
Oscilaciones y lanzamientos de brazos en diferentes planos	Carrera lenta	Flexiones y extensiones de tobillos	Andar o trotar	Flexiones de tronco anteriores o posteriores	Carrera levantando rodillas	Abdominales ("Remar")
Circundiciones de brazos	Carrera levantando talones a los glúteos	Flexiones y extensiones de piernas	Andar o trotar	Flexiones laterales de tronco	Carrera con desplazamiento lateral	Con pierna estirada, tocar la mano contraria con el pie
Flexiones de brazos desde suspensión inclinada	Carrera hacia atrás	Flexiones asimétricas fondos frontales	Andar o trotar	Torsión de tronco	Carrera a grandes zancadas	Saltos girando caderas
Flexoextensiones de brazos en plano inclinado	Carrera cada 3 pasos, salto hacia arriba	Flexiones asimétricas fondos laterales	Andar o trotar	Circundiciones de pelvis	Carrera cada 3 pasos, salto en profundidad	Abdominales ("Ujeras")
Dominadas	Carrera pata coja alternativa, 2 derecha, 2 izquierda	Flexoextensiones de piernas con tronco adelante	Andar o trotar	Circunducción de tronco	Carrera rápida de puntillas	Saltos a pies juntos, adelante- atrás-izqda-dcha.
Flexoextensiones desde tierra inclinada	Carrera lenta con zancada amplia	Flexiones alternativas de piernas desde tierra inclinada	Andar o trotar	Lumbares	Carrera lenta llevando rodillas al pecho	Ejercicios de soltura y relajación a voluntad TERMINAR CON ESTIRAMIENTOS

### **b) Parte fundamental de la sesión**

Es en esta parte donde deben cumplirse las tareas planificadas de antemano. Las actividades y distribución del tiempo dedicado a ellas, serán acordes con los objetivos.

Suponiendo que la sesión tenga varios objetivos, vamos a dar algunas reglas generales que puedan servir para organizar las prácticas.

- Es conveniente que, antes de iniciar cada faceta de la parte fundamental, el atleta «conozca y entienda» lo que se pretende que haga, así como que esté lo suficientemente motivado para abordar la tarea. Puede aprovecharse el tiempo que transcurre entre la finalización del calentamiento y el comienzo de la parte fundamental para que el entrenador ilustre al atleta sobre cuestiones relativas al trabajo a realizar en la sesión.
- Si la sesión incluye entrenamiento técnico, este es el primero que hay que ejecutar, pues la perfección de la técnica solo se consigue en condiciones de «frescura» muscular.
- A continuación debe abordarse el trabajo táctico, si lo hubiera, que no debería ser muy prolongado, pues normalmente el atleta se hastia de esta disciplina. Es preferible fraccionarlo e intercalarlo con las prácticas físicas.
- Por último se hará la tarea física.

Todo lo expuesto no es más que una orientación en la que establecemos las siguientes prioridades en los entrenamientos:

- Primero los que necesiten más concentración.
- Segundo los que requieran más destreza.
- Tercero los que precisen más esfuerzo físico.

La parte fundamental de la sesión puede dividirse a su vez en «principal» y «complementaria». En la principal hay que alcanzar necesariamente los objetivos marcados y es por tanto, prioritaria. La parte complementaria puede tener como fin reforzar aspectos de sesiones anteriores o preparar cuestiones de sesiones futuras.

### **c) Parte final de la sesión: vuelta a la calma**

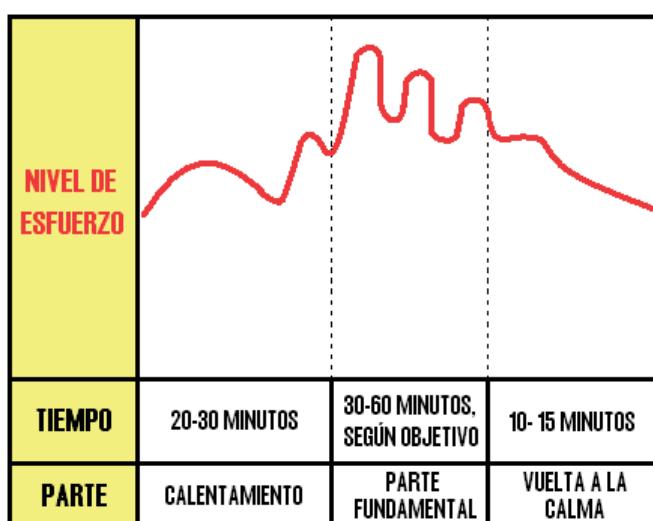
El objetivo de esta parte es conseguir, consciente y activamente, que el organismo recuperere de forma paulatina, una relativa normalidad después del esfuerzo. Queremos insistir en que la realización de esta parte de la sesión tiene una gran importancia para el proceso de recuperación, y por eso recomendamos que no sea obviada.

Al igual que con el calentamiento, se debe buscar un progresivo reajuste en todos los frentes: orgánicos, neuromusculares, bioquímicos, psicológicos, etc. Esto solo se consigue con actitudes y acciones adecuadas, desarrolladas en un tiempo que debe estar previsto en toda sesión de entrenamiento.

Las maneras de realizar la vuelta a la calma son muy variadas, pero en todas se procura que se mantenga, en principio, el suministro de oxígeno y el retorno venoso. Para ello se recomienda huir del estatismo y realizar una actividad suave de más a menos, hasta llegar al reposo.

También son convenientes los ejercicios de relajación, estiramiento y soltura. La realización de estos ejercicios, durante diez o quince minutos, en charla amigable con el entrenador o los compañeros, suele constituir una excelente vuelta a calma.

En la figura siguiente se expresa de forma gráfica una posible evolución de los esfuerzos durante una sesión de entrenamiento.



#### 4.5 PROCESO DE LA PLANIFICACIÓN

El cómo se debe llevar a cabo el proceso de planificar es una cuestión muy personal de cada entrenador. A nosotros nos gusta el procedimiento que llamamos de tipo «militar», pues su minuciosidad asegura que no queden aspectos sin atender. Es similar a los «estudios previos» para realizar una orden de operaciones.

Lo exponemos, siguiendo un orden de forma abreviada para, con posterioridad, profundizar algo más en cada punto:

##### ***Desarrollo del estudio***

1. Análisis de factores o elementos que intervienen: prueba, atleta, tiempo y medios disponibles.
2. Relación y confrontación de los factores o elementos. Deducción de las posibilidades del atleta y de la necesidad de desarrollo de determinadas capacidades.

3. Determinación de objetivos.
4. Elección de una posible línea de acción para conseguir los objetivos.
5. Periodización.
6. Elección de actividades y secuencia cronológica de su realización.
7. Evolución prevista del volumen, intensidad, carga y rendimiento.
8. Confección del plan.

### **1º- Análisis de factores o elementos**

#### **1-a) La prueba**

Hay que obtener informes de todas las características de la prueba que puedan ser útiles y realizar un estudio detallado de lo que es la prueba o el deporte en sí, atendiendo al mayor número de aspectos que puedan influir en su desarrollo:

- Tipo de actividad: continua, intermitente, uniforme...
- Duración: reglamentaria o posible, y sus márgenes.
- Escenario: piso, dimensiones, obstáculos, clima...
- Condicionantes: ambiente, adversarios, arbitraje...
- Capacidades determinantes para el buen rendimiento en la prueba y pasos a realizar para su mejor desarrollo.
- Capacidades complementarias.
- Tiempo mínimo necesario para conseguir la adecuada mejora de las capacidades.

#### **1-b) El atleta**

Se deben recopilar datos de todo tipo:

- Antropométricos.
- Antecedentes deportivos (actividades, marcas, experiencia en la prueba...).
- Nivel actual de entrenamiento.
- Limitaciones y condicionantes (disponibilidad, motivación, lesiones....).
- Análisis fisiológicos y clínicos.
- Test físicos o marcas actuales.
- Capacidades del atleta más sobresalientes o más deficientes relacionadas con la prueba.

#### **1-c) El tiempo disponible**

En función del calendario y de las posibilidades para entrenar, se obtiene el tiempo disponible, determinando en principio, los meses, semanas y días de los que se dispone. Siempre hay que estimar y restar las limitaciones o interrupciones previstas por competiciones, desplazamientos, vacaciones, trabajo, exámenes, etc.

### **1-d) Los medios disponibles**

Es necesario examinar la disponibilidad de medios, en concordancia con el entrenamiento de la prueba en cuestión, tanto en cantidad (deduciendo si son suficientes o insuficientes), como en calidad (estimando si son aceptables, buenos o inútiles). También sus limitaciones de uso por horarios, lejanía, clima, luz, uso compartido, etc.

### **2º - Confrontación de factores o elementos**

Con los datos obtenidos en los análisis anteriores, ya se pueden sacar conclusiones en la relación del atleta con la prueba, y se podrán estimar las posibilidades futuras del atleta y las necesidades de entrenamiento.

Al confrontar estas conclusiones con los datos de tiempo y medios disponibles, se podrá deducir la viabilidad de entrenamiento y se precisarán, con más aproximación, las posibilidades reales del atleta en la prueba.

### **3º - Determinación de objetivos**

Con los pronósticos y las conclusiones obtenidas del apartado anterior, el siguiente paso es la definición de los objetivos, que siempre deberán ser:

- Concretos
- Reales
- Medibles
- Alcanzables

Debe especificarse primero el objetivo final y después cronológicamente, los objetivos intermedios. Uno y otros deberán cumplir las normas dadas para su determinación.

### **4º - Elección de una línea de acción**

Junto con la determinación de objetivos, es el apartado más difícil para el entrenador, pues tiene que decidir el procedimiento a seguir para conseguir dichos objetivos. Esto le llevará a elegir una estrategia, un modelo de planificación y un tipo de periodización, que condicionarán sus acciones posteriores, y pueden comprometer el éxito si no acierta con la línea correcta.

### **5º - Periodización**

Es estructurar el entrenamiento, previamente decidido, en períodos de tiempo, debiendo además ubicar la consecución de los objetivos (ya perfectamente definidos), en unas fechas concretas.

## **6º- Elección de actividades**

Aquí hay que empezar a dar contenido y secuenciar el entrenamiento, indicando de algún modo qué capacidades se pretenden desarrollar, cuándo y en qué medida.

## **7º- Previsión de la posible evolución del volumen, la intensidad, el rendimiento y la carga a lo largo de toda la temporada**

Es una especie de «declaración de intenciones» en la que se reflejará, bien con gráficos o con palabras, cómo se pretende que vayan evolucionando a lo largo de toda la temporada el volumen e intensidad del entrenamiento, y como consecuencia, la carga y el rendimiento. Para facilitar esta labor, hay quien refleja esta evolución prevista en períodos más cortos de tiempo.

Todo lo anterior no es más que una toma de datos o un borrador en el que hay que apoyarse para «confeccionar el plan».

## **8º- Confección del plan**

Es como redactar finalmente la orden de operaciones, en la que, terminado el estudio, pasamos a la redacción de un documento más o menos gráfico, que debe cumplir las siguientes condiciones:

- Ser claro
- Ser flexible
- Ser útil

Cada entrenador plasmará sus decisiones a su manera. Nosotros sugerimos para este trabajo, tener previamente diseñado un modelo y ajustarse a él.

Una posible secuencia para la elaboración del plan, podría ser:

### **1º- Confección del calendario**

Plasmando fechas de inicio del entrenamiento, competiciones principales y secundarias en las que se tiene previsto participar, controles o evaluaciones, consecución de los objetivos, etc.

### **2º- Periodización general**

En función del modelo de planificación elegido, se divide el tiempo en períodos, indicando fechas de inicio y terminación de cada período.

### **3º- Ubicación y evolución de las capacidades a desarrollar**

Aquí se introducen cronológicamente las capacidades a desarrollar, dentro de la periodización general, indicando de algún modo, qué tiempo y esfuerzos se van a dedicar a cada una de las capacidades.

4º- Subestructuración de los períodos en ciclos

En función del grado de desarrollo de las capacidades, de las condiciones y tiempos para conseguirlo, se crearán las subestructuras: macrociclos, mesociclos y microciclos, señalándose fechas de inicio y terminación, así como sus modelos o tipos, si procede.

5º- «Vestir», desarrollar y valorar los microciclos

Reseñando los tipos, modelos y métodos de entrenamiento a emplear.

6º- Diseño de las sesiones

Es el último aspecto a contemplar. La mayoría de los entrenadores utilizan como herramientas gráficas, pues son ilustrativos y fáciles de modificar si las circunstancias lo aconsejan.



# CAPÍTULO TERCERO

## LA RESISTENCIA

### 1. CONCEPTO Y DEFINICIÓN

Es difícil definir de una forma taxativa esta cualidad, pues depende mucho del tipo de actividad deportiva que se desarrolle, de ahí las numerosas definiciones que hemos encontrado, casi tantas como textos consultados:

- «*Límite de tiempo sobre el cual un trabajo, de una intensidad determinada, puede realizarse».*
- «*Capacidad para soportar la fatiga en trabajos de prolongada duración».*
- «*Capacidad para realizar un ejercicio de manera eficaz, superando la fatiga que produce».*
- «*Capacidad psicofísica para soportar un esfuerzo prolongado».*
- «*Capacidad de la musculatura para mantener o desarrollar repetidamente un determinado grado de tensión».*
- «*Capacidad de un grupo muscular o del organismo en general para repetir muchas veces una actividad».*
- «*Capacidad psicofísica del individuo para oponerse a la fatiga».*
- «*Capacidad para realizar un trabajo, eficientemente, durante el máximo tiempo posible».*
- «*Capacidades físicas y psíquicas, que permiten al individuo soportar el cansancio en trabajos relativamente largos, así como una recuperación rápida después de los esfuerzos».*
- «*Capacidad para retrasar y soportar la fatiga, minimizando sus efectos sobre el rendimiento».*

Buscando aspectos comunes en las definiciones, observamos que los términos que más aparecen son «fatiga», «prolongación del esfuerzo» y de forma a veces implícita, «eficacia» o «rendimiento». También insisten algunos autores en el tiempo de recuperación y en el aspecto psicofísico de la fatiga. Desde el punto de vista deportivo, es un hecho que el aspecto psíquico de la fatiga

suele estar íntimamente relacionado con el físico, y condiciona notablemente el rendimiento.

Se sabe también que la fatiga física incide directa y negativamente en la prolongación y reiteración de los actos motores; la fatiga mental disminuye la concentración en la tarea; la fatiga sensorial interfiere en la percepción de los estímulos, condicionando la adecuada respuesta motora, y por último, la fatiga emocional afecta sobre todo a la voluntad, reduciendo la capacidad de sufrimiento y lucha.

Con todas estas referencias nos parece adecuado definir la **Resistencia Deportiva** como: «*Conjunto de capacidades físicas y psíquicas que permiten al individuo prolongar el esfuerzo con eficacia, retrasando o soportando la fatiga y en su caso, recuperarse con prontitud de los esfuerzos precedentes*».

## **2. CLASIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA**

Si prolífico ha sido definir la resistencia, aún lo es más clasificarla, pues depende del sin número de actividades y de los diferentes criterios de autores que han estudiado y publicado sobre esta cualidad.

Siguiendo los mismos pasos que en el apartado anterior, vamos a relacionar las clasificaciones y criterios más comunes.

### **2.1 CLASIFICACIÓN EN RELACIÓN CON LA MUSCULATURA IMPLICADA**

Resistencia «total»: cuando la musculatura implicada en el esfuerzo es superior a un tercio de la musculatura del organismo (algunos indican como valor límite un sexto del total). Sus elementos determinantes o limitantes, desde el punto de vista de la resistencia, son el sistema cardiorrespiratorio y en segundo término, el cansancio de la masa muscular activada.

Resistencia «parcial»: cuando la musculatura implicada no supera a un tercio de la musculatura total. En este caso, los principales factores limitantes son la fatiga de músculos principalmente activados y el sistema nervioso central.

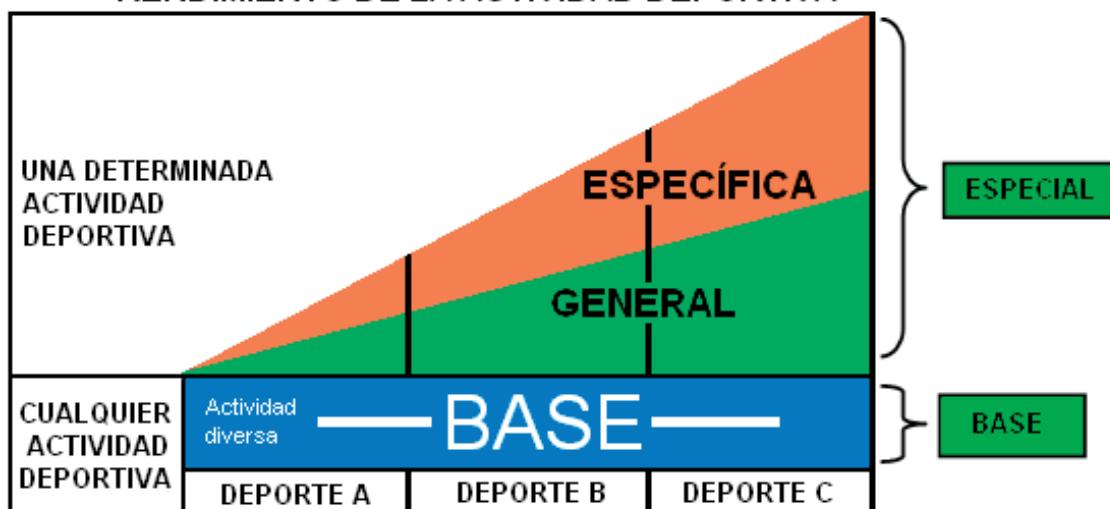
### **2.2 CLASIFICACIÓN EN RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO EN LA ACTIVIDAD DEPORTIVA**

- «Resistencia de base»: se denomina así a las muy diversas actividades de resistencia, realizadas en muchos casos con gestos distintos a la especialidad y que son soporte o beneficiosas para el desarrollo y mantenimiento de la resistencia en la mayoría de los deportes.

- «Resistencia especial»: se llama de este modo al conjunto de actividades de resistencia, realizadas con gestos y tiempos afines a un determinado deporte.

A su vez, la resistencia especial se clasifica en «general», cuando las actividades, tiempos y gestos están «relacionados» con la especialidad deportiva, y «específica», cuando los esfuerzos son casi «idénticos» a los de la especialidad.

### LA RESISTENCIA EN RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO DE LA ACTIVIDAD DEPORTIVA



### 2.3 CLASIFICACIÓN EN RELACIÓN CON EL TIPO DE ACTIVIDAD

Según la actividad principal a realizar, la resistencia se clasifica en:

- Resistencia de «esfuerzos cílicos», cuando los gestos deportivos son pa- recidos y se repiten secuencialmente.
- Resistencia de «esfuerzos acíclicos», cuando la gama de gestos son dife- rentes o no siguen una secuencia determinada.
- Resistencia de «actividad continua», en caso de realizarse sin interrupciones.
- Resistencia de «actividad intermitente» cuando se realizan pausas.

### 2.4 CLASIFICACIÓN EN RELACIÓN CON LA FORMA DE TRABAJO DE LA MUSCULATURA

En este caso, hablaríamos de resistencia «estática» o «dinámica», según la forma en que se produzcan las acciones de los músculos.

**Estática**, cuando en la acción muscular protagonista, las inserciones de los músculos implicados permanecen relativamente inmóviles, y **dinámica**, cuando las inserciones se aproximan o se separan.

## 2.5 CLASIFICACIÓN EN RELACIÓN CON LA DURACIÓN DEL ESFUERZO

Al analizar la calidad resistencia, sería erróneo clasificar en una misma escala esfuerzos diversos, tomando como referencia solo el tiempo que duran los trabajos.

Las únicas clasificaciones relacionadas con la duración del esfuerzo se refieren siempre a actividades cílicas continuas, realizadas al relativo máximo esfuerzo posible que permita terminar la prueba eficazmente.

Para aclarar un poco las siguientes clasificaciones, vamos a recordar algunos conceptos explicados en el capítulo segundo en BASES PARA EL ENTRENAMIENTO.

Decíamos que dadas las estructuras y capacidades humanas, la duración y la intensidad de los esfuerzos son aspectos contrapuestos, de tal modo que cuanto más intensa sea la actividad, menos puede durar, y cuanto menos intensa sea la actividad, más se puede prolongar.

También expresábamos que, dependiendo del nivel del atleta, la relación entre intensidad y duración de las actividades quedaba siempre delimitada por la que habíamos llamado «Curva de máximo rendimiento o de máximas posibilidades».

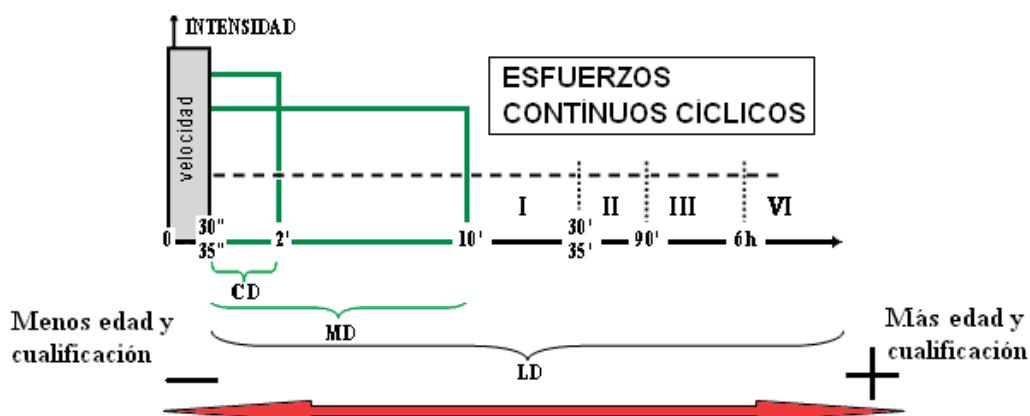
Pues bien, suponiendo que la actividad es cíclica y continua, y teniendo en cuenta el tiempo que dura la actividad y que el esfuerzo se approxima a la curva de máximo rendimiento, la resistencia se clasifica en:

- **Muy corta duración** (aproximadamente, menos de treinta segundos). También denominada **resistencia a la velocidad**.
- **Corta duración** (aproximadamente, entre treinta segundos y dos minutos).
- **Media duración** (aproximadamente, entre dos minutos y diez minutos).
- **Larga duración** (a partir de los diez minutos). Aquí se establecen diferentes niveles:
  - **Nivel 1.** (aproximadamente, entre diez y treinta minutos).
  - **Nivel 2.** (aproximadamente, entre treinta y noventa minutos).
  - **Nivel 3.** (aproximadamente, entre noventa minutos y seis horas).
  - **Nivel 4.** (más de las seis horas).

Estos tiempos constituyen una estimación estadística, y deben tomarse solo como orientación, pues varían dependiendo del grado de implicación en la actividad, de la edad, cualificación y nivel de entrenamiento del atleta. Como regla general, para deportistas, se puede decir que a mayor nivel y cualificación del atleta, los tiempos se amplían, y a menor edad, nivel o cualificación, los tiempos se reducen.

Para clasificar por duración las actividades que no reúnan las características antes señaladas (cíclicas, continuas...), se recurre a compararlas, total o parcialmente, con las duraciones, más o menos estándar, de otras actividades parecidas. Entonces se puede relacionar, por ejemplo, la duración de un partido de tenis con una duración media aproximada de otras actividades de intensidad parecida, estimando si la actividad es más o menos intensa, si es intermitente, más prolongada o no, y sacar consecuencias con respecto a la necesidad de trabajar algún tipo de resistencia.

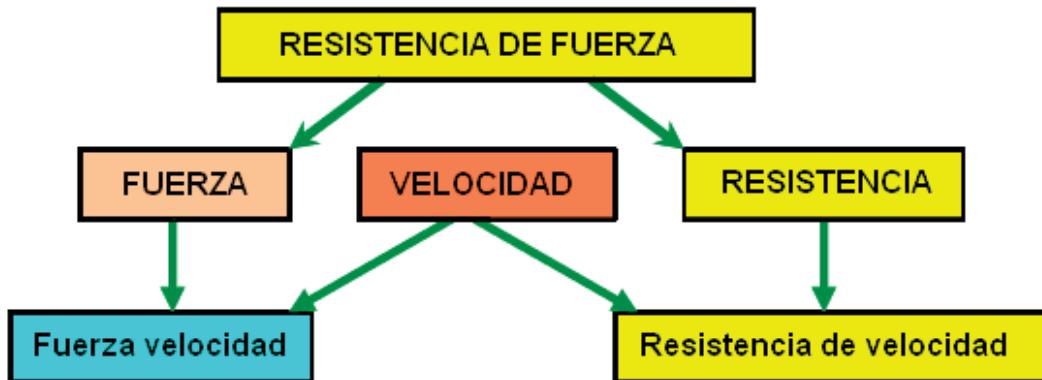
#### LA RESISTENCIA EN RELACIÓN CON LA DURACIÓN Y EL TIPO DE ACTIVIDADES DEPORTIVAS



#### 2.6 CLASIFICACIÓN EN RELACIÓN CON OTRAS CUALIDADES FÍSICAS

Como ya se ha indicado, no existe una actividad «pura». Cualquier esfuerzo lleva, como mínimo, ingredientes de las tres cualidades básicas. Por tanto, surgen clasificaciones de la resistencia atendiendo a su relación con las otras cualidades. Así es frecuente encontrar, además de la de simple resistencia, expresiones como:

- Resistencia de fuerza
- Resistencia de velocidad o velocidad resistencia



En la relación de la cualidad RESISTENCIA con las otras dos cualidades básicas, se obtienen TRES definiciones de cargas de resistencia:

- RESISTENCIA
- RESISTENCIA DE FUERZA
- RESISTENCIA DE VELOCIDAD

## 2.7 CLASIFICACIÓN EN RELACIÓN CON EL SISTEMA ENERGÉTICO PREDOMINANTE

Como ya se expuso en el primer capítulo, CONCEPTOS SOBRE FISIOLOGÍA, cuando se estudiaban las «Fuentes de energía para la contracción muscular», la energía se obtiene mediante varias vías o sistemas fundamentales:

- La vía o sistema **aeróbico**, que requiere la presencia de oxígeno.
- La vía o sistema **anaeróbico**, que realiza su función sin necesidad inmediata de oxígeno, y que a su vez recibe dos calificaciones según el tipo de residuos intoxicantes que se producen en la «transformación» de los sustratos:
  - Láctico
  - Aláctico

Por tanto, en función de los aportes de la energía necesaria para los esfuerzos, podemos clasificar la resistencia en:

- Aeróbica
- Anaeróbica y esta, a su vez, en:
  - Anaeróbica láctica
  - Anaeróbica aláctica

También, en determinados textos, a la **resistencia aeróbica** se la denomina como resistencia **orgánica**, y a la **resistencia anaeróbica** como resistencia **muscular**.

### **3. RESPUESTAS FISIOLÓGICAS ANTE EL EJERCICIO, QUE SIRVEN DE EVALUACIÓN EN EL ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA**

Consideraremos como principales factores de evaluación y control, por su influencia en la manifestación de la resistencia, los siguientes:

- El consumo o volumen máximo de oxígeno.
- El déficit de oxígeno.
- La tasa de ácido láctico.
- Las variaciones de la frecuencia cardíaca.
- La dinámica de abastecimiento y consumo de energía.

Analicemos cada uno de ellos.

#### **3.1 CONSUMO O VOLUMEN MÁXIMO DE OXÍGENO (VO<sub>2</sub> MÁX.)**

Se define como: «*La máxima cantidad de oxígeno que un individuo puede aprovechar, por unidad de tiempo, respirando aire atmosférico*».

Se suele expresar en litros por minuto, o mejor en mililitros por kilogramo de peso y minuto. Esta última opción es más precisa, pues da una idea más clara de la capacidad del individuo.

Imaginemos dos atletas, uno de ochenta kilos y otro de cincuenta, y ambos mediante una prueba de laboratorio, dan el mismo registro de consumo o volumen máximo de oxígeno: «cuatro litros por minuto». Deduciríamos que tienen la misma capacidad fisiológica. Sin embargo, uno tiene que oxigenar a ochenta kilos corporales y el otro solo a cincuenta.

Expresándolo en mililitros, kilogramo, minuto, resultaría que el más pesado tendría un volumen máximo de oxígeno de cincuenta mililitros por kilogramo y minuto (VO<sub>2</sub> máx. 4000/80 = 50 ml/Kg/minuto), y el otro tendría ochenta (VO<sub>2</sub> máx. 4000/50 = 80 ml/Kg/minuto), lo que a priori, sería una notable ventaja para el menos pesado en las actividades de resistencia.

Para el cálculo del volumen máximo de oxígeno existen diferentes procedimientos de laboratorio: calorimetría, análisis de gases, etc., y también métodos de campo basados en estadísticas. Los más conocidos de estos últimos son, los de Cooper, Harvard y Leger.

Los valores medios de consumo máximo de oxígeno son muy variables en función de la edad, sexo y nivel de entrenamiento del deportista.

Aunque tiene un gran componente genético, se estima que un adulto, con entrenamiento adecuado, puede conseguir incrementar su valor del volumen máximo de oxígeno entre un diez y un treinta por ciento, con respecto al valor inicial antes del proceso de entrenamiento.

Para evaluar al atleta con este parámetro, se acude a la comparación, bien con él mismo (después de un período de entrenamiento), o con los valores de deportistas consagrados que practiquen la misma especialidad. Los registros mayores se suelen dar entre los esquiadores de fondo.

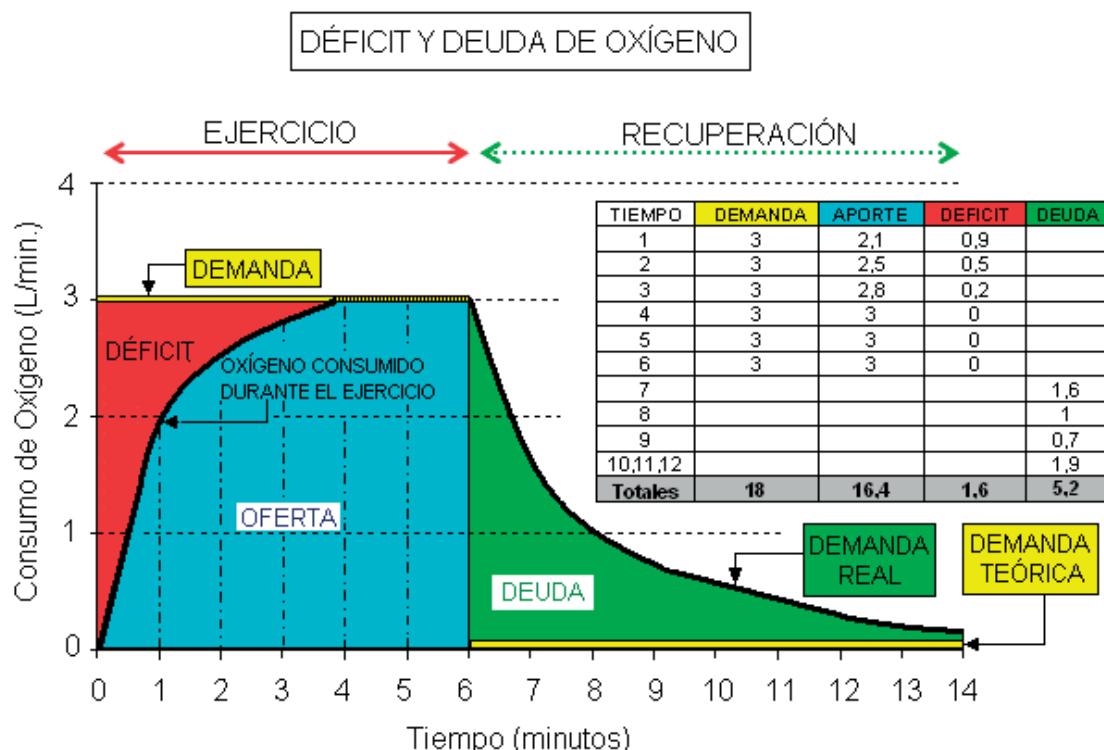
### 3.2 DÉFICIT DE OXÍGENO

Hay que partir de la premisa de que estamos diseñados para vivir en presencia de oxígeno. En reposo, el consumo de oxígeno se ajusta al mínimo para mantener las funciones vitales básicas. Dicha cantidad se conoce como «unidad metabólica» (MET) de consumo de  $O_2$ , que equivale aproximadamente a 3,5 ml/kg/min.

Cuando el oxígeno es insuficiente para la actividad que se está desarrollando, se produce un desequilibrio en el organismo entre la demanda de oxígeno y la posibilidad de abastecerlo. A este desequilibrio se le denomina **déficit de oxígeno**.

En el deporte se produce déficit de  $O_2$  cuando la inmediatez, intensidad o duración del ejercicio es tal que el organismo es incapaz de suministrar y absorber en ese momento la cantidad de oxígeno necesaria para desarrollar el trabajo, debiendo recurrir a las vías anaeróbicas para así obtener la energía que el esfuerzo le demanda, pero contrayendo una deuda que se deberá «pagar» al cesar la actividad o al hacerla menos intensa.

En el gráfico siguiente pretendemos ilustrar sobre estos conceptos.



En la figura, se representa la relación entre la demanda y la oferta de oxígeno de un hipotético atleta que realiza un ejercicio continuo durante seis minutos.

En el eje de ordenadas se expresa el consumo de oxígeno en litros por minuto. En el eje de abscisas, el tiempo en minutos.

Las superficies limitadas por la línea amarilla indican la cantidad de oxígeno necesaria para la actividad (demanda), y la zona de «oferta» (azul), señala la cantidad de oxígeno que se suministra en cada momento del ejercicio.

Se observa que en los primeros cuatro minutos, debido a ajustes cardiovasculares y respiratorios, se «retrasa» el aporte y se produce un desequilibrio entre la oferta y la demanda, o sea, un déficit de oxígeno (zona roja de déficit).

En el minuto cuatro, la oferta se iguala a la demanda y por tanto no se incrementa el déficit.

En el minuto seis, se supone que ha cesado la actividad, por tanto la demanda y la oferta tendrían que situarse en los niveles de reposo, pero esto no es así, pues es necesario «pagar» la deuda (superficie verde) contraída durante el ejercicio, consecuencia del déficit acumulado.

Observamos también que la cantidad de deuda que se paga es superior al déficit acumulado (comparación entre superficies de zonas verde y roja). Es como pagar intereses. Esto se debe a un consumo extra para diversos ajustes (regulación térmica y otras funciones bioquímicas).

La capacidad de «endeudamiento», o lo que es lo mismo, la posibilidad de acumular déficit es limitada, debido principalmente a que para continuar con la actividad sin el oxígeno necesario es obligado emplear las vías energéticas anaeróbicas que, como veremos, condicionan seriamente la prolongación del esfuerzo.

### 3.3 EL ÁCIDO LÁCTICO

Como consecuencia del déficit de oxígeno y del uso prolongado de la vía anaeróbica, se acumula en músculo y sangre una sobretasa de ácido láctico, que termina alterando el PH e interfiriendo en los procesos enzimáticos de la contracción muscular, dificultándola, lo que obliga al atleta a reducir o cesar en la actividad.

Se consideran normales los valores entre 1 y 1,7 mmol/litro de lactato en sangre, y se supone que los registros máximos pueden alcanzar niveles de 24 mmol/litro, aunque no todos los autores están de acuerdo en este último guarismo.

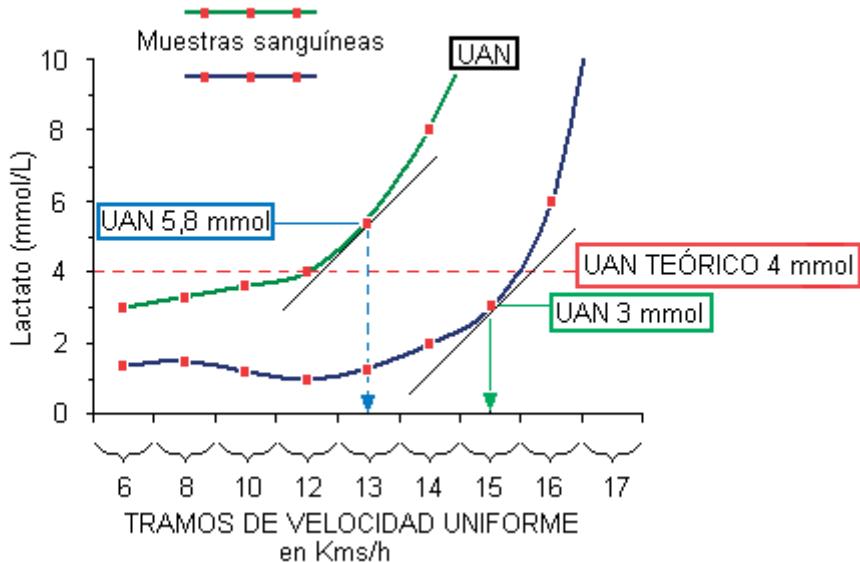
Los registros intermedios pueden servir de referencia para valorar los esfuerzos y las respuestas del atleta ante ellos.

En la figura siguiente, se expresa mediante curvas, el resultado de un test de velocidad progresiva, señalando la evolución de la tasa de ácido láctico en función del incremento de la velocidad de desplazamiento de dos corredores.

En síntesis, la prueba consiste en hacer correr a los atletas tramos de determinadas distancias a velocidades progresivamente mayores en cada tramo. Al terminar cada tramo, se analiza el nivel de lactato y se correlaciona este dato con el de la velocidad desarrollada.

Con posterioridad indicaremos con más detalle el protocolo del test.

#### TEST DE VELOCIDAD PROGRESIVA PARA CALCULAR EL NIVEL DE ÁCIDO LÁCTICO



Como se puede observar, al analizar las curvas, a partir de determinadas velocidades de desplazamiento, las curvas presentan una clara inflexión, que indican que el ácido láctico empieza a acumularse de una manera exponencial. Al valor de velocidad que provoca el inicio de este incremento exponencial del nivel de ácido láctico se le denomina **Umbral Anaeróbico (UAN)**. Este nivel es diferente para cada atleta y evoluciona con el entrenamiento. Por simplificar se acepta, *grosso modo*, el nivel de 4 mmol de ácido láctico como valor teórico del UAN (este concepto lo aclararemos ampliamente con posterioridad).

### 3.4 LAS VARIACIONES DE LA FRECUENCIA CARDÍACA

Se constata que el corazón responde automáticamente ante diferentes exigencias, modificando el ritmo de sus latidos con objeto de ajustar el flujo de sangre

y adaptarse a nuevas situaciones. Estos cambios de ritmo pueden obedecer a variaciones en intensidad y duración de los ejercicios, a condiciones ambientales... y sobre todo debido a la necesidad de abastecimiento de energía y O<sub>2</sub> a los músculos activados.

Se estiman en adultos, como valores medios normales de frecuencia cardíaca en reposo, de 60 a 70 pulsaciones por minuto, dependiendo de la edad y grado de entrenamiento. En ejercicio, se supone que la frecuencia cardíaca máxima no debería superar las 220 pulsaciones por minuto.

Astrand y otros han publicado fórmulas para estimar la frecuencia cardíaca máxima en adultos:

$$\text{FC máx.} = 220 - \text{edad en años}$$

$$\text{FC máx.} = 198 - 0,925 (\text{edad} - 20)$$

$$\text{FC máx.} = (220 +/ - 10) - \text{edad en años}$$

Valores intermedios sirven de referencia para evaluar las respuestas del atleta ante el ejercicio.

La frecuencia cardíaca máxima declina con la edad y se modifica poco con entrenamiento. La que sí lo hace, tendiendo a bajar, es la frecuencia en reposo, y suele ser un buen índice del grado de asimilación del entrenamiento general de resistencia.

También se utiliza como referencia el tiempo que se tarda en recuperar determinados valores de frecuencia cardíaca, después de un ejercicio. Para ello se compararán las pulsaciones al acabar el ejercicio y las de un minuto después. En términos generales y para esfuerzos aeróbicos, un descenso de 20-30 o más pulsaciones en el minuto después de terminar el ejercicio, es un índice más que aceptable de recuperación. En esfuerzos anaeróbicos, el descenso de 30-40 o más pulsaciones en el mismo tiempo anterior, es también un buen signo de recuperación.

Los parámetros de VO<sub>2</sub>, ácido láctico y FC, crecen o evolucionan de distinto modo y hasta ciertos límites, en función del incremento de la intensidad del ejercicio, de tal forma que el crecimiento de los de VO<sub>2</sub> y FC es casi lineal y los de ácido láctico es exponencial.

Es muy orientador, desde el punto de vista del entrenamiento de la resistencia, el analizar estas evoluciones y conocer la correlación que guardan entre sí estas tres respuestas del organismo, en los distintos niveles de intensidad de esfuerzo.

### 3.5 DINÁMICA DE ABASTECIMIENTO Y CONSUMO DE ENERGÍA

Como hemos definido, la resistencia es una cualidad que implica el mantener el esfuerzo requerido el tiempo necesario.

Para ello, entre otros importantes factores, es imprescindible contar con unas fuentes de energía capaces de abastecer el flujo adecuado de la misma en cada momento.

Como recurso didáctico, vamos a considerar a las fuentes o depósitos de energía como unos toneles «vivos», y a las sustancias energéticas como fluidos contenidos en distintos toneles o depósitos.

A la cantidad de energía disponible en cada depósito, la denominamos «capacidad», y a la cantidad de energía que fluye por unidad de tiempo, la llamamos «potencia».

En la fisiología del organismo humano se consideran diferentes depósitos:

- **Los musculares:** que contienen energía en forma de fosfágeno, glucógeno y grasas.
- **Los otros depósitos:** como el tejido adiposo, que contiene grasas; el hígado, glucógeno, etc.

Obviamos conscientemente a las proteínas como sustancias energéticas, aunque lo son en determinadas situaciones y esfuerzos.

A efectos pedagógicos, independientemente del lugar donde se ubiquen, nosotros consideraremos los depósitos en función de los sistemas energéticos que abastecen.

Así indicamos que:

- El depósito N°1 es el **anaeróbico aláctico**, que provee energía de forma «ultra rápida» y contiene fosfágeno (ATP y fosfocreatina).
- El depósito N°2 es el **anaeróbico láctico**, que la abastece de forma «rápida» y contiene glucógeno (glucosa).
- El depósito N°3 es el **aeróbico**, que alimenta de forma relativamente «lenta» (en comparación con los depósitos 1 y 2) y contiene fundamentalmente glucógeno (glucosa) y grasa (triglicéridos).

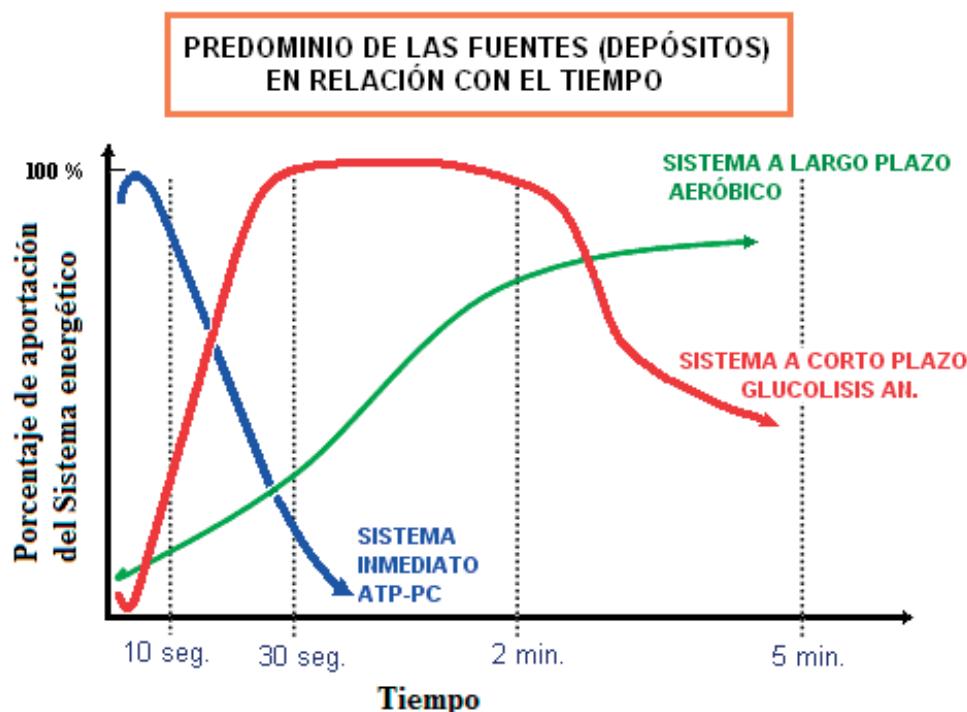
Como ya se indicó en el capítulo primero, CONCEPTOS SOBRE FISIOLOGÍA, la finalidad de todos los sistemas es obtener y abastecer de ATP. Los depósitos se activan en función de la urgencia e intensidad de la demanda:

- Los trabajos iniciales, los inmediatos, los muy urgentes o los de intensidad muy alta, serán atendidos predominantemente por el depósito N°1, que abastece el **sistema anaeróbico aláctico**.
- Los esfuerzos a corto plazo, urgentes o de intensidad alta, serán abastecidos preferentemente por el depósito N°2 del **sistema anaeróbico láctico**.
- Los trabajos a más largo plazo, de intensidad media o baja, activarán principalmente el depósito N°3 del **sistema aeróbico**.

Al hablar de la activación de los depósitos hemos empleado los términos «principal» «preferente» y «predominante», y en efecto es así, pues los tres depósitos funcionan a la vez, solo que dependiendo del tipo de trabajo y de las disponibilidades energéticas, será un depósito u otro el que haga el mayor gasto.

A continuación, de forma gráfica, expresamos el predominio de activación de los depósitos en relación con el tiempo, en el supuesto de que la actividad se realiza, desde el inicio, al máximo de posibilidades, con intensidades que lógicamente irán de más a menos según transcurre el tiempo de actividad.

Los primeros segundos de actividad serían de máximas posibilidades absolutas. A partir de ahí, las máximas posibilidades serían relativas (con intensidades que permitan concluir el ejercicio, aunque subjetivamente el atleta vaya a «tope»).



Expresión gráfica del "predominio" de los SISTEMAS ENERGÉTICOS en un ejercicio que desde el principio se realiza AL MÁXIMO DE POSIBILIDADES

En el siguiente cuadro, con los mismos requerimientos que en el gráfico anterior, se expresan los porcentajes de energía de origen aeróbico y anaeróbico, aportadas en el transcurso del tiempo de trabajo.

Hay diferencias entre los autores consultados, pero se aprecia que todos, aproximadamente, refieren que hasta casi los dos minutos, el aporte de energía de origen anaeróbico es predominante. Próximos a los dos minutos de ejercicio, los porcentajes se equilibran, y a los tres minutos de trabajo, al máximo de posibilidades, el aporte de energía es principalmente aeróbico.

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PORCENTAJE AERÓBICO/ ANAERÓBICO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO											
DURACIÓN DEL EJERCICIO AL MÁXIMO DE POSIBILIDADES											
Segundos				Minutos							
10"	30"	60"	90"	2'	3'	10'	30'	60'	120'	TIEMPO	
10%	20%	30%	40%	50%	60%	85%	95%	98%	99%		AERÓBICO
90%	80%	70%	60%	50%	40%	15%	5%	2%	1%		ANAERÓBICO

Hasta ahora, hemos hablado del proceso de aporte de energía en el supuesto de que el ejercicio se realiza desde el principio al máximo de posibilidades, o sea, indicamos que la actividad es uniforme o regresiva, de más intensidad a menos, pero ¿qué sucedería si la actividad fuese progresiva?, es decir, partiendo del casi reposo para terminar al máximo de posibilidades.

Sabiendo que las necesidades energéticas en reposo son cubiertas, aproximadamente, en el 10% por glucosa y el 90% por ácidos grasos, podríamos deducir que mientras haya suficiente oxígeno y en el entendimiento de que las reservas de grasas son casi ilimitadas, «teóricamente» el uso de los depósitos sería al revés: salvando los instantes iniciales, en principio se produciría la lipólisis (degradación de grasas), después la glucólisis (degradación de glucosa) aeróbica y anaeróbica, para terminar con hidrólisis, usando el depósito de fosfágeno.

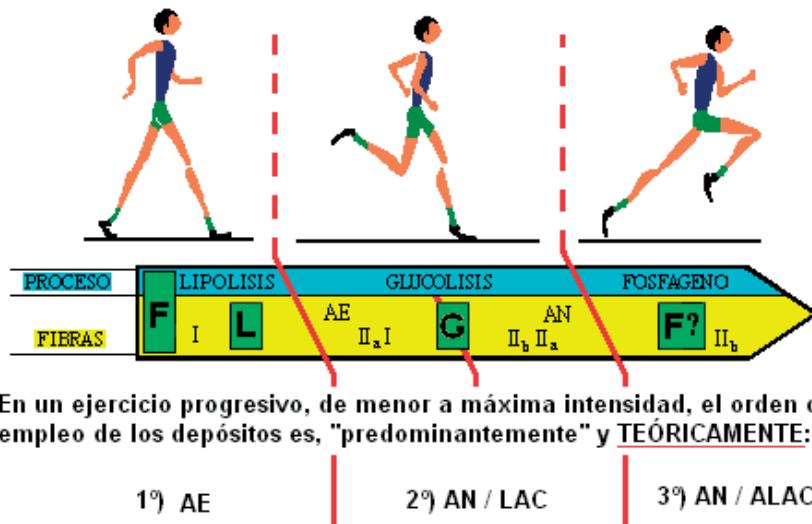
Esto no es así, pues el organismo tiende a emplear antes el depósito de energía que tiene «más a mano».

En las figuras siguientes, comparamos la «teórica» activación de los depósitos en los dos casos:

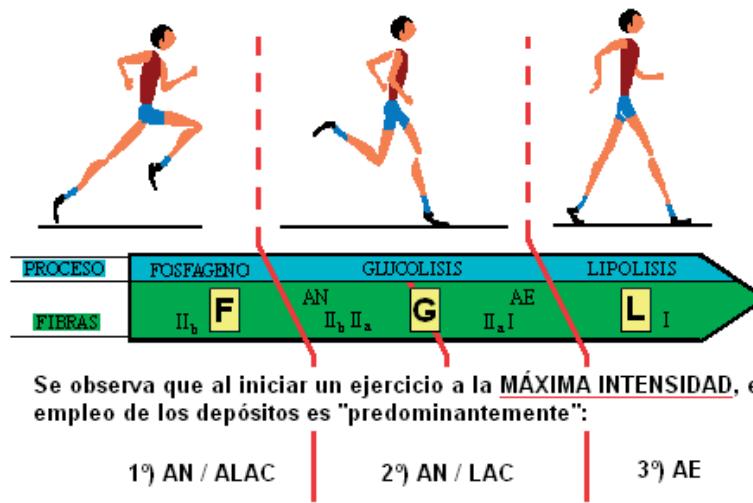
- Actividad progresiva para terminar al máximo de posibilidades.
- Actividad que se inicia y continúa al máximo de posibilidades relativas.

## ACTIVACIÓN DE LOS DEPÓSITOS. APORTE DE ENERGÍA

## ACTIVIDAD "PROGRESIVA" PARA TERMINAR AL MÁXIMO DE LAS POSIBILIDADES



## ACTIVIDAD QUE SE INICIA Y CONTINUA AL MAXIMO DE LAS POSIBILIDADES



Desde el punto de vista del entrenamiento aeróbico, nos interesaría aclarar en qué orden y con qué eficacia se producen los procesos de glucólisis y lipólisis.

En la realidad, para que se produzca una significativa degradación de los ácidos grasos, es necesario que haya suficiente oxígeno, así como un

previo catabolismo de glucosa. Se dice que «las grasas arden mejor en la llama de la glucosa».

También es muy probable que haya un límite en el ritmo de aprovechamiento de los ácidos grasos como fuente principal de energía de origen aeróbico, pues mientras haya disponibilidad suficiente de glucosa, este límite estará muy condicionado, ya que el organismo tenderá a utilizar antes la glucosa que los ácidos grasos. No obstante, con un adecuado entrenamiento se puede anticipar la secuencia de empleo de los ácidos grasos.

En los entrenamientos de resistencia interesa desarrollar unos depósitos que permitan, en función de la prueba a realizar, mantener el flujo de energía requerido el mayor tiempo posible. Para ello se deben ampliar las prestaciones de los depósitos de forma acorde con la especialidad.

Por ejemplo: en una carrera de velocidad de 50 metros lisos se llegan a consumir 0,25 moles de ATP, con un flujo correspondiente a 2,5 moles por minuto. En una prueba de 1500 metros, se pueden necesitar hasta 6 moles de ATP, con un flujo medio de 1,7 moles por minuto.

Como vemos, no hay una proporcionalidad energética entre las pruebas, por eso los entrenamientos de resistencia tienen que ser muy específicos, para desarrollar convenientemente los depósitos.

Resumiendo, podríamos decir que:

- Contamos con tres depósitos, que mediante tres vías energéticas (ultra rápida, rápida y «lenta»), abastecen sustancias convertibles en ATP.
- Dichos depósitos, asimismo, tienen características diferentes, pudiendo con el entrenamiento y dentro de unos márgenes, variar adecuadamente sus prestaciones.
- Todos los depósitos se activan a la vez, siendo predominante el empleo de uno u otro según el tipo de esfuerzo, su intensidad y duración.

Es importante para un entrenador conocer «cómo están los depósitos de su atleta». Sin embargo, no existen medidores clínicos de campo que puedan informar sobre el particular. Solo es posible en laboratorios especializados y con protocolos muy complejos.

Como consecuencia, el entrenador no tiene más camino que medir con pruebas de campo, como son los de las pruebas o test de evaluación.

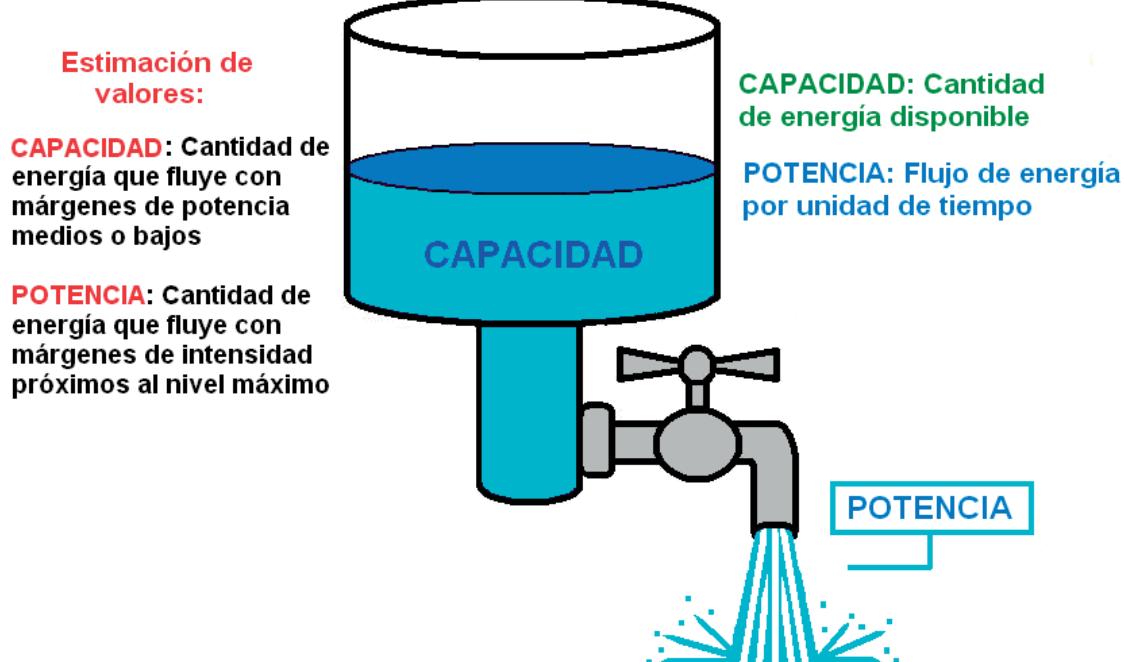
En los siguientes cuadros indicamos algunas características «aproximadas» de los depósitos según distintos autores:

	SUSTRATO	Cantidad aprox. de sustrato por kg. de músculo	Tiempo máximo de utilización	TIPO
PRIMER DEPÓSITO	ATP Adenosin-trifosfato	6 mmol	2 - 3 segs. (teóricamente)	
	CP Creatín-fosfato	20 - 25 mmol		ANAERÓBICO ALACTÁCIDO
	Total de depósitos de fosfagénicos (fosfágено)	30 mmol	7 a 10 segs. (20sg)	
SEGUNDO DEPÓSITO	GLUCÓGENO (glucosa)	270 mmol	Degradación Anaeróbica 45 a 90 segs.	ANAERÓBICO LACTÁCIDO
TERCER DEPÓSITO	GLUCÓGENO (glucosa)	3,000 mmol	Degradación Aeróbica 45 a 90 min.	AERÓBICO
	Triglicéridos (grasas)	50,000 mmol	Varias horas	

DEPÓSITOS o VÍAS	VÍA ANAERÓBICA ALACTÁCIDA	VÍA ANAERÓBICA LACTÁCIDA	VÍA AERÓBICA
SE APRECIA	INMEDIATA	DE 20" a 30"	3'
SE AGOTA	10" – 12"	1' 30"	INDEFINIDO
FACTOR LIMITANTE	DEPLECCIÓN DE PC	DEPLECCIÓN DE GLUCÓGENO DESCENSO DEL PH MUSCULAR	PÉRDIDA DE AGUA, SUBIDA DE TEMPERATURA
FLUJO DE ENERGÍA	MÁXIMA	SUBMÁXIMO	MEDIA – BAJA
INTENSIDAD DEL EJERCICIO	MÁXIMA	SUBMÁXIMO	MEDIA – BAJA
SUSTRATO ENERGÉTICO	ATP LIBRE Y PC	HIDR. DE CARBONO	HIDR. DE CARBONO GRASAS PROTEINAS
ELEMENTOS DE DESECHO PRINCIPALES		ACIDO LÁCTICO	CO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O
FIBRAS ESPECIALIZADAS	FT (rápidas) II <sub>b</sub>	FT (intermedias) II <sub>a</sub>	ST (resistentes) I
Lugar de REACCIONES	SARCOPLASMA	SARCOPLASMA	MITOCONDRIAS

A efectos didácticos, en lo sucesivo, vamos a considerar la capacidad y la potencia como manifestaciones «dinámicas», muy relacionadas entre sí, de los depósitos «vivos», cuyas características definimos del siguiente modo:

## CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPÓSITOS DE ENERGÍA



Hay que tener presente que, tanto la capacidad como la potencia de un sistema o depósito, son siempre mejorables aunque dentro de unos límites, consiguiéndose, con el entrenamiento, más energía disponible y más posibilidad de incremento de flujo por unidad de tiempo.

Recordamos que el organismo, como se indicó en el capítulo de BASES..., para su propia supervivencia, mantiene en sus depósitos un tanto por ciento de sus reservas de energía de forma «protegida».

Recapitulando, se estima que con el entrenamiento adecuado:

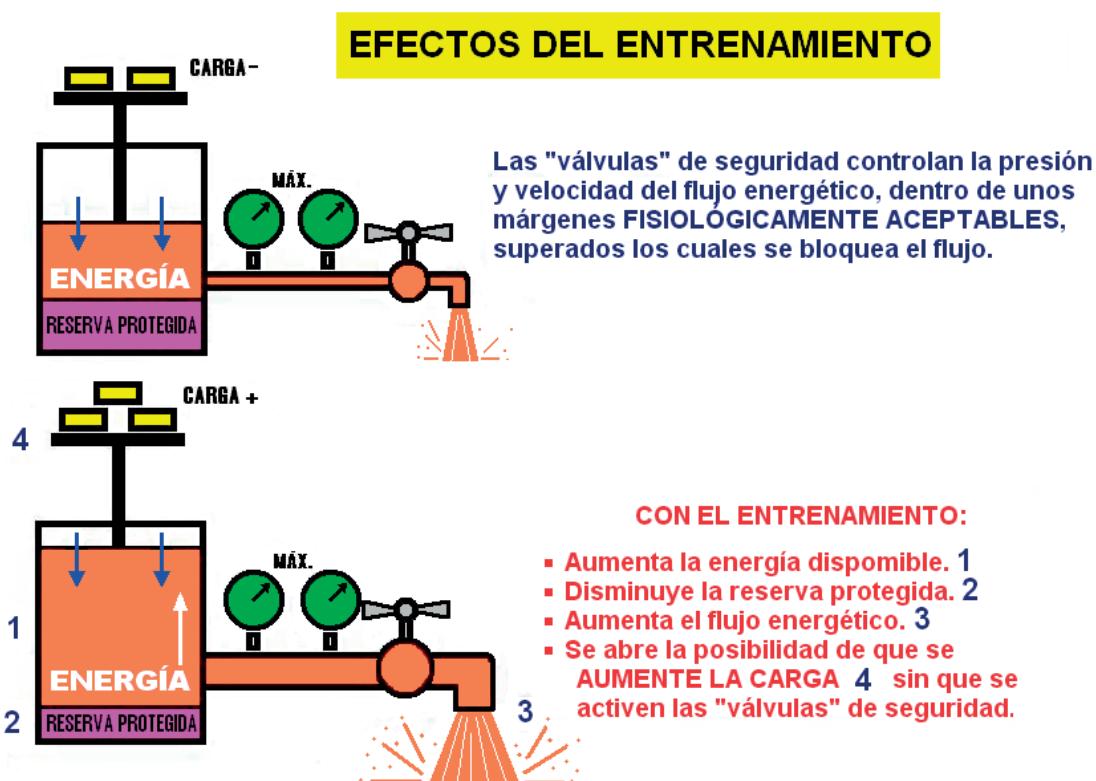
- Se facilita la disponibilidad de parte de las reservas protegidas.
- Se incrementan los depósitos de energía.
- Se aumenta la posibilidad de incrementar el flujo de energía por unidad de tiempo.
- Se soportan mayores cargas.

En la siguiente figura, se pretende expresar de forma gráfica, la capacidad y potencia antes y después del entrenamiento.

En ella, se dibuja un depósito contenedor de energía con un émbolo en la parte superior, que es activado por el peso de las cargas (rectángulos amarillos en la bandeja), las cuales mediante su peso, empujan al émbolo, haciendo que este

baje presionando sobre la «energía», que es obligada a abandonar el depósito fluyendo por el conducto hacia el exterior.

Se supone que las «válvulas de seguridad» (con posibilidad de interrumpir el proceso si se superan los márgenes), podrían ser el exceso en frecuencia cardíaca, en ácido láctico, en grado de fatiga... etc.



### 3.6 LAS FRANJAS DE LOS ESFUERZOS

Todo lo expuesto anteriormente nos permite, en función de la duración e intensidad del ejercicio, del depósito suministrador predominante y del flujo de aportación energética, estructurar los esfuerzos en unas **franjas** que, junto con las correlaciones de otros indicadores, facilitará el ubicar las pruebas y organizar su entrenamiento.

Para determinar cada franja, se emplean diferentes índices:

- Sistema o vía energética predominante.
- Nivel de flujo.
- Nivel de acidosis.
- Tanto por ciento del consumo máximo de oxígeno.
- Nivel de frecuencia cardíaca.

- Intensidad, expresada en un tanto por ciento de las posibilidades máximas absolutas de acción del atleta en el ejercicio a realizar.

Y se consideran las siguientes franjas relacionadas con esfuerzos de mayor a menor intensidad:

- Potencia anaeróbica aláctica.
- Capacidad anaeróbica aláctica.
- Potencia anaeróbica láctica.
- Capacidad anaeróbica láctica.
- Potencia aeróbica (alta y baja, o intensiva y extensiva).
- Capacidad aeróbica (alta y baja, o intensiva y extensiva).

En las denominaciones de las franjas y los límites entre ellas, así como en los tiempos en los que los sistemas energéticos son predominantes, existe controversia entre los diferentes textos consultados. Nosotros en este libro hemos pretendido estructurar los esfuerzos de forma didáctica y acorde con la mayoría de los autores, aunque es conveniente hacer algunas consideraciones previas:

- Cuando hablamos de potencia y capacidad aláctica, queremos decir que la energía procedente de los depósitos alácticos es determinante, no que en estos esfuerzos, sobre todo si se reiteran o prolongan sin el descanso adecuado, no se produzca incremento de ácido láctico, pues de hecho se produce.
- Asimismo, cuando nos referimos a la potencia y capacidad láctica, queremos indicar que el depósito anaeróbico láctico tiene una alta participación en el esfuerzo, o se supone que su aportación de energía para la acción es predominante. En este concepto, y sobre todo en el límite entre las franjas de capacidad anaeróbica láctica y potencia aeróbica, es donde aparecen más diferencias entre los distintos autores.

Definimos las **franjas** del siguiente modo:

#### a) **Potencia Anaeróbica Aláctica**

Es la zona de esfuerzos realizados, de forma continua, con una intensidad al 100% de **posibilidades absolutas** y que duran aproximadamente entre 1"-3",... y ¿10"-15"-20"...? dependiendo de las facultades del atleta. Como ya hemos indicado, se entiende como posibilidad absoluta el máximo que cada atleta pueda dar de sí, implicándose al máximo y sin ahorro de energías.

La fuente de energía procede fundamentalmente del depósito aláctico (ATP y CP). El flujo de energía por unidad de tiempo es máximo, y su factor limitante, para el buen rendimiento, puede ser la imposibilidad de aportar energía con la rapidez necesaria.

Estos esfuerzos se consideran como de **Velocidad o de Resistencia a la velocidad.**

#### b) Capacidad Anaeróbica Aláctica

Es la franja de los trabajos realizados, de forma continua, al 97% - 98% de posibilidades absolutas, por un espacio de tiempo que oscila entre 15" y 25"- 30"?

La fuente de energía procede igualmente de los depósitos alácticos. El flujo de energía se aproxima al máximo del sistema, y su factor limitante puede ser la limitación o agotamiento del depósito específico.

Estos esfuerzos se califican como de **Velocidad, Resistencia a la velocidad o de Resistencia de muy corta duración.**

#### c) Potencia Anaeróbica Láctica

Es la zona de esfuerzos realizados de forma continua, al máximo de posibilidades relativas (que permitan concluir el ejercicio), equivalentes a una intensidad aproximada del 95 % de las máximas posibilidades absolutas, durante un tiempo que oscila entre 30" y 90"- 2'?

La energía procede principalmente del depósito láctico. Son factores decisivos para el rendimiento, el buen funcionamiento de la glucólisis anaeróbica, la capacidad de amortiguar, durante el ejercicio, parte del exceso del ácido láctico producido, y también la tolerancia a niveles altos de ácido láctico.

Como factores limitantes se consideran, la imposibilidad de aportar energía con la rapidez requerida y sobre todo, la intoxicación muscular por ácido láctico, que como sabemos, entorpece la eficacia de la contracción muscular.

Estos esfuerzos son calificados como de **Resistencia de corta duración.**

#### d) Capacidad Anaeróbica Láctica

Es quizás la franja más comprometida para su delimitación. Se podría definir como la zona de esfuerzos continuos, al máximo de posibilidades relativas, equivalentes a una intensidad aproximada del 90% de las posibilidades absolutas y durante un tiempo que va desde los 90"- 120" a los 3', aunque hay autores que justifican la prolongación del esfuerzo a los 6'- 8'- 10'.

Sus factores decisivos para el buen rendimiento son: un amplio depósito de glucógeno muscular, la tolerancia a valores medios-altos de lactato, buena capacidad de amortiguamiento de ácido láctico (capacidad de absorber y soportar, en pleno ejercicio, el ácido láctico), y un VO<sub>2</sub> máx. alto.

Como factor limitante se considera, además de la condicionante intoxicación láctica, el agotamiento del glucógeno muscular.

Es necesario reiterar que cuando el atleta se aproxima a los dos minutos de esfuerzo, la participación de la vía aeróbica en el aporte de energía ya es muy importante, y al llegar a los tres minutos, esa vía es la que prácticamente predomina.

Debido a esto, es por lo que muchos entrenadores señalan los tres minutos como el inicio de la siguiente franja, la de la potencia aeróbica, entrando en conflicto con otros autores, que aseguran que, a «efectos de entrenamiento», es mejor ampliar más la franja de la «capacidad anaeróbica láctica», basados en la certeza de que la producción de ácido láctico, superados los tres minutos, sigue siendo muy importante, comprometiendo seriamente la culminación del esfuerzo, si no se tiene una adecuada capacidad anaeróbica láctica.

Por tanto, no les parece desacertado considerar los esfuerzos de esa franja como esfuerzos anaeróbicos. De ahí que, como hemos indicado anteriormente, amplían la franja hasta los 6'-8'-10'.

Sus factores limitantes son la alta tasa de ácido láctico, el agotamiento del glucógeno muscular, y la mayor o menor capacidad para tolerar y amortiguar la acidez láctica.

Se consideran estas actividades como de **Resistencia de media duración**.

#### e) **Potencia Aeróbica**

Es la zona de esfuerzos continuos, realizados al máximo de posibilidades relativas, con una intensidad aproximada del 80% de las posibilidades absolutas y durante un tiempo que puede fluctuar entre 6'-10' y 30'-35'.

La fuente de energía es de marcado carácter aeróbico. Son factores decisivos para el buen rendimiento: Un VO<sub>2</sub> máx. alto, la tolerancia a niveles medianos de lactato y un amplio depósito de glucógeno.

Su factor más limitante es la imposibilidad de conseguir el suficiente flujo de energía, sin tener que recurrir en demasía a la vía anaeróbica. Por eso es muy importante en estos esfuerzos la capacidad «tampón», que permite amortiguar en pleno ejercicio el ácido láctico, aunque se esté produciendo en dosis medias.

Algún autor distingue dos subfranjas: la de **Potencia aeróbica alta** para los esfuerzos más próximos a los 6-10 minutos, y la **Potencia aeróbica baja**, cuando los esfuerzos se van acercando a los 30 minutos.

Estos ejercicios también se denominan como de **resistencia de larga duración-1**.

#### f) Capacidad Aeróbica

Es la franja que agrupa a todos los esfuerzos continuos que se mantienen por encima de 30'-35', realizados con una intensidad que, según su duración, puede oscilar aproximadamente entre el 50% y el 75% de las máximas posibilidades absolutas.

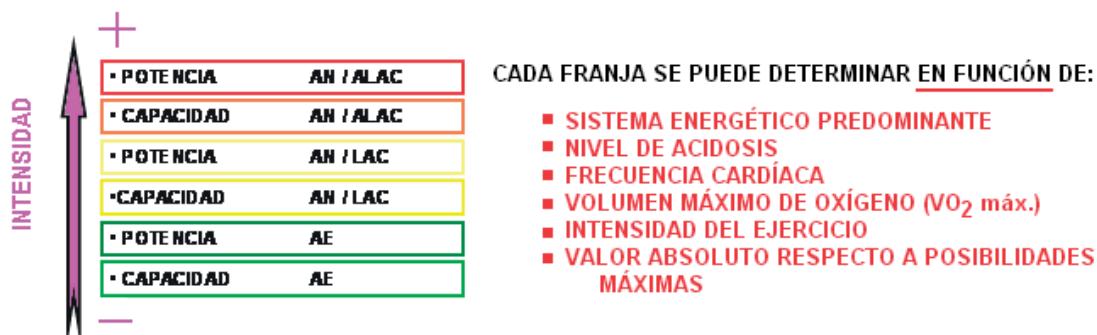
Esta franja se suele también dividir, en función del tiempo de esfuerzo, en subfranjas:

- **Capacidad aeróbica alta o Resistencia de larga duración-2:** cuando la actividad se mantiene entre 30' y 90'. Son decisivos para un buen rendimiento en esta franja, altos niveles de «umbral anaeróbico» (del que se hablará a continuación), un  $\text{VO}_2$  máx. alto, y buenas reservas de glucógeno. Se estiman como factores limitantes, el agotamiento de las reservas energéticas y la pérdida de electrolitos por la sudoración.
- **Capacidad aeróbica baja o Resistencia de larga duración-3:** cuando se persevera en el esfuerzo entre 90' y 5- 6 horas.
- **Resistencia de larga duración- 4:** si se sobrepasan las 5-6 horas.

En estas dos últimas subfranjas, la fuente de energía es casi totalmente aeróbica y es decisivo para el buen rendimiento un alto nivel de «Umbral anaeróbico» y reservas suficientes de glucógeno, aunque en estas pruebas también es determinante la utilización de grasas como sustrato.

Como factores limitantes se consideran, entre otros, la sobrecarga muscular, ligamentosa y tendinosa, la deshidratación y la pérdida de electrolitos.

Es necesario resaltar que todos los tiempos de esfuerzo reseñados son orientativos, pues la buena calidad del atleta, así como su nivel de entrenamiento, aumentarán los tiempos y sin embargo, una menor cualificación o la edad, por exceso o defecto, reducirán los tiempos.



### 3.7 LOS UMBRALES Y LAS CORRELACIONES

El término umbral o puerta, muy empleado últimamente, nos indica el paso de una franja a otra. Los más conocidos son:

#### a) Umbral Aeróbico (UA)

Es como el suelo del entrenamiento, o la transición del casi reposo al ejercicio suave o moderado. Es donde se inicia el trabajo enfocado a mejorar la capacidad aeróbica; el paso a una zona de esfuerzo predominantemente aeróbico, donde el lactato que se produce es, en pleno ejercicio, eliminado o neutralizado en cantidad suficiente para que no se acumule. Valores entre 2 y 2,5 mmol de lactato son, tradicionalmente, considerados normales.

#### b) Umbral Anaeróbico (UAN)

Es la zona de transición entre el metabolismo preferentemente aeróbico y el metabolismo anaeróbico, o mejor dicho, es la zona de esfuerzo donde la participación del metabolismo anaeróbico láctico empieza a ser muy significativa.

Constituye el paso de la capacidad aeróbica a la potencia aeróbica.

Podemos pensar que es una equivocación establecer que la frontera entre dos franjas aeróbicas se denomine como **Umbral Anaeróbico**, pero no es un error esta denominación, pues aunque el UAN está en la zona aeróbica, indica, al mismo tiempo, que la vía anaeróbica ya empieza a participar en el abastecimiento de energía de una manera importante, detectado por el inmediato incremento exponencial de la tasa de ácido láctico.

Valores próximos a los 4mmol, se han considerado como indicadores de este umbral.

#### c) Potencia Aeróbica Máxima

El umbral así denominado, es la zona de esfuerzos en la que suponemos se aproxima, alcanza o mantiene el consumo máximo de oxígeno ( $\text{VO}_2$  máx.), y marca una difusa frontera entre las franjas de potencia aeróbica y de capacidad anaeróbica.

#### Correlaciones

Para analizar las correlaciones, en los siguientes gráficos se expresan:

#### a) Niveles de ácido láctico

NTVEL DE ACIDOSIS	LACTATO mmol/ L
ALTA	Más de 12
MEDIA	8 - 12
BAJA	4 - 8
NTVEL TEÓRICO DE UMBRAL ANAERÓBICO	4
90% a 95% de UAN	2 - 3
85% a 90% de UAN	2

b) Una posible correlación entre porcentajes de FC. y VO<sub>2</sub> máx.

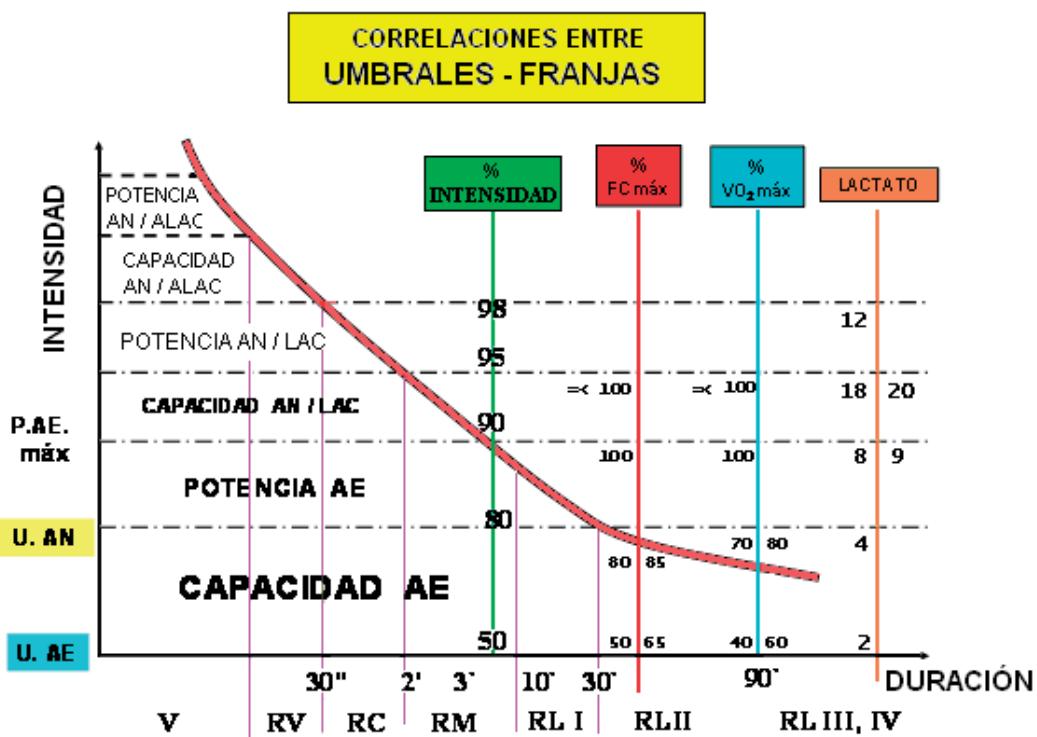
### CORRELACIÓN ENTRE F.C. Y VO<sub>2</sub>

Porcentaje F.C. máx.	Porcentaje VO <sub>2</sub> máx.
50%	28%
60%	42%
70%	56%
80%	70%
90%	83%
100%	100%

Esta tabla nos indica que, conociendo la F.C. máxima y la F.C. alcanzada durante el ejercicio, se puede calcular aproximadamente en qué porcentaje de VO<sub>2</sub> máx. se ha trabajado.

c) Cuadro resumen, donde se exponen correlacionados entre sí las franjas, los umbrales, las intensidades, las frecuencias cardíacas, los volúmenes de oxígeno máximos, los niveles de lactato, los tiempos de esfuerzo y clasificación de la resistencia en función de los tiempos.

También hemos incluido en este gráfico una estimación sobre una curva hipotética de máximo rendimiento de un supuesto atleta (línea curva gruesa de color rojo).



Para comprender el gráfico anterior, damos las siguientes orientaciones:

En las sucesivas **columnas**, paralelas al eje de ordenadas contando de izquierda a derecha se indican:

- Umbrales más característicos (umbral aeróbico, umbral anaeróbico, potencia aeróbica máxima).
- Intensidad del esfuerzo (columna verde), expresado en tanto por ciento de las máximas posibilidades absolutas de acción.
- Frecuencia cardíaca (columna roja), indicada en tantos por ciento de la frecuencia cardíaca máxima.
- Consumo de oxígeno (columna azul), señalado en tantos por ciento del consumo máximo de oxígeno.
- Nivel de acidosis láctica (columna marrón), expresado en milimoles por litro.

Las sucesivas **filas**, paralelas al eje de abscisas, contando de abajo hacia arriba, enuncian lo siguiente:

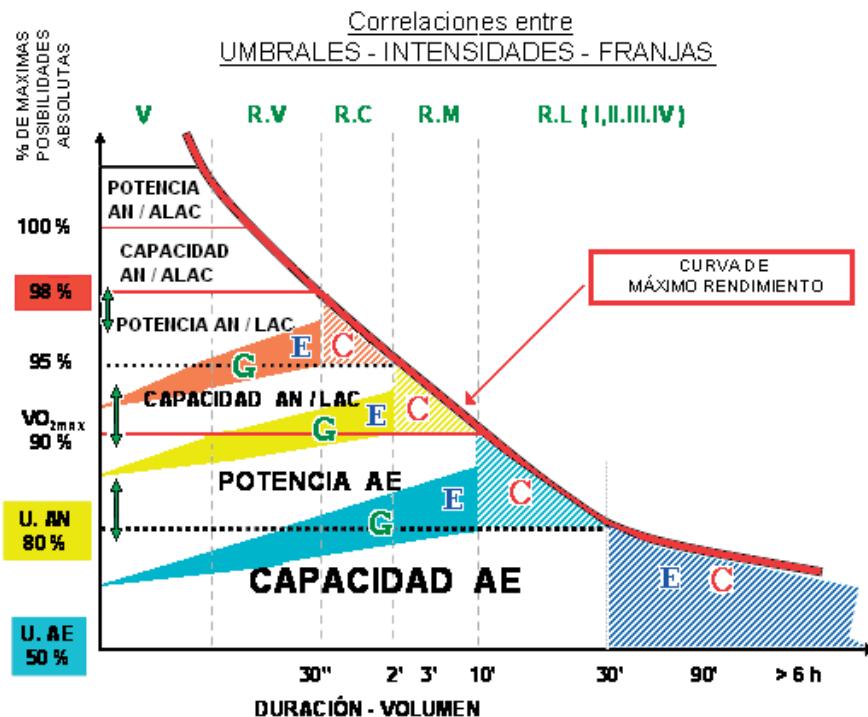
- Clase de resistencia a que corresponde.
- Duración máxima estimativa y aproximada de los esfuerzos, expresada en segundos y minutos (muy variable de un individuo a otro).
- Las franjas.

Y siempre entendiendo de que un esfuerzo realizado en una franja no tiene que prolongarse al tiempo máximo. Por ejemplo, se puede estar trabajando durante dos minutos en la franja de potencia aeróbica, siempre que la intensidad del ejercicio se mantenga entre los umbrales UAN y  $\text{VO}_2$  máx.

El siguiente gráfico es una reiteración del anterior. Los espacios rayados (con distintos colores, limitados por las paralelas al eje de abscisas, por las verticales que abarcan la duración de los esfuerzos y por la curva de máximo rendimiento), pretenden encuadrar y definir los trabajos de resistencia muy específica «E» o competitiva «C», dada su duración, intensidad y dinámica de las fuentes de energía.

Los triángulos coloreados que invaden dos franjas, señalan una posible aproximación y ubicación de los entrenamientos genéricos «G», previos a los específicos antes señalados.

Indicamos, así mismo, con flechitas verdes, que las «fronteras» o límites entre franjas son normalmente difusos.



Recalcamos también que la «curva de máximo rendimiento» es personal de cada atleta, y que aunque siempre mantendrá su forma parabólica, variará de forma específica en función del entrenamiento, arrastrando la configuración del encuadramiento, duración y definición de los esfuerzos.

En el siguiente cuadro reseñamos algunos valores de los indicadores ( $VO_2$ , FC y ácido láctico) con respecto a las franjas.

#### DATOS ORIENTADORES PARA EL ENTRENAMIENTO

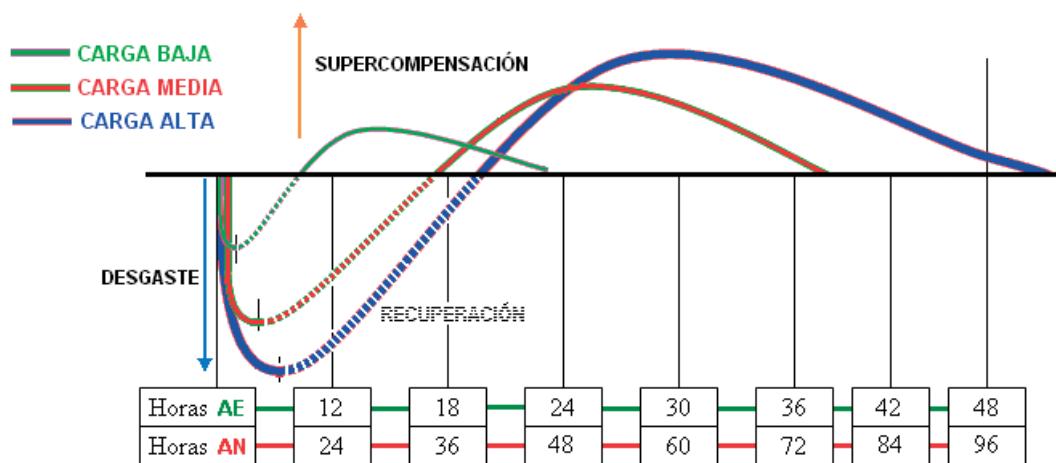
<b><math>VO_2</math></b>	Recuperación	40 % $VO_2$ max
	Capacidad AE	50- 80 % $VO_2$ max
	Potencia AE	80- 90 % $VO_2$ max
	Potencia y Capacidad AN	90-100 % $VO_2$ max
<b>F.C.</b>	Recuperación	60 % FC max = <b>130 ppm</b>
	Capacidad AE	65- 85 % FC max = <b>150- 170 ppm</b>
	Potencia AE	85- 95 % FC max = <b>180- 185 ppm</b>
	Potencia y Capacidad AN	95-100 % FC max > <b>185 ppm</b>
<b>LACTATO</b>	Recuperación	Nivel de reposo. 2 - 4 mmol / L
	Capacidad AE	4 - 8 mmol / L
	Potencia AE	8 - 10 mmol / L
	Capacidad AN	10- 18 mmol / L
	Potencia AN	>< 18 mmol / L

### 3.8 LA RECUPERACIÓN Y SUPERCOMPENSACIÓN EN LOS TRABAJOS DE RESISTENCIA

Como ya se expuso de forma general este concepto en el capítulo de BASES..., a continuación solo vamos a dar algunos datos sobre tiempos medios estimados de recuperación y supercompensación, cuando se abordan trabajos de resistencia.

TIEMPO APROXIMADO DE RECUPERACIÓN		
PROCESO DE RECUPERACIÓN	MÍNIMO	MÁXIMO
▪ RESTAURACIÓN DEL FOSFÁGENO (ATP-PC) .....	1 MIN.	3 MIN.
▪ CANCELACIÓN DE LA DEUDA DE O <sub>2</sub> ALÁCTICA.....	3 MIN.	5 MIN.
▪ RESTAURACIÓN DE LA O <sub>2</sub> MIOGLOBINA.....	1 MIN.	2 MIN.
▪ RESTAURACIÓN DEL GLUCÓGENO MUSCULAR:		
DESPUÉS DE EJERCICIO PROLONGADO.....	10 HORAS	46 HORAS
DESPUÉS DE EJERCICIO INTERMITENTE .....	5 HORAS	24 HORAS
▪ ELIMINACIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO:		
CON EJERCICIO-RECUPERACIÓN.....	30 MIN.	1 HORA
CON REPOSO-RECUPERACIÓN.....	1 HORA	2 HORAS
▪ CANCELACIÓN DE LA DEUDA DE O <sub>2</sub> LÁCTICA .....	30 MIN.	1 HORA

El siguiente gráfico intenta orientar sobre los tiempos medios de recuperación y supercompensación, según la clase de trabajo de resistencia realizado (aeróbico o anaeróbico) y el nivel de carga soportado.



### 3.9 LA ADAPTACIÓN EN LOS TRABAJOS DE RESISTENCIA

Se define la **Adaptación** en el entrenamiento físico, como un «*Provocado proceso biológico que incrementa, a medio y largo plazo, el desarrollo deseado de determinadas capacidades específicas*».

El entrenamiento de la resistencia tiene como objetivo el inducir o provocar en el organismo cambios duraderos, o sea adaptaciones, que en conjunto mejoren el desarrollo de esta cualidad. Las adaptaciones se producirán en diferentes ámbitos del organismo: muscular, pulmonar, cardíaco, circulatorio, sanguíneo, hormonal, nervioso, etc., y serán específicas y acordes con el entrenamiento realizado.

A continuación indicamos las principales adaptaciones orgánicas que se producen derivadas de los trabajos de resistencia.

#### Con entrenamientos **generales**:

- Mejora de la eficacia en la función respiratoria.
- Disminución de la frecuencia cardíaca en reposo y mejor capacidad de rendimiento del corazón.
- Incremento del volumen sanguíneo.
- Incremento del volumen sistólico.
- Aumento de la capacidad de amortiguar la acidosis.
- Incremento de las concentraciones de sodio y potasio.
- Aumento de la capilarización a nivel del músculo esquelético.
- Mejora de los procesos de redistribución sanguínea periférica y termorregulación.

Como resultado de los entrenamientos **específicos de resistencia aeróbica** se incrementarán:

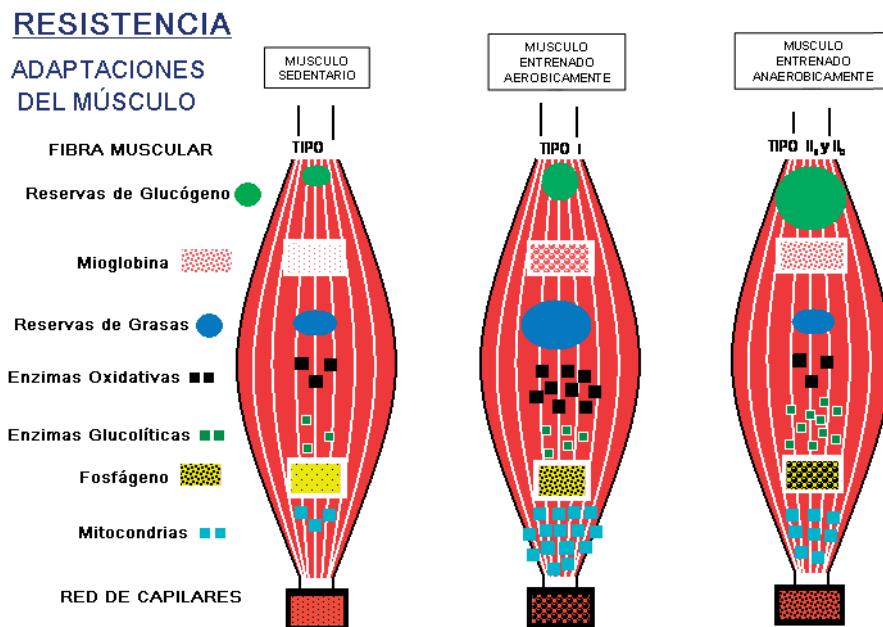
- El volumen máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx).
- La capacidad de trabajo en el nivel de  $VO_2$  máx.
- El nivel de los umbrales aeróbico y anaeróbico (UA y UAN).
- Las reservas de glucógeno y enzimas oxidativas.
- Las capacidades de las fibras ST principalmente

En el caso de los trabajos **específicos de resistencia anaeróbica**, se mejorarán:

- Las capacidades de formar ácido láctico y de amortiguarlo.
- La capacidad de tolerar niveles altos de ácido láctico.
- Las capacidades de trabajo de las fibras FTII-a y FTII-b.
- Las reservas de fosfágeno y glucógeno, así como las de enzimas glucolíticas.

Los tiempos de adaptación son muy variables. Dependen de la especialidad, del atleta y de los sistemas de entrenamiento. No obstante, se estiman como necesarias de tres a seis semanas de entrenamiento sistemático para apreciar mejoras sustanciales en las estructuras y funciones.

En la figura siguiente se comparan gráficamente algunas de las adaptaciones musculares más significativas en función del tipo de entrenamiento.



#### 4. EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA CON LA EDAD

Referente a la edad, es necesario distinguir entre edad cronológica y edad biológica. La primera indica exclusivamente la acumulación de los años vividos, y aunque de algún modo iguala a los individuos de la misma especie, también presenta grandes diferencias de un sujeto a otro, siendo más acusadas en la niñez por los fenómenos de precocidad o retraso en el desarrollo, y también en los adultos mayores, donde las variaciones son más por mantenimiento que por desarrollo.

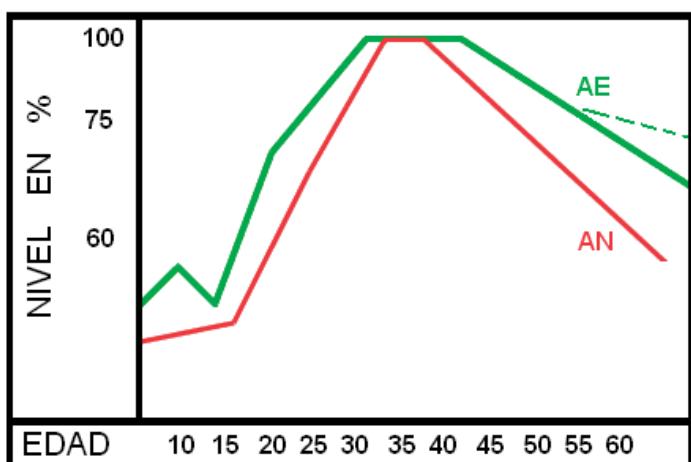
La **Edad Biológica** se define como: «La edad real estimada según la madurez alcanzada». Indica el grado de desarrollo conseguido. Su evolución está sometida, a efectos de rendimiento, a múltiples variaciones en función de la genética, factores ambientales, nivel de entrenamiento, especialidad deportiva, sexo, grado de precocidad o retraso, etc.

Desde el punto de vista del entrenador, la edad es un factor importante, pues proporciona índices para pronosticar la posible evolución del atleta en el futuro.

Refiriéndonos a la resistencia, dada la multitud de variables, solo se pueden dar datos genéricos sobre una probable evolución de esta cualidad en relación con la edad. Lo expresamos en la siguiente figura, en la que se observa que

con respecto a los ejes de coordenadas, la gráfica es una línea ascendente con una bajada en la prepubertad (de 9 a 12 años), para volver a ascender en la post-pubertad (de los 13 a los 15, 16, 17 años), hasta llegar a la madurez (21 a 30 años), que es cuando la línea tiende a estabilizarse, para luego tomar un camino descendente a partir de los 32 o 36 años.

La gráfica general variará con el individuo, con su calidad, nivel de entrenamiento y especialidad deportiva.



A efectos informativos, a continuación damos algunos datos que relacionan parámetros de la calidad resistencia con la edad.

Comparando un niño con un adulto en lo referente a suministro de energía, los niños tienen un más deficiente depósito de energía anaeróbica aláctica, por lo que el sistema anaeróbico láctico se activa antes, pero también con una capacidad más limitada que el adulto. Se cree que esto es debido a que el niño posee menos fosfágeno, enzimas glucolíticas y menos tolerancia al ácido láctico. Como consecuencia, la vía predominante en el niño es la aeróbica.

Referente a la frecuencia cardíaca, tanto las frecuencias máximas como las bajas o de reposo, evolucionan de más a menos con la edad. El entrenamiento aeróbico propicia el bajar la frecuencia cardíaca en reposo.

En el entrenamiento de resistencia, como en otras cualidades, hay que tener en cuenta las «fases sensibles», que ya las definimos como «edades en las que el organismo es especialmente receptivo, responde y se adapta mejor a determinados estímulos», y por consiguiente un mejor y más temprano desarrollo.

En la resistencia aeróbica hay dos fases sensibles: la prepubertad y luego desde la post-pubertad hasta la madurez.

En la resistencia anaeróbica, la fase sensible aparece desde la semimadurez (17 a 20 años) y concluye en la estabilización de la madurez.

## **5. EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA**

Son de aplicación en este apartado todas las indicaciones que se hacían en el capítulo de BASES..., cuando nos referíamos a la evaluación.

Para la buena organización del entrenamiento de resistencia, es necesario realizar controles periódicos sobre el curso del proceso. Por tanto, dichas acciones de control deben programarse e integrarse, como algo más, dentro del entrenamiento.

El problema surge a la hora de elegir las pruebas y el momento de aplicarlas. Una pauta podría ser analizar detalladamente la especialidad deportiva en relación con el atleta, y de ese estudio deducir las necesidades reales de desarrollo de la resistencia en general o algún aspecto concreto de la misma, y con esos datos seleccionar los medios de evaluación más convenientes.

En el análisis inicial y en los posteriores, será imprescindible utilizar un conjunto de test adecuados a cada momento del ciclo de entrenamiento.

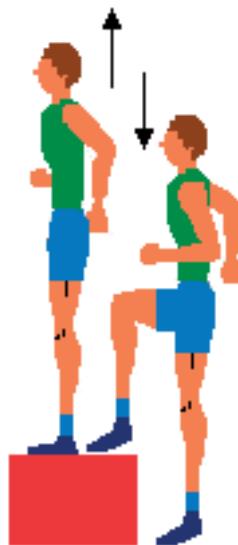
Aquí nos vamos a referir exclusivamente a los test de campo más conocidos, obviando aquellos que no están al alcance de un entrenador medio.

### **5.1 TEST DE HARVARD (STEP-TEST)**

Es un test ideado con la finalidad de apreciar la respuesta cardiovascular al esfuerzo. Utiliza como medidor la frecuencia cardíaca y en concreto cómo se recupera el corazón (disminución de frecuencia cardíaca), al finalizar el ejercicio.

El test consiste en subir y bajar un escalón de 50 centímetros de altura, a un ritmo de treinta ciclos (subidas y bajadas completas) por minuto, durante cinco minutos.

Se considera un ciclo cuando el ejecutante coloca un pie sobre el escalón, inmediatamente sube el otro pie colocando ambos pies arriba, estirando completamente las piernas y el tronco, para sin solución de continuidad, descender comenzando con el pie que subió primero.



Al terminar los cinco minutos del ejercicio, el atleta debe sentarse durante tres minutos, tomándose pulsaciones en los primeros treinta segundos de cada minuto de los tres de descanso, (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> y P<sub>3</sub>).

A continuación, aplicar la fórmula:

$$\text{Indice} = \frac{T \times 100}{(P_1 + P_2 + P_3) \times 2}$$

Donde T es el tiempo de ejercicio expresado en segundos.

El baremo empleado para un individuo adulto, señala los siguientes valores del índice:

- Malo < 55
- Regular entre 55 y 64
- Bueno entre 65 y 79
- Muy bueno entre 80 y 89
- Excelente > 90

Una formula simplificada aplicando el mismo baremo es:

$$\text{Indice} = \frac{T \times 100}{P_1 \times 5,5}$$

Hay un test, aplicado a corredores, que utiliza el mismo protocolo que el de Harvard excepto en el ejercicio, que en este caso consiste en correr 300 metros lisos, a un ritmo relativamente lento, al 90% del que el atleta fuese capaz de desarrollar al correr 1000 metros al máximo de sus posibilidades.

## 5.2 TEST DE LIAN



Es una prueba similar y con la misma finalidad que la anterior, con el siguiente protocolo: el atleta debe permanecer en pie, sin hacer ejercicio durante cinco minutos. Al finalizar este período se tomarán pulsaciones durante quince segundos, registrando ese valor como «pulso inicial». A continuación, el atleta correrá sobre el propio terreno durante treinta segundos, golpeando alternativamente con los talones los glúteos a un ritmo que permita realizar treinta ciclos con cada pierna, o sea, sesenta ciclos en total.

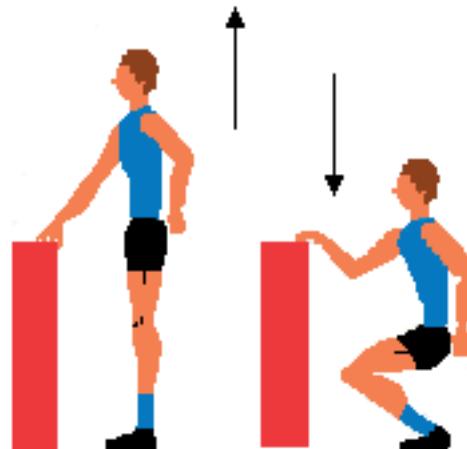
Finalizado el ejercicio, se toman pulsaciones de nuevo durante quince segundos inmediatamente después de terminar, y al transcurrir cada minuto de descanso, hasta que el atleta haya retorna do al pulso inicial.

El baremo para un individuo adulto es el siguiente:

- Malo, si tarda más de 5 minutos en retornar al pulso inicial.
- Regular, al 4º minuto.
- Bueno, al 3º minuto.
- Excelente, al 2º minuto.

### 5.3 TEST DE RUFFIER-DICKSON

También tiene el mismo objetivo que los anteriores y utiliza un protocolo parecido: al atleta se le toman pulsaciones en reposo durante quince segundos (Pr). A continuación, desde la posición de firmes, debe realizar treinta flexiones profundas de piernas durante cuarenta y cinco segundos, permitiéndole un apoyo de mano sobre algo, para no perder el equilibrio, siempre que no suponga una ayuda para la flexo-extensión de piernas. Inmediatamente después de terminar el ejercicio, se toman pulsaciones durante quince segundos (Po), y al minuto se repite la operación (P1).



Con estos datos se aplica la siguiente fórmula para calcular el índice:

$$\text{Índice} = \frac{4 (P_R + P_0 + P_1) - 200}{10}$$

Y se valora en función del guarismo del índice:

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Malo, más de 15.</li> <li>• Bajo, entre 10 y 15.</li> <li>• Regular, entre 5 y 10.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bueno, entre 1 y 5.</li> <li>• Excelente, menos de 1.</li> </ul> |
|--|---|

### 5.4 TEST DE COOPER

Es un test físico universal. Informa sobre el rendimiento del atleta en carreras de resistencia de media y larga duración. Puede indicar aproximadamente, el VO<sub>2</sub> máx., el ritmo o velocidad de carrera del VO<sub>2</sub> máx., o velocidad aeróbica

máxima (VAM), la velocidad de carrera del umbral anaeróbico (VUAN), y también la frecuencia cardíaca máxima.

La prueba consiste en correr en un terreno llano, (con posibilidad de ser medido, ideal una pista de atletismo), durante doce minutos, empleándose al máximo, con la finalidad de cubrir la mayor distancia posible.



Finalizados los doce minutos, el atleta se detiene, se toma pulsaciones y mide la distancia alcanzada en metros. Con estos datos se acude a diferentes baremos para clasificar al atleta.

TEST DE COOPER PARA ADULTOS						
Edad	Muy bueno	Bueno	Normal	Malo	Muy malo	
20 a 29	M + de 2800 m.	2400 - 2800 m.	2200 - 2399 m.	1600 - 2199 m.	Menos de 1600 m.	
	F + de 2700 m.	2200 - 2700 m.	1800 - 2199 m.	1500 - 1799 m.	Menos de 1500 m.	
30 a 39	M + de 2700 m.	2300 - 2700 m.	1900 - 2299 m.	1500 - 1899 m.	Menos de 1500 m.	
	F + de 2500 m.	2000 - 2500 m.	1700 - 1999 m.	1400 - 1699 m.	Menos de 1400 m.	
40 a 49	M + de 2500 m.	2100 - 2500 m.	1700 - 2099 m.	1400 - 1699 m.	Menos de 1400 m.	
	F + de 2300 m.	1900 - 2300 m.	1500 - 1899 m.	1200 - 1499 m.	Menos de 1200 m.	
50 +	M + de 2400 m.	2000 - 2400 m.	1600 - 1999 m.	1300 - 1599 m.	Menos de 1300 m.	
	F + de 2200 m.	1700 - 2200 m.	1400 - 1699 m.	1100 - 1399 m.	Menos de 1100 m.	

El siguiente gráfico expresa otro baremo, más ajustado, para deportistas adultos no especialistas en carreras de resistencia. Por tanto, no es muy significativo para corredores.

BAREMO TEST DE COOPER PARA DEPORTISTAS NO ESPECIALISTAS EN DEPORTES DE CARRERA				
Edad	Menos de 30 años	De 30 a 39 años	De 40 a 49 años	Más de 50 años
<b>Muy bueno</b>	Más de 2800 m.	Más de 2650 m.	Más de 2495 m.	Más de 2415 m.
<b>Bueno</b>	2400 - 2800 m.	2250 - 2650 m.	2085 - 2495 m.	2010 - 2415 m.
<b>Mediano</b>	2399 - 2000 m.	1850 - 2249 m.	1690 - 2084 m.	1609 - 2414 m.
<b>Bajo</b>	1609 - 1999 m.	1530 - 1849 m.	1370 - 1689 m.	1290 - 1608 m.
<b>Malo</b>	Menos de 1609 m.	Menos de 1530 m.	Menos de 1370 m.	Menos de 1290 m.

El siguiente cuadro indica las distancias que alcanzan los especialistas.

TEST DE COOPER PARA DEPORTISTAS PROFESIONALES					
	Muy bueno	Bueno	Normal	Malo	Muy malo
<b>M</b>	Más de 3700 m.	3400 - 3700 m.	3100 - 3399 m.	2800 - 3099 m.	Menos de 2800 m.
<b>F</b>	Más de 3000 m.	2700 - 3000 m.	2400 - 2699 m.	2100 - 2399 m.	Menos de 2100 m.

Existen también test y baremos escolares, mal llamados de Cooper, que reducen los tiempos de esfuerzo a ocho o diez minutos.

**Cooper**, mediante correlación con otras pruebas de laboratorio y utilizando la estadística, calculó la siguiente fórmula para determinar el  $\text{VO}_2$  máx. en mililitros/kilogramo/minuto:

$$\text{VO}_2 \text{ máx} = 33 \times 0,17 (x - 133)$$

Siendo «x» el número de metros recorridos por minuto, es decir la distancia alcanzada, expresada en metros y dividida por doce.

Empleando el mismo protocolo, diferentes autores emplean otras fórmulas para calcular el VO<sub>2</sub> máx.:

**Howald** propone:

$$\text{VO}_2 \text{ máx} = D \times 0,02 - 5,4 \quad , \text{ siendo } D \text{ la distancia alcanzada en metros.}$$

**Balke** formula la siguiente:

$$\text{VO}_2 \text{ máx} = \frac{D - 540}{45} \quad , \text{ siendo } D \text{ la distancia alcanzada en metros.}$$

Utilizando las distintas fórmulas a un mismo corredor, casi coincide el valor del VO<sub>2</sub> máx. cuando la distancia alcanzada se aproxima a los 2700 metros, alejándose bastante el resultado en distancias próximas a los 4000 metros (registros habituales en especialistas de resistencia).

Siendo un valor aproximado, hay quien preconiza emplear la media aritmética de las tres fórmulas:

$$\text{VO}_2 \text{ máx} = \frac{\text{Cooper} + \text{Howald} + \text{Balke}}{3}$$

Los mayores valores de VO<sub>2</sub> máx. los consiguen atletas especialistas en resistencia, destacando los ciclistas, remeros y corredores de fondo, capaces de alcanzar registros próximos a los 80 mililitros de O<sub>2</sub> por kilogramo y minuto. El tener un alto VO<sub>2</sub> máx. es un buen indicador de la capacidad de resistencia.

De forma empírica y amparándose en la estadística, hay entrenadores que deducen de forma aproximada la velocidad aeróbica máxima (VAM), es decir, la velocidad donde se alcanza el mayor consumo de O<sub>2</sub>.

Estiman estos entrenadores, que por las características del test, la VAM se debe calcular incrementando entre un 5% y un 10% la velocidad media obtenida en el Cooper. Otros creen que es más fiable, como VAM, la velocidad media en un test de 2000 metros.

Asimismo indican que la velocidad de umbral anaeróbico (VUAN) se determina disminuyendo entre un 15% y un 20% la velocidad media del Cooper, o entre un 15% y un 20 % de la velocidad media del test de 2000 metros.

Otro dato interesante que se obtiene del test de Cooper es la frecuencia cardíaca máxima, que es la obtenida inmediatamente al terminar el ejercicio, pues se supone que la máxima frecuencia cardíaca se produce cuando se alcanza el  $\text{VO}_2$  máx. De este valor, se aventura que la frecuencia cardíaca del umbral anaeróbico (UAN) se puede situar entre el 85% y el 90% de la frecuencia máxima.

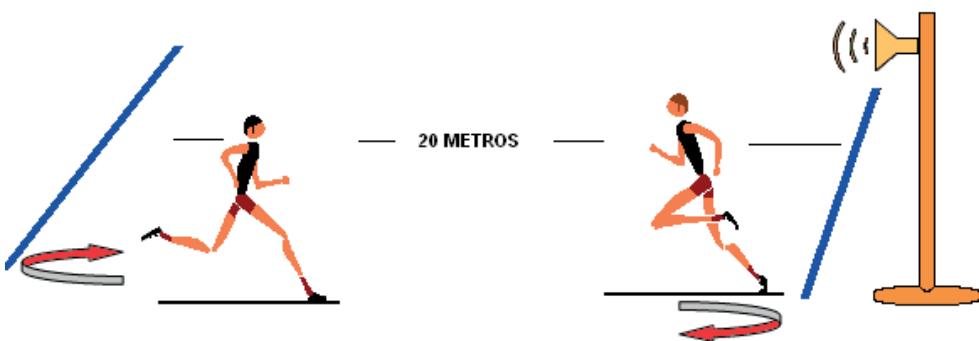
Durante mucho tiempo se aceptó que la frecuencia cardíaca de umbral anaeróbico (UAN) debería estar muy cerca de 170 pulsaciones por minuto. Hoy día ese dato solo se puede tomar como una orientación más.

En la siguiente tabla se refleja el  $\text{VO}_2$  máx. en función de la distancia alcanzada en el test de Cooper.

Distancia en metros	$\text{VO}_2$ máx.	Distancia en metros	$\text{VO}_2$ máx.	Distancia en metros	$\text{VO}_2$ máx.
1500	22,2	2350	41,6	3200	60,2
1550	23,4	2400	42,4	3250	61,4
1600	24,5	2450	43,5	3300	62,3
1650	25,6	2500	44,6	3350	63,6
1700	26,7	2550	45,7	3400	64,7
1750	27,8	2600	46,5	3450	65,8
1800	28,9	2650	47,9	3500	66,9
1850	30,0	2700	49,0	3550	68,0
1900	31,2	2750	50,2	3600	69,1
1950	32,3	2800	51,3	3650	70,3
2000	33,4	2850	52,1	3700	71,4
2050	34,5	2900	53,3	3750	72,3
2100	35,6	2950	54,0	3800	73,6
2150	36,8	3000	55,5	3850	74,8
2200	37,9	3050	56,9	3900	75,9
2250	39,0	3100	58,0	3950	77,0
2300	40,1	3150	59,1	4000	78,1

## 5.5 TEST DE VELOCIDAD PROGRESIVA, COURSE NAVETTE O TEST DE LEGER

Se emplea para calcular el  $\text{VO}_2$  máx. La prueba consiste en realizar carreras de «ida y vuelta», de tramos de veinte metros, a velocidad progresivamente creciente de tramo a tramo. El ritmo se marca mediante señales sonoras (debidamente cronometradas), debiendo el ejecutante ajustarse al ritmo. Finaliza la prueba cuando el corredor es incapaz de mantener la velocidad indicada en dos tramos consecutivos.



La marca en velocidad que se registra, será la última en la que el atleta mantuvo el ritmo solicitado.

Se valora el test por el número de metros conseguidos (número de recorridos completos multiplicados por veinte), o por la máxima velocidad alcanzada.

Se utiliza la fórmula siguiente:

$$\text{VO}_2 \text{ máx (ml / Kg / min)} = 5,857 \times \text{Velocidad alcanzada en Kms/h.} - 19,458$$

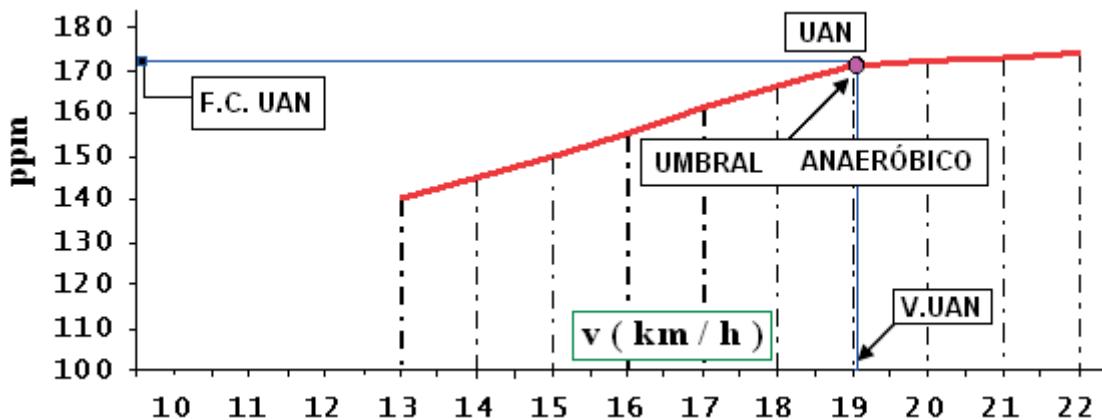
## 5.6 TEST DE VELOCIDAD PROGRESIVA DE CONCONI

La finalidad de este test es determinar la velocidad de desplazamiento que corresponde al umbral anaeróbico (VUAN), así como la frecuencia cardíaca del umbral anaeróbico (UAN). También se pueden determinar la velocidad aeróbica máxima (VAM) y la frecuencia cardíaca máxima.

El test se basa en el hecho fisiológico del incremento de la frecuencia cardíaca, de forma lineal, como respuesta al incremento de la intensidad del ejercicio, siempre que el crecimiento del esfuerzo se haga de forma progresiva y que la prueba tenga la duración suficiente para poder así registrar las diversas fluctuaciones de la frecuencia cardíaca.

Conconi afirmaba, como hecho constatado en la mayoría de los casos, que si el incremento de la intensidad del ejercicio se hace de forma progresiva, lle-

gará un momento en el que el suministro de energía del depósito anaeróbico láctico empezará a ser importante. En ese preciso momento se producirá una variación en el, hasta ahora, crecimiento ascendente de la frecuencia cardíaca, «a modo de inflexión a la baja». Ese punto indica que se ha alcanzado el umbral anaeróbico (UAN), con la frecuencia cardíaca y velocidad de desplazamiento que correspondan.



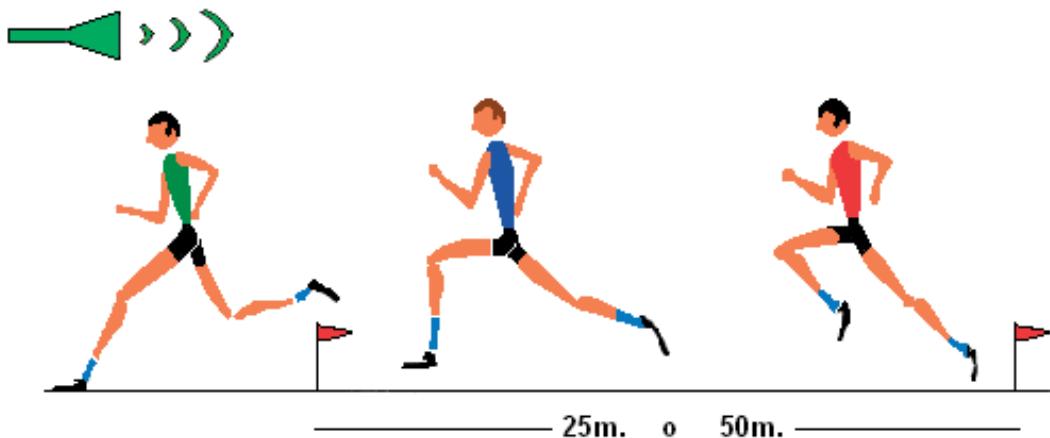
Y también se podrá observar que llega un instante, de proseguir con el ejercicio, en el que la frecuencia cardíaca deja de crecer, se estabiliza e incluso baja; en ese instante se ha alcanzado la velocidad aeróbica máxima (VAM) y la frecuencia cardíaca máxima.

Para la realización de este test se han ideado diversos protocolos, en función de la especialidad deportiva y de los medios disponibles.

En atletismo, la prueba consiste en recorrer, a velocidad constante, tramos iguales de 800, 400 o 200 metros, sin descanso entre ellos y a ritmos progresivamente mayores de tramo a tramo, hasta que el atleta sea incapaz de mantener el último ritmo marcado.

El protocolo más clásico es el de tramos de 200m., realizando el primer tramo entre 60'' y 70'', para ir aumentando el ritmo (disminuyendo el tiempo) en los tramos siguientes, a razón de 2'' por tramo.

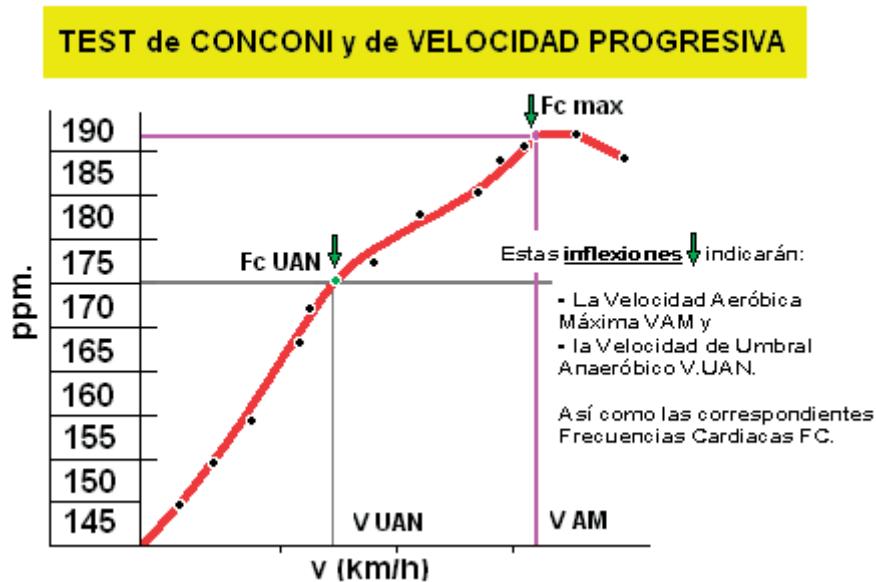
Para que el atleta no confunda el ritmo de cada tramo, es conveniente colocar señales visuales cada 25 o 50 metros, referencias que el corredor debe alcanzar al oír unas señales acústicas cronometradas debidamente, e indicadas por el entrenador o por un reproductor sonoro.



El atleta, al terminar cada tramo deberá registrar de algún modo su frecuencia cardíaca. Hoy se emplea el pulsómetro, pero si los tramos son largos, el atleta incluso puede parar unos segundos para tomar sus pulsaciones.

Los datos obtenidos se vuelcan en una gráfica parecida a la que indicamos a continuación, donde se aprecian unos puntos de inflexión significativos (flechas), que se estima corresponden a la frecuencia cardíaca de umbral anaeróbico y frecuencia cardíaca máxima.

Correlacionando dichos puntos de inflexión con las velocidades de desplazamiento, se determinan las velocidades de umbral anaeróbico (VUAN), aeróbica máxima (VAM) y velocidad máxima alcanzada en el test, así como las frecuencias cardíacas FC, UAN y FC máx.



Este test ha sido muy discutido por su alto margen de error y también porque en muchos atletas, la inflexión no se produce claramente. No obstante, este test se sigue empleando en el mundo del atletismo por su relativa fácil aplicación.

### 5.7 TEST DE LACTATO O DE CURVAS DE LACTATO

El objetivo del test es estudiar cómo se incrementa el nivel de ácido láctico en sangre, cuando el atleta se somete a un esfuerzo continuo y progresivo.

Existen numerosos protocolos para determinar la curva individual de lactato, pero en todos ellos se necesita un analizador de ácido láctico.

De cualquier manera, incluso los test más fiables (como son los de extracción de sangre), tienen su margen de error, ya que normalmente, en estos test, la parte movilizada son las piernas, y la extracción de sangre para analizar se hace en dedo u oreja. Sabiendo que una buena parte del ácido láctico acumulado la absorbe el músculo cardíaco y también que el sudor puede contaminar la muestra, se deduce que el resultado de la analítica no será del todo preciso, aunque los aparatos estén diseñados con correctores en las mediciones.



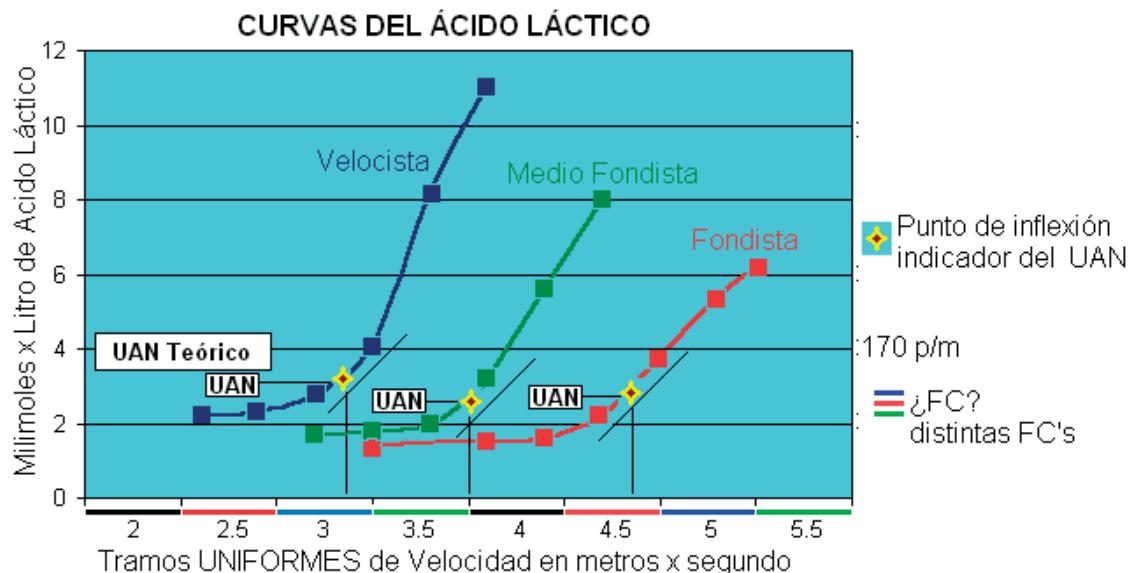
En el mercado podemos encontrar diversas marcas de analizadores de campo aunque por desgracia, todavía están a precios altos. Todos ellos utilizan varias muestras de una pequeña cantidad de sangre, extraídas de la yema de los dedos de la mano o del lóbulo de la oreja del atleta.

Un protocolo para corredores puede ser el siguiente: se realiza el test en pista de atletismo, sobre una distancia de 800 a 1000 metros que se repetirá entre 6 y 8 veces, con intervalo entre repetición y repetición de un minuto. La velocidad dentro de cada repetición será constante y se incrementará la velocidad de desplazamiento de repetición a repetición, reduciendo el tiempo empleado en recorrer cada tramo a razón de 5 segundos por kilómetro (aumentando así el ritmo de la carrera).

Al finalizar cada repetición se tomarán pulsaciones y una muestra de sangre que, introducida en el analizador, reflejará el nivel de ácido láctico en sangre

del atleta en ese momento, y que corresponderá con una velocidad determinada y a una frecuencia cardíaca concreta.

Finalizada la prueba, se plasmarán los datos sobre ejes de coordenadas y se diseñara una curva típica de lactato. Del análisis de las formas de dicha curva se pueden sacar numerosas conclusiones, de ellas quizás la más característica sea la determinación del umbral anaeróbico.



Se estima que el umbral anaeróbico (UAN) se sitúa en el «punto de inflexión», en que la curva empieza a crecer exponencialmente.

Para expresarlo, se traza la tangente en el punto de inflexión, y desde él, se trazan líneas horizontales y verticales que correlacionarán la tasa de lactato con la velocidad de desplazamiento según el tramo en el que se produce el crecimiento exponencial de la curva.

En la figura, el umbral anaeróbico (UAN) de corredor de velocidad, se estima en 3,2 mmol/l de lactato, con una velocidad (VUAN) de 3 m/s (velocidad del tramo).

El umbral anaeróbico (UAN) del corredor de media distancia será de 2,8 mmol/l de lactato, con una velocidad (VUAN) de 4 m/s, y el UAN del fondista sería de 3 mmol/l de lactato, a una velocidad de 4,8 m/s.

Cuando no hay posibilidad de realizar un test de lactato fiable, de forma general, se toma como referencia para estimar el umbral anaeróbico (UAN) una frecuencia cardíaca entre 170-175 p/min y 4 mmol/I como valor de lactato.

## TEST ANAERÓBICOS

Las pruebas anaeróbicas de campo son muy específicas y no se suelen publicar baremos, solo se dan índices que relacionan al atleta con él mismo.

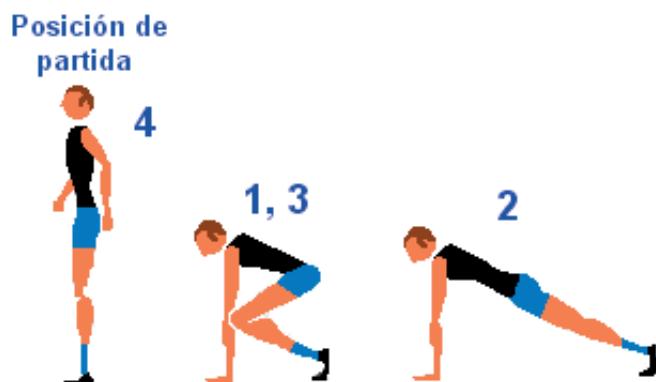
No obstante, indicamos a continuación una posible clasificación para corredores, no especialistas, de distancias cortas.

VALORACIÓN	300 m.	400 m.	500 m.
<b>Excelente</b>	38"-40"	56"- 59"	1'15"-1'19"
<b>Muy bueno</b>	42"-44"	1'02"-1'05"	1'23"-1'27"
<b>Bueno</b>	46"-48"	1'08"-1'11"	1'31"-1'35"
<b>Regular</b>	50"-52"	1'14"-1'17"	1'39"-1'43"

## 5.8 TEST ANAERÓBICO DE BURPEE

Es una prueba genérica y consiste en realizar correctamente el ejercicio indicado en la figura, el mayor número de veces en un minuto. Para valorar al atleta se aplica el siguiente baremo:

- Menos de 30 veces, malo
- Entre 30 y 40, regular
- Entre 40 y 50, bueno
- Entre 50 y 60, muy Bueno
- Más de 60 veces, excelente



## 5.9 TEST DE LEMON

Es una prueba que pretende dar un índice de la resistencia anaeróbica láctica de un corredor. El test debe realizarse en una pista de atletismo, señalizada de tal modo que puedan tomarse los tiempos que realiza el atleta en los siguientes tramos de 50 metros:

- Tramo 1, entre los 50 y los 100 metros.
- Tramo 2, entre los 300 y los 350 metros.

El protocolo de la prueba consiste en que el atleta debe correr 350 metros al máximo de sus posibilidades, registrándose el tiempo total y los parciales de los tramos 1 y 2.

Con estas acciones se obtienen unos datos que deben ser comparados con anteriores registros conseguidos por el atleta, realizados con el mismo protocolo, y después de que haya transcurrido un tiempo de entrenamiento.

El índice de mejora de un control a otro, se aprecia y valora cuando el tiempo total disminuye y el cociente de tiempos  $T_1/T_2$  tiende hacia la unidad.

Otro test parecido y adaptado para la resistencia anaeróbica aláctica, consiste en correr al máximo de posibilidades 200 metros lisos, registrando el tiempo total ( $T_t$ ) y los parciales en el tramo de 30 a 70 metros ( $T_1$ ) y en el tramo 70 y 170 ( $T_2$ ); de ahí, calcular la velocidad total  $V_t = 200/T_t$  y las velocidades parciales,  $V_1 = 40/T_1$  y  $V_2 = 100/T_2$ .

El índice de mejora de la resistencia anaeróbica aláctica, para un mismo atleta, se refleja cuando mejorando la  $V_t$ , el cociente  $V_2/V_1$  tiende a la unidad.

## 6. SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA

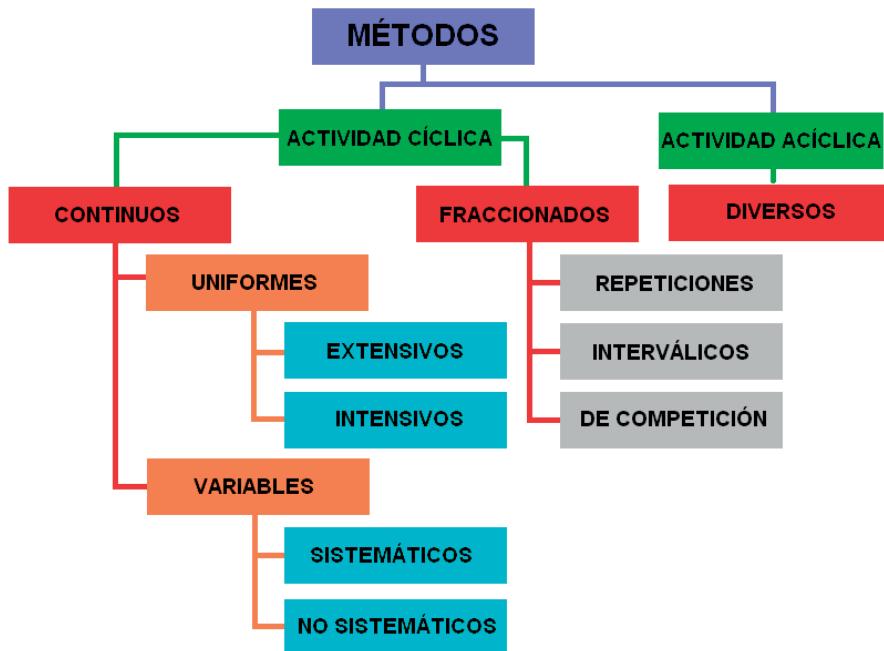
Se define como sistema de entrenamiento de la resistencia, al conjunto de métodos de trabajo que, contrastados científicamente, mejoran esta cualidad.

La prueba o deporte, la edad, el nivel de preparación, el sexo, el calendario de competiciones, etc., determinarán los métodos más adecuados a emplear, así como sus secuencias y combinaciones.

## 6.0 CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA

La clasificación que indicamos a continuación tiene exclusivamente una finalidad didáctica, por eso es frecuente encontrar otras clasificaciones y definiciones de métodos, que pueden ser tan válidas como la que exponemos.

Partimos del siguiente cuadro sinóptico:



Nos vamos a basar, en esta descripción de métodos, en el atletismo. No obstante, estos mismos procedimientos se pueden extrapolar a otras actividades deportivas con las adaptaciones pertinentes.

Se observará que en todos los métodos hablaremos de tiempos de esfuerzo e intensidad de trabajo, entre unos márgenes y siempre relacionados con las posibilidades del atleta.

En algunos métodos hemos huido de señalar, a priori, distancias, pues estas serán una consecuencia y casi nunca un factor a determinar de antemano, aunque lo frecuente y normal es que en los planes de entrenamiento figuren más las distancias que la duración de los esfuerzos.

## 6.1 MÉTODOS DE ACTIVIDAD CÍCLICA

### 6.1.1 Métodos Continuos de Carreras

Estos métodos tienen las características comunes de ser:

- Esfuerzos prolongados.
- Realizarse sin pausas.
- Predominar normalmente el volumen sobre la intensidad.

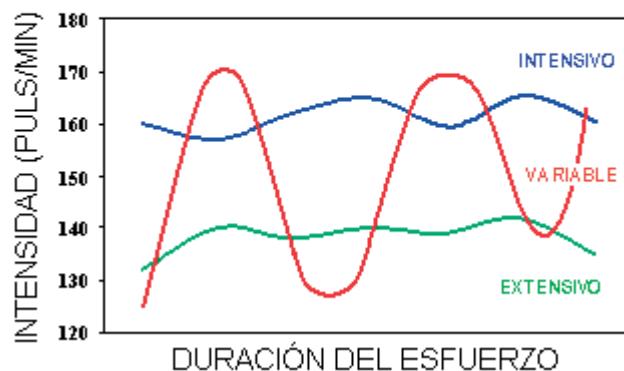
Su finalidad principal es el desarrollo de la capacidad y potencia aeróbicas. Son casi imprescindibles en el acondicionamiento genérico y se suelen realizar en plena naturaleza.

La **Carrera Continua** se considera como método «base» para toda actividad de resistencia. Se define como: «Acción ininterrumpida de carrera realizada en terreno llano o variable y con una duración larga o media».

### METODOS CONTINUOS DE CARRERA

#### TIPOS

- CARRERA CONTINUA UNIFORME
  - EXTENSIVA
  - INTENSIVA
- CARRERA CONTINUA VARIABLE
  - PROGRESIVA
  - ALMENA
- CUESTAS GENÉRICAS
- COLINAS
- DUNAS
- FARTLEK



#### 6.1.1.a *Continuos Uniformes*

##### a.1) La carrera continua uniforme

Cada autor define de distinto modo los diferentes tipos de carrera continua uniforme, y todas las catalogaciones nos parecen acertadas, así que hemos optado por hacer una clasificación resumen de la mayoría de ellas, omitiendo los aspectos que no son comunes.

La progresión en estos tipos de entrenamiento se consigue aumentando principalmente, dentro de los márgenes, el tiempo de esfuerzo.

##### a.1.a) Carrera continua (CC) muy lenta o «Footing»

Es una carrera de ritmo constante, sobre terreno llano, que se desarrolla en las proximidades del umbral aeróbico (UA), con los siguientes factores.

- Duración: variable en función de los objetivos, aproximándose a los 60 minutos.
- Intensidad: frecuencia cardíaca menor de 130 p/min., y lactato alrededor de los 2 mmol/min.
- Recuperación: de 1 a 3 horas.

- Efectos: mejora la capacidad aeróbica y la utilización de las grasas como fuente energética; amplía la red de capilares y la circulación sanguínea periférica.
- Finalidad: se utiliza como calentamiento, descanso activo y como regenerativo.
- Ubicación: se usa en cualquier período de la temporada.

#### a.1.b) Carrera continua (CC) lenta

Este tipo de carrera continua se desarrolla en la franja de capacidad aeróbica, entre el umbral aeróbico (UA) y el umbral anaeróbico (UAN), sobre terreno sensiblemente llano y a ritmo constante, con los siguientes factores:

- Duración: entre 45 y 90 minutos.
- Intensidad: frecuencia cardíaca (FC) de 130 a 160 p/min; lactato 2 a 3 mmol/L; 60% a 70% del ritmo de la velocidad aeróbica máxima (VAM) o 70% a 80% del ritmo de la velocidad de umbral anaeróbico (VUAN).
- Efectos: mejora la capacidad aeróbica; eleva el umbral anaeróbico (UAN); aumenta el metabolismo de lípidos; incremento de mitocondrias; baja la frecuencia cardíaca en reposo, y de forma indirecta, mejora el VO<sub>2</sub> máx.
- Recuperación: de 6 a 12 horas.
- Finalidad: mantenimiento e incremento de la capacidad aeróbica.
- Ubicación: más en el período genérico, aunque muy variable según la especialidad.

#### a.1.c) Carrera continua (CC) media

Este método de entrenamiento se desarrolla en las proximidades del umbral anaeróbico (UAN) y a ritmo constante, en terreno suave o llano. Sus factores son:

- Duración: de 45 a 60 minutos.
- Intensidad: frecuencia cardíaca de 160 a 170 p/min; lactato 3 a 6 mmol/L; 85% a 95% del ritmo de la velocidad de umbral anaeróbico (VUAN); 70% a 80% del ritmo de la velocidad aeróbica máxima (VAM).
- Efectos: elevación del umbral anaeróbico (UAN) y mejora de los depósitos de glucógeno.
- Recuperación: de 12 a 24 horas.
- Finalidad: incremento de la capacidad aeróbica e incidencia en la mejora de la potencia aeróbica.
- Ubicación: períodos genérico y específico.

#### a.1.d) Carrera continua (CC) rápida (intensiva)

Se realiza en la franja de potencia aeróbica y más próxima a la potencia aeróbica máxima (PAE.máx) que al umbral anaeróbico (UAN). Se trabaja en terreno suave, con los siguientes factores:

- Duración: de 30 a 45 minutos.

- Intensidad: de 170 a 180 p/min; lactato de 6 a 8 mmol/L; de 80 a 90% del ritmo de la velocidad aeróbica máxima (VAM); de 95% a 105% del ritmo de la velocidad de umbral anaeróbico (VUAN).
- Recuperación: a las 24 horas.
- Efectos: incrementa los depósitos de glucógeno; mejora el sistema de amortiguar el ácido láctico; eleva el VO<sub>2</sub> máx. y el UAN.
- Finalidad: mejora de la potencia aeróbica; incidencia en el incremento de la capacidad anaeróbica.
- Ubicación: final del período genérico y en el específico.

### **6.1.1.b Continuos Variables**

#### **La carrera continua variable**

Bajo este epígrafe, englobamos un conjunto de métodos cuyos efectos y finalidades son una mezcla de los expresados anteriormente, pues en síntesis, los factores, en la mayoría de ellos, no son más que una combinación de los factores de los anteriores.

El que predomine más un efecto que otro, dependerá de cómo se realice la carrera y del tiempo que se dedique a cada fase. La progresión en estas clases de carreras se logra primero aumentando el volumen de trabajo total, y segundo, incrementando las fases de más intensidad.

Presentamos aquí dos tipos de entrenamiento continuo variable:

- Los sistemáticos (CC progresivas o alternativas)
- Los no sistemáticos (Carreras en pendiente y el Fartlek).

#### **a.1) Sistemáticos**

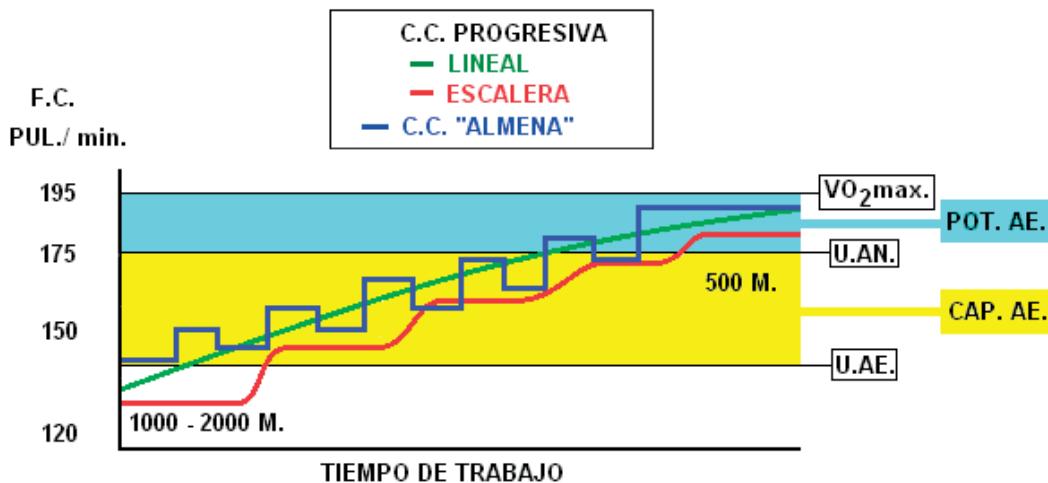
##### **a.1.a) Carrera continua progresiva**

Es una carrera continua que va de menos a más en intensidad, pudiendo progresar de distintas formas:

- **Lineal:** los incrementos de intensidad en los tramos no son bruscos y la duración de los mismos suelen ir en proporción inversa a la subida de intensidad.
- **Escalera:** es igual que el anterior, pero los incrementos en intensidad, aunque progresivos en el ritmo de los sucesivos tramos, el paso de uno a otro suele ser brusco.

##### **a.1.b) Carrera continua en almena**

En este método se alternan tramos de CC lenta o media, con tramos de CC rápida. No existe una norma para determinar los tiempos de trabajo en cada ritmo.



### a.2) No sistemáticos

#### a.2.a) Cuestas genéricas o carrera continua sobre pendientes

Es un trabajo de carrera continua, en la naturaleza y sobre terreno ondulado, con pendientes suaves (3% a 5%) en las cuestas largas, y pendientes medias (6% a 8%) en las cuestas medianas o cortas.

La progresión se obtiene, primero ampliando el volumen total de trabajo, y segundo, aumentando los recorridos sobre pendientes medias. La diferencia esencial con los otros entrenamientos de carrera continua es el terreno, que es el que marca la intensidad del esfuerzo.

Sus factores son:

- Duración: será en función de la intensidad. Se estima que superior a 30 minutos de esfuerzo.
- Intensidad: se recomienda no superar las 170 p/min, regulando el ritmo en las subidas y «dejándose ir» en las bajadas.
- Recuperación: a las 24 horas.
- Efectos: esencialmente mejora la capacidad aeróbica, fortalece la musculatura abdominal y lumbar, y potencia el tren inferior.
- Finalidad: mejora muscular, incremento de la capacidad y potencia aeróbicas, e incidencia en la capacidad anaeróbica.
- Ubicación: en el período preparatorio genérico y principios del específico.

#### a.2.b) Colinas

Es un caso particular de las cuestas genéricas, aunque más intenso. Este tipo de entrenamiento surgió en los años 60 del siglo pasado en Nueva Zelanda.

Consiste en subir y bajar una misma cuesta, de pendiente media y de 200 a 300 m de longitud, intercalando fases de carrera continua lenta como recuperación al terminar las subidas, y fases de carrera continua rápida al regresar al llano.

El entrenamiento se podría organizar con la siguiente secuencia:

- 200 a 300 m de subida.
- Trote de recuperación en la zona alta.
- 200 a 300 m de bajada, dejándose ir.
- 200 a 300 m CC rápida en zona llana al final de la bajada.
- 200 a 300 m CC muy lenta para recuperación y acercamiento al punto de salida para repetir el ejercicio.

En algunos casos, en función de la intensidad, se puede ampliar la fase de CC muy lenta o incluso introducir una pequeña pausa entre repeticiones.

Se recomienda exagerar la mecánica de carrera (rodillas altas en «skipping» o impulsando casi a saltos) en las subidas y mejorando la amplitud de la zancada en las bajadas.

Los efectos de esta clase de trabajo son similares a los de las cuestas genéricas, aunque inciden también en la potencia aeróbica, en la resistencia anaeróbica y en el tren inferior por la mecánica de las subidas, por lo que hay que ampliar el tiempo de recuperación a las 48 horas.

La progresión se consigue inicialmente incrementando el volumen de trabajo y con posterioridad, aumentando la intensidad de las subidas y los tramos de carrera continua rápida.

### a.2.c) Dunas

Es otra variante de las cuestas, nacida en Australia. Aquí el trabajo se intensifica por hacerse, además de en pendiente, sobre zonas blandas de arena, lo que obliga al atleta a un fuerte trabajo del tren inferior.

Las dunas pueden introducirse como obstáculos dentro de una CC o repetir varias veces la misma duna como en el caso de las colinas. Los recorridos lógicamente son más cortos y es frecuente introducir trote de recuperación y alguna pausa en el llano, antes de abordar una nueva subida.

La incidencia sobre la resistencia anaeróbica es mayor, por eso se debe ampliar la recuperación a 48- 72 horas.

Al igual que con las colinas, la progresión se logra aumentando paulatinamente el volumen de trabajo y el esfuerzo en las subidas.

#### a.2.d) Fartlek

Es un tipo de entrenamiento antiguo, de principios del siglo pasado (años 30-40). Sin embargo, hoy lo siguen utilizando la mayoría de los entrenadores de resistencia.

Su creador fue Gösse Holmer en Suecia, con el lema: «Jugar con la velocidad de las carreras en íntimo contacto con la naturaleza».

La filosofía del sistema preconiza realizar un trabajo exigente en plena libertad y siempre en la naturaleza, sin reglas, normas o recorridos preestablecidos, dejando que el atleta «juegue con la velocidad de sus carreras y desarrolle su mente creadora». Los entrenadores polacos denominaron a una variante (más encorsetada) de este sistema «Juego alegre de carreras».

A lo largo del tiempo, el método ha ido evolucionando y es distinto al del principio. No obstante, nos parece conveniente al emplear este procedimiento, intentar mantener su filosofía, pues tenemos constatado el gran beneficio psicológico que supone para el atleta la libertad de este método.

Se define el método como «frecuentes cambios de escenario y ritmos, dentro de una carrera continua realizada en plena naturaleza».

Una posible secuencia de una sesión de Fartlek sería la siguiente:

Iniciar el trabajo con un calentamiento y a continuación, ya en ruta, 10 minutos de CC muy lenta, para pasar a 10 minutos de CC media; seguir con 5 minutos de CC lenta; efectuar seguidamente varios sprints de 40-50 metros alternados con CC muy lenta; posteriormente, intercalando fases de CC lenta, se realizarán progresiones de 200 a 300m, para pasar a continuación a subir cuestas suaves y bajarlas dejándose ir; a continuación, tramos de CC rápida alternados con tramos de CC lenta, para terminar con 10 minutos de CC muy lenta y ejercicios de vuelta a la calma.

La progresión se obtiene, primero ampliando proporcionalmente el tiempo total de esfuerzo, y segundo, acrecentando las fases de mayor intensidad.

Unos factores de trabajo podrían ser:

- Duración: de 30 a 90 minutos.
- Intensidad: variable, según el terreno y la voluntad del corredor.
- Recuperación: 24 a 48 horas.
- Efectos: también muy variables acordes con el trabajo realizado.

Las mejoras más notables se aprecian en el factor psicológico y en la adaptación a los frecuentes cambios de suministro energético.

- Finalidad: acostumbrar a los cambios de ritmo, incrementar tanto la resistencia aeróbica como anaeróbica de las distintas franjas de esfuerzo y fortalecer el tren inferior.
- Ubicación: en los períodos genérico y específico y también en el competitivo como mantenimiento.

### **6.1.2 Métodos Fraccionados**

#### **a) Características**

Son trabajos en los que los esfuerzos se realizan en distancias relativamente cortas, seguidas de tiempos de recuperación, lo que permite mayor cantidad de trabajo con mayor intensidad, permitiendo desarrollar de forma más ajustada y rápida determinadas capacidades.

Los métodos fraccionados se distinguen principalmente por:

- Incluir frecuentes pausas en el desarrollo.
- Realizarse en pista o en zonas medibles.
- Ser muy sistemáticos.
- Predominar, en la mayoría de los casos, la intensidad sobre el volumen.
- Permitir un seguimiento más preciso de los efectos y del proceso de entrenamiento.

#### **b) Consideraciones sobre los factores de los métodos**

Antes de exponer los diferentes métodos, es preciso hacer algunas matizaciones referentes a los factores que determinan estos entrenamientos. Los señalamos con la sigla **D.I.T.R.A.**, en la que cada letra marca un factor:

##### **La «D» (duración-distancia)**

Indica la **duración** de cada esfuerzo fraccionado. Se expresa en segundos o minutos de trabajo, y una vez relacionado con la velocidad del recorrido se debe traducir a **distancias** en metros.

Para determinar este factor hay varias opciones, según los datos que tengamos sobre el corredor y el método que se vaya a emplear.

##### **a) Conociendo su velocidad aeróbica máxima (VAM) o la velocidad de umbral anaeróbico (VUAN)**

En este caso, D se calculará mediante un porcentaje de esa velocidad, que multiplicado por la duración estimada previamente de cada esfuerzo, nos dará la distancia de cada repetición.

Supongamos que la VAM del corredor es de 3 min/km y que la duración de cada repetición queremos que se aproxime a los 2 minutos, y también que el método elegido nos indica que la velocidad de desplazamiento debe ser el 80% de la VAM. Operaríamos del siguiente modo:

- Calcularíamos el 80% de la VAM.

$$3 \times 100 : 80 = 3,75 = 3'45''/\text{km}$$

- Para obtener la distancia de cada repetición, si en 1000 metros debe emplear 3,75 minutos, en 2 minutos, a ese mismo ritmo ¿Qué distancia recorrerá?:

$$1000 \times 2 : 3,75 = 533 \text{ m.}, \text{ que redondeando serían } 500 \text{ m que se recorrerían en 2 minutos en cada repetición.}$$

**b)** Realizando lo que se ha llamado «test de marca» o «test de competición».

Sabiendo la duración del esfuerzo D (la indicará el método elegido), lo más cómodo y habitual es estimar aproximadamente y elegir, en función del nivel del corredor, una distancia que recorrida al máximo de posibilidades por el atleta en cuestión, se aproxime a la duración del esfuerzo D requerida en el método.

Elegida esa distancia, habría que hacer que el atleta la corriese al máximo de posibilidades relativas (que le permitiesen completar el test). El tiempo conseguido sería el «tiempo de marca» llamado también «tiempo de competición». Ahora, según el método seleccionado se aplicaría el porcentaje que correspondiera.

Por ejemplo, supongamos que la duración D requerida en el método es de 1 minuto. Podríamos optar por hacer que el atleta corriese al máximo de sus posibilidades durante 1 minuto y mediríamos la distancia alcanzada, por ejemplo 320 metros, que sería una velocidad de 320m/minuto. Supongamos también que el método exige que el tiempo en recorrer los 320 m sea el 125% del tiempo de marca, dando como resultado 1,25 minutos que equivale a 1 minuto y 15 segundos. Para conseguir que cada esfuerzo sea de 1 minuto habrá que reducir la distancia manteniendo la velocidad,  $320 \times 1 : 1,25 = 256 \text{ m.}$ , que redondeando podría ser 250 m, y sería la distancia a recorrer en cada repetición.

Lo habitual y lógico, para un mejor desarrollo de los trabajos en pista, es que los entrenadores escojan distancias que sean múltiplos de 100 m y que previamente conozcan, mediante test, los registros de su atleta (en 100 m, 200 m, 300 m, 400 m, 500 m ...), seleccionando, al emplear el método, la distancia-tiempo que más se aproxime a los requisitos del mismo.

Para facilitar los cálculos de los porcentajes incluimos la siguiente tabla.

Para emplear la tabla en tiempos superiores a 60'', se operaría de la forma siguiente: supongamos que el atleta al realizar el «test de marca» en una deter-

minada distancia, emplea 75" y que el método estipula que el «tiempo» debe ser el 130% del «test de marca».

Utilizaríamos la tabla del siguiente modo:

130% de 60" ..... 1'25",7

130% de 15" ..... 21",4

Como el tiempo empleado tiene que ser 130% de 75", sumaríamos los tiempos anteriores: 130% de 75" ..... 1'47",1

MARCA	PORCENTAJE						
	135%	130%	125%	120%	115%	110%	105%
10"	15" 3	14" 2	13" 3	12" 5	11" 7	11" 1	10" 5
11"	16" 9	15" 7	14" 6	13" 7	12" 9	12" 2	11" 6
12"	18" 4	17" 1	16" 0	15" 0	14" 1	13" 3	12" 6
13"	20" 0	18" 5	17" 3	16" 2	15" 2	14" 4	13" 6
14"	21" 5	20" 0	18" 6	17" 5	16" 4	15" 5	14" 7
15"	23" 0	21" 4	20" 0	18" 7	17" 6	16" 6	15" 7
16"	24" 6	22" 8	21" 3	20" 0	18" 8	17" 7	16" 8
17"	26" 1	24" 2	22" 6	21" 2	20" 0	18" 8	17" 8
18"	27" 6	25" 7	24" 0	22" 5	21" 1	20" 0	18" 9
19"	29" 2	27" 1	25" 3	23" 7	22" 3	21" 1	20" 0
20"	30" 7	28" 5	26" 6	25" 0	23" 5	22" 2	21" 0
21"	32" 2	30" 0	28" 0	26" 2	24" 7	23" 3	22" 1
22"	33" 8	31" 4	29" 3	27" 5	25" 8	24" 4	23" 1
23"	35" 3	32" 8	30" 6	28" 7	27" 0	25" 5	24" 2
24"	36" 9	34" 2	32" 0	30" 0	28" 2	26" 6	25" 2
25"	38" 4	35" 7	33" 3	31" 2	29" 4	27" 7	26" 3
26"	40" 0	37" 1	34" 6	32" 5	30" 5	28" 8	27" 3
27"	41" 5	38" 5	36" 0	33" 7	31" 7	30" 0	28" 4
28"	43" 1	40" 0	37" 3	35" 0	32" 9	31" 1	29" 4
29"	44" 6	41" 4	38" 6	36" 2	34" 1	32" 2	30" 5
30"	46" 2	42" 8	40" 0	37" 5	35" 2	33" 3	31" 5
31"	47" 6	44" 2	41" 3	38" 7	36" 4	34" 4	32" 6
32"	49" 2	45" 7	42" 6	40" 0	37" 6	35" 5	33" 6
33"	50" 7	47" 1	44" 0	41" 2	38" 8	36" 6	34" 7
34"	52" 3	48" 5	45" 3	42" 5	40" 0	37" 7	35" 7
35"	53" 8	50" 0	46" 6	43" 7	41" 1	38" 8	36" 8
36"	55" 3	51" 4	48" 0	45" 0	42" 3	40" 0	37" 8
37"	56" 9	52" 8	49" 3	46" 2	43" 5	41" 1	38" 9
38"	58" 4	54" 2	50" 6	47" 5	44" 7	42" 2	39" 9
39"	59" 9	55" 7	52" 0	48" 7	45" 8	43" 3	41" 0
40"	1'01" 5	57" 1	53" 3	50" 0	47" 0	44" 4	42" 1
41"	1'03"	58" 5	54" 6	51" 2	48" 2	45" 5	43" 1
42"	1'04" 5	1'00"	56" 0	52" 5	49" 4	46" 6	44" 2
43"	1'06" 1	1'01" 4	57" 3	53" 7	50" 5	47" 7	45" 2
44"	1'07" 6	1'02" 8	58" 6	55" 0	51" 7	48" 8	46" 2
45"	1'09" 2	1'04" 2	1'00"	56" 2	52" 9	50" 0	47" 3
46"	1'10" 7	1'05" 7	1'01" 3	57" 5	54" 1	51" 1	48" 3
47"	1'12" 3	1'07" 1	1'02" 6	58" 7	55" 0	52" 2	49" 4
48"	1'13" 8	1'08" 5	1'04"	1'00"	56" 4	53" 3	50" 5
49"	1'15" 5	1'10"	1'05" 3	1'01" 2	57" 6	54" 4	51" 5
50"	1'17" 0	1'11" 4	1'06" 6	1'02" 5	58" 8	55" 5	52" 5
51"	1'18" 4	1'12" 8	1'08" 0	1'03" 7	1'00" 0	56" 6	53" 6
52"	1'20" 0	1'14" 2	1'09" 3	1'05" 0	1'01" 1	57" 7	54" 7
53"	1'21" 5	1'15" 7	1'10" 6	1'06" 2	1'02" 3	58" 8	55" 7
54"	1'23"	1'17" 1	1'12" 0	1'07" 5	1'03" 5	1'00" 0	56" 8
55"	1'24" 6	1'18" 5	1'13" 3	1'08" 7	1'04" 7	1'01" 1	57" 9
56"	1'26" 1	1'20" 0	1'14" 6	1'10" 0	1'05" 8	1'02" 2	58" 9
57"	1'27" 7	1'21" 4	1'16" 3	1'11" 2	1'07" 0	1'03" 3	1'00" 0
58"	1'29" 2	1'22" 8	1'17" 3	1'12" 5	1'08" 2	1'04" 4	1'01" 0
59"	1'30" 7	1'24" 2	1'18" 6	1'13" 7	1'09" 4	1'05" 5	1'02" 1
60"	1'32" 3	1'25" 7	1'20" 0	1'15" 0	1'10" 5	1'06" 6	1'03" 1

### La «I» (Intervalo-pausa)

Señala el **intervalo** o pausa entre esfuerzos. Se calcula por márgenes de frecuencia cardíaca o en relación con el tiempo de esfuerzo, y se expresa en segundos o minutos de descanso.

Por ser muy determinante en el origen del entrenamiento fraccionado, nos vamos a detener algo más en este factor.

Las pausas pueden ser de dos tipos: las llamadas «recuperadoras» o de recuperación casi completa, y las «rendidoras», con recuperación claramente incompleta.

El uso de un tipo de pausa u otro, da lugar a una primera clasificación de los métodos fraccionados en métodos de repeticiones, los que usan pausas recuperadoras casi completas, y métodos interválicos, los que emplean pausas rendidoras netamente incompletas.

La denominación de pausa «rendidora» surgió en Alemania en los años 50 del siglo pasado, y en concreto en la ciudad de Friburgo, donde los profesores Gerschller y Reindell experimentaron y después divulgaron un sistema de entrenamiento que posteriormente se denominó *Interval-Training*.

Demostraron estos dos profesores que, sometiendo a un atleta a esfuerzos de una determinada intensidad y duración e intercalando pausas activas de recuperación incompleta, se conseguían mejoras de rendimiento muy apreciables en poco tiempo.

Estudiado más científicamente el proceso, llegaron a la conclusión de que las principales mejoras cardiovasculares se producían precisamente en la pausa. Por eso la calificaron como pausa «rendidora».

Preconizaban que los esfuerzos tenían que ser submáximos, y de entre 30 y 60 segundos de duración, aproximándose pero sin superar las 180 p/min. al finalizar cada repetición. Estos esfuerzos debían, así mismo, ser intercalados con pausas activas de 45 a 60 segundos, donde la frecuencia cardíaca no debía descender de las 130 p/min., y señalaban que para lograrlo, sería necesario que el atleta se mantuviera activo durante la pausa mediante la realización de ejercicios generales.

El fundamento fisiológico de esta experiencia se basaba en varios supuestos:

- Con una frecuencia cardíaca entre 120 y 150 p/min, se estima que hay tiempo suficiente para un completo llenado del corazón en la fase de diástole.

- Si a dicha FC le acompaña una escasa resistencia periférica y un adecuado bombeo de la circulación de retorno (mediante descanso activo, con ejercicio general suave de grandes grupos musculares), se consigue incrementar más el llenado, y por la ley de Starling, el músculo cardíaco se contraerá con más eficacia. Por ambos motivos, más llenado y mejor vaciado, aumentará el volumen sistólico.
- La mayor apertura de capilares y la adecuada redistribución periférica, se producen ante una demanda exigente de  $O_2$ , durante el ejercicio, demanda que se produce cuando la intensidad de un ejercicio de carácter general desencadena una frecuencia cardíaca próxima a las 180 p/min. Se observó también que estos efectos se mantienen un breve tiempo (el de la pausa), aunque la demanda ya no sea acuciante.
- La mayor demanda y diferencia arteriovenosa (consumo de oxígeno), sin notable incremento de ácido láctico, se comprobó que se producía cuando los esfuerzos eran menores de 60 segundos y aunque próximas, no se superaban las 180 p/m al final del esfuerzo. Este efecto de más «consumo de oxígeno», se mantenía alto durante la pausa.

La conclusión final era que, en relativo poco tiempo, el sistema cardiovascular se adaptaba, mejorando sus prestaciones en gran parte debido a las pausas «rendidoras».

Aunque estos estudios fueron muy cuestionados, la realidad es que durante mucho tiempo, el *Interval Training* y sus variantes se consideraron como la panacea del entrenamiento de resistencia.

Como orientación, se puede decir que en una pausa «rendidora», la frecuencia cardíaca debe mantenerse entre las 130 y 140 p/m., y en una pausa exclusivamente «recuperadora», debe bajar hasta aproximarse a las 100 p/m.

### **La «T» (intensidad-ritmo)**

Indica la **intensidad**, velocidad o ritmo de cada esfuerzo. Se puede valorar en relación con diferentes parámetros. Aunque ya lo hemos expresado al analizar el factor D, lo reiteramos:

- a) Con un tanto por ciento de la velocidad aeróbica máxima (VAM) o de la velocidad de umbral anaeróbico (VUAN), determinado previamente mediante los test oportunos.
- b) Calculando un tanto por ciento del «tiempo de marca o competición», entendiendo como tal, el registro que el atleta lograría corriendo el tiempo «D» (requerido en el método) al máximo de posibilidades. Esta acción implicaría recorrer una determinada distancia, que habría que reducir en función del

tanto por ciento exigido en el método. Lo normal es que el dato D se haya, por estimación, traducido a una distancia.

Aunque ya lo hemos expresado anteriormente, lo reiteramos con un ejemplo: supongamos que la distancia D estimada es de 400 m y el «tiempo de marca» (100%) conseguido en el test es de 1 minuto. Imaginemos ahora que el **tiempo** requerido en el método fuese del 125% del tiempo de marca o lo que es lo mismo, que la **velocidad** exigida sea el 75% de la del test de marca; en la primera opción realizaríamos una regla de tres directa y en la segunda, una regla de tres inversa, y el resultado sería 1,25 minutos, o lo que es lo mismo, 1'15''. Habría que realizar cada repetición de 400 m en 1'15''.

En todos los casos, se expresará en segundos y/o minutos el tiempo que el atleta debe emplear en recorrer la distancia elegida para cada repetición.

#### **La «R» (repeticiones-reiteraciones)**

Indica el número de **repeticiones** de esfuerzos que se deben efectuar. Normalmente, para ampliar el volumen de trabajo, se forman grupos de repeticiones a los que se les denomina **series**, ampliando en este caso las pausas entre series.

Se expresa con simples fórmulas numéricas, por ejemplo, 30 en 6x5 o 30/6 de 5, que quieren decir, realizar un total de 30 repeticiones agrupadas en 6 series de 5 repeticiones. También se suele apostillar, con el tiempo total de trabajo expresado en minutos.

#### **La «A» (actitud)**

Se refiere a la **actitud** que el atleta debe adoptar en la **pausa**. Lo normal es calificar a la pausa en **activa, pasiva o discrecional**. A veces el entrenador debe marcar el tipo de actividad específica a realizar durante la pausa.

Como hemos visto, la pausa en los procedimientos interválicos es importante, por eso debe calcularse mediante ensayos similares a los del «tiempo de marca»; para ello, inmediatamente después de terminar cada repetición, hay que tomar el tiempo que tarda el atleta en bajar a las 130-140 p/min, o 100 p/min, (según el método); a esta operación se le llama **«test de contra esfuerzo»**, y es esencial para determinar el tiempo de la pausa o intervalo. En este cálculo hay que ser más generoso que estricto, pues si se observa que las pulsaciones, en el tiempo previsto para la pausa, superan o bajan más de las previstas, se soluciona fácilmente disminuyendo o incrementando el tiempo de pausa o la actividad durante la misma.

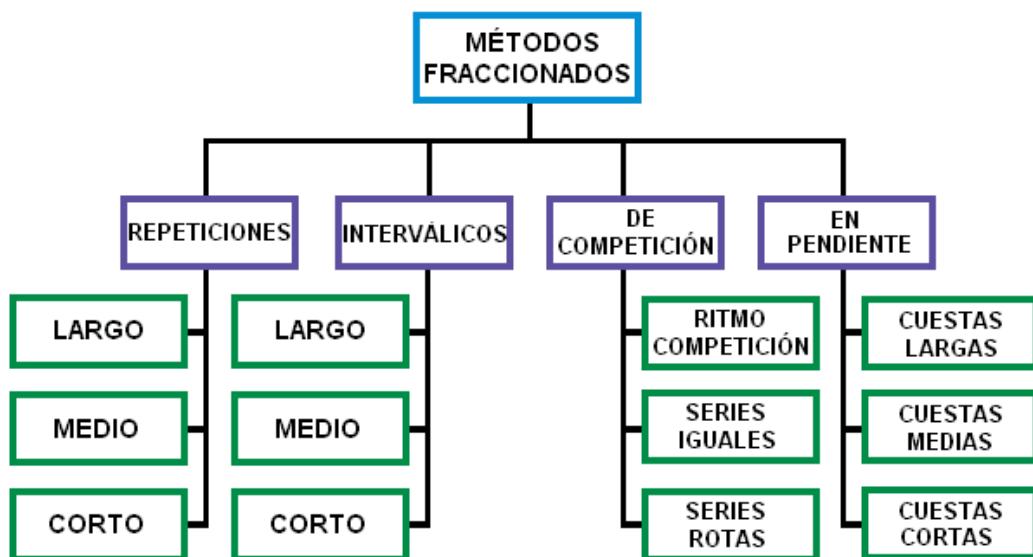
De forma general, la progresión en estos trabajos se consigue, primero, ampliando el número de repeticiones, segundo, aumentando la duración de cada esfuerzo, tercero, reduciendo las pausas y cuarto, incrementando la intensidad. Siempre respetando los márgenes y características de cada método.

### c) Clasificación de los métodos fraccionados

Ya se indicó en las consideraciones sobre los factores, que la primera clasificación general que se hacía sobre los métodos fraccionados era consecuencia del tipo de pausa.

A su vez, en función de la duración de los esfuerzos, estos grupos se clasifican en largos, medios y cortos.

Y por último se incluyen otros grupos, donde se engloban métodos muy relacionados con la técnica y táctica de una determinada prueba.



### c) Interválicos

#### c.1.1) Interválico largo

Es un procedimiento que se desarrolla en las proximidades del umbral anaeróbico (UAN) y utiliza los siguientes factores:

- **D-** de 2 a 3 minutos, (en algunas especialidades se llega a 8 minutos). Se puede «estimar» y expresar en distancia en metros si se han realizado test previos.
- **I-** de 2 a 5 minutos, manteniendo la FC alrededor de 130 p/min.

- **T**- 125% a 130% del **tiempo** de «marca» en D; 80% a 85% del **ritmo** de la VAM (si se conoce la VAM); FC al terminar cada repetición entre 160 a 170 p/min.
- **R**- de 6 a 10 repeticiones. Se pueden agrupar en dos series, dando entonces un descanso entre series mayor que el indicado en la pausa.
- **A**- activa.
- Recuperación: de 24 a 48 horas.
- Efectos: mejora cardiovascular y elevación del umbral anaeróbico (UAN); incremento de los depósitos de glucógeno, sobre todo en las fibras ST; mejora la capacidad de soporte y amortiguación de niveles medios de lactato próximos a los 4 mmol/L.; mejora del VO<sub>2</sub> máx. por vía periférica.
- Finalidad: incremento de la capacidad aeróbica. Está indicado para la mejora de la resistencia de larga duración 10'--30'--90'.

Este método con factores más limitados, se conoce también como **Ritmo-Resistencia (R.R.)**. Con el siguiente DITRA:

- **D**- entre los 1000 y 3000 m. Distancias superiores a las de la especialidad a excepción de los fondistas.
- **I**- la necesaria para iniciar el siguiente esfuerzo por debajo de las 140 p/min. Suele rondar los 5 minutos.
- **T**- 130%- 120% del tiempo de marca en D.
- **R**- oscilan entre las 4 y 15 repeticiones.
- **A**- activa, (caminar, trotar).

La finalidad de este método, además de la mejora de la capacidad aeróbica, es la de ir aproximándose al ritmo de la prueba.

### c.1.2) Interválico medio

El método se desenvuelve en las franjas de capacidad aeróbica alta y potencia aeróbica.

- **D**- 60 a 90 segundos. Se puede estimar la distancia mediante test previos.
- **I**- de 1 a 2 minutos, o la mitad o igual al tiempo de esfuerzo. FC próxima a las 130 p/min.
- **T**- 120% a 125% del **tiempo** de «marca» en D; 85% a 90% del **ritmo** de la VAM (si se conoce la VAM); FC al terminar el esfuerzo entre 170 y 190 p/min.
- **R**- de 12 a 15 repeticiones. Se pueden agrupar en dos o tres series aumentando, entre serie y serie, al doble el período de descanso estipulado para la pausa.
- **A**- activa.
- Recuperación: de 24 a 48 horas.

- Efectos: mejora cardiovascular y mejora del VO<sub>2</sub> máx.; producción y soporte de lactato en niveles medio-altos, 6 mmol/L.; incremento de los depósitos de glucógeno; incremento de mitocondrias.
- Finalidad: ampliación de la potencia y capacidad aeróbicas; elevación del umbral anaeróbico (UAN); incremento de la capacidad para tolerar y amortiguar lactato; incidencia en la capacidad anaeróbica láctica.

Este procedimiento está especialmente indicado para el desarrollo de la resistencia de media duración, 2 a 10 minutos, y de larga duración, 10 a 30 minutos.

Un ejemplo y variante de este trabajo se denomina **Interval Training**. Con el siguiente DITRA:

- **D**- oscila entre los 100 y 400 m, siendo los más usuales los 100 y 200 m.
- **I**- inicio del siguiente esfuerzo por debajo de las 140 p/min. Aproximadamente entre 45" y 90" de pausa.
- **T**- 140% - 125% del tiempo de «marca» en D.
- **R**- varían entre las 10 y las 40, agrupadas en series. Hay que hacer constar que sobrepasar esa última cantidad no es rentable a efectos de rendimiento.
- **A**- activa.

#### c.1.3) Interválico corto

Se realiza este tipo de trabajo entre las franjas de capacidad anaeróbica láctica y potencia anaeróbica láctica.

- **D**- 20 a 30 segundos. Se puede estimar la distancia en función de test previos.
- **I**- 2 a 3 minutos entre repeticiones y 10 a 15 minutos entre series; FC manteniéndose próxima a las 110 p/min. Recuperación incompleta.
- **T**- 105% a 110% del **tiempo** de «marca» en D.; 110% del **ritmo** de la velocidad VAM (si se conoce la VAM); FC muy próxima a la máxima.
- **R**- de 9 a 12 repeticiones agrupadas en tres o cuatro series.
- **A**- activa.
- Recuperación: 48 horas.
- Efectos: hipertrofia cardíaca; aumento de la producción de lactato y posibilidad de tolerarlo en niveles superiores a los 10 mmol/L; activación de la vía energética de fosfágeno; incremento de los depósitos de glucógeno; total implicación de las fibras FT.
- Finalidad: aumento de la capacidad anaeróbica láctica, a través de la producción y tolerancia de lactato. En menor grado, desarrollo de la capacidad anaeróbica aláctica.

El método está indicado para el desarrollo de la resistencia de corta duración, de 30 segundos a 2 minutos.

Una muestra de este tipo de trabajo es un método llamado **Velocidad Resistencia Corto** con el siguiente DITRA:

- **D**- 100 a 200 m.
- **I**- 2'-3' recuperación incompleta. FC alrededor de las 110p/min.
- **T**- 105%-110% del tiempo de «marca» en D.
- **R**- 10-15.
- **A**- activa.

### c.2) Repeticiones

#### c.2.1) Repeticiones largo

Se desarrolla el trabajo en la franja de la capacidad anaeróbica láctica.

- **D**- 2 a 3 minutos. Se puede estimar la distancia en relación con test previos.
- **I**- 10 a 12 minutos, recuperación completa. FC menor de 100p/min.
- **T**- 110% a 115% del **tiempo** de «marca» en D; frecuencia cardíaca cerca de la máxima.
- **R**- 3 a 5 repeticiones.
- **A**- discrecional.
- Recuperación: 48 horas.
- Efectos: mejora la vía energética mixta en el límite de la aeróbica y la anaeróbica; mejora el nivel del VO<sub>2</sub> máx.; incrementa la tolerancia a niveles medios y altos de lactato (8 a 12 mmol/L).
- Finalidad: mejora de la capacidad anaeróbica láctica. En menor grado, incremento de la potencia aeróbica máxima.

El método está indicado para entrenamiento de pruebas de resistencia de media duración de 2 a 10 minutos.

#### c.2.2) Repeticiones medio

Los esfuerzos se realizan principalmente en la franja de la potencia anaeróbica láctica.

- **D**- 45 a 60 segundos. Se puede calcular la distancia en función de test previos.
- **I**- de 8 a 10 minutos; recuperación completa, y FC menor de 100p/min.
- **T**- 105% a 110% del **tiempo** de «marca» en D; FC cerca de la máxima.
- **R**- 4 a 6 repeticiones.
- **A**- discrecional.

- Recuperación: 48 horas.
- Efectos: mejora de la vía energética anaeróbica láctica; incrementa la tolerancia a niveles altos de lactato, más de 10 mmol/L.; incrementa los depósitos de glucógeno de las fibras FT.
- Finalidad: mejora de la potencia anaeróbica láctica. En menor grado, incrementa la capacidad anaeróbica láctica.

El método se recomienda para el entrenamiento de pruebas de resistencia de corta y media duración, de 30 segundos a 4 minutos.

Este procedimiento, con variantes, se asemeja a una de las formas de entrenamiento llamada **Velocidad Resistencia Medio**, con el siguiente DITRA:

- **D**- 200-500 m. Para los deportistas que preparen una prueba concreta, 1/3 o 1/5 de la misma.
- **I** - 4-8 minutos, recuperación casi completa.
- **T**- 105%-110% del tiempo de «marca» en D.
- **R**- pocas (máximo 10).
- **A**- discrecional.

#### c.2.3) Repeticiones corto

Este tipo de entrenamiento fraccionado se desarrolla en el límite de la franja de la potencia anaeróbica láctica y el inicio de la capacidad anaeróbica aláctica.

- **D**- 20 a 30 segundos. Se puede calcular la distancia en función de test previos.
- **I**- 5 a 8 minutos, recuperación completa; FC menor de 100 p/min.
- **T**- 100% a 105% del **tiempo** de «marca» en D.
- **R**- 6 a 10 repeticiones.
- **A**- discrecional.
- Recuperación: 48 horas.
- Efectos: aumento de los depósitos de fosfágeno; implicación de las fibras FT a y FT b; mejora de las vías energéticas anaeróbica láctica y aláctica.
- Finalidad: mejora de la capacidad anaeróbica aláctica y de la potencia anaeróbica láctica.

El método se recomienda para el entrenamiento de las pruebas de resistencia de corta duración de 30 a 60 segundos.

### c.3) En Pendiente

#### c.3.1) Fraccionados en pendiente

Esta forma de entrenamiento fraccionado es originaria de Suecia y Finlandia. Fue muy utilizada por los australianos y posteriormente regresó a Europa en los años 70 del siglo pasado de la mano de la Escuela Finlandesa y de los equipos soviéticos de fondo y medio fondo.

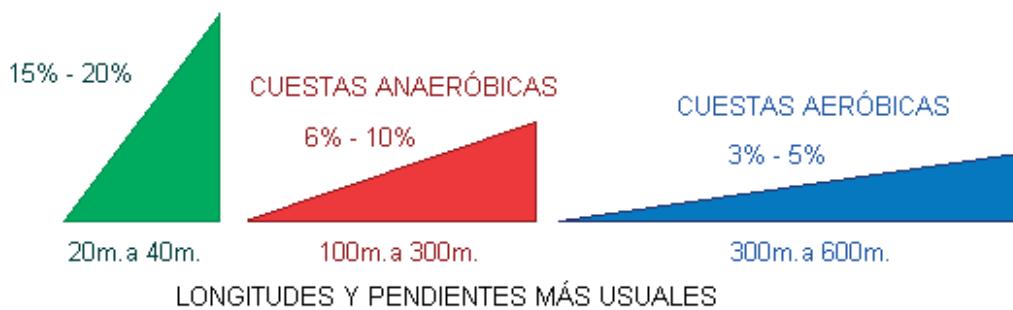
El método consiste en subir reiteradamente cuestas de longitud y pendientes adecuadas y medidas, a ritmo predeterminado (mediante test de «marca»), descansando en las bajadas.

La finalidad principal de estos métodos es, además de incrementar la resistencia específica, lograr la potenciación del tren inferior sin que se deteriore la técnica de carrera. Para ello es conveniente cuidar la postura en las subidas, no inclinar en exceso el tronco hacia delante, mantener la vista al frente, bracear sin agarrotamientos en cuello hombros y brazos, apoyar de metatarso y elevar convenientemente las rodillas.

Las pendientes y distancias que indicamos a continuación son orientativas, ya que no es fácil encontrar pendientes uniformes con las distancias que señalamos.

Este tipo de entrenamiento es bastante exigente, por tanto no hay que aplicarlo al principio de la temporada.

#### CUESTAS DE VELOCIDAD-POTENCIA



#### c.3.2) Cuestas largas o aeróbicas

Se ubica el procedimiento en la franja de potencia aeróbica.

- **D**- 300 metros. Pendiente aproximada del 3% al 5%.
- **I**- recuperación incompleta de 1 a 3 minutos.
- **T**- 135% a 125 % del **tiempo** de «marca» (conocido previa subida al máximo de posibilidades). FC alrededor de 180 p/min. al terminar la cuesta.
- **R**- de 6 a 10 repeticiones.

- **A**- activa.
- Recuperación: 48 horas.
- Finalidad: potenciación del tren inferior; mejora de la potencia aeróbica; incidencia en la capacidad anaeróbica.

### c.3.3) Cuestas medias o anaeróbicas

El método se desarrolla en la franja de la capacidad anaeróbica láctica.

- **D**- 100 metros, con pendiente aproximada del 6% al 10%.
- **I**- De 2 a 3 minutos, recuperación incompleta.
- **T**- 125% a 115% del **tiempo** de «marca».
- **R**- 10 a 15 repeticiones agrupadas en 2 ó 3 series.
- **A**- discrecional.
- Recuperación: 48 a 72 horas.
- Finalidad: potenciación del tren inferior; mejora de la capacidad anaeróbica láctica.

### c.3.4) Cuestas cortas o de potencia

También llamadas «cuestas potencia» o «cuestas velocidad», se desarrollan en las franjas de la capacidad y potencia anaeróbicas alácticas.

- **D**- 20 a 30 metros. Pendiente aproximada del 15% al 20%.
- **I**- de 2 a 5 minutos, recuperación casi completa.
- **T**- 105% a 100% del **tiempo** de «marca».
- **R**- de 6 a 10 repeticiones en 2 o 3 series.
- **A**- discrecional.
- Recuperación: 48 a 72 horas.
- Finalidad: incremento de la potencia del tren inferior; mejora de la capacidad anaeróbica aláctica; incidencia en potencia anaeróbica aláctica y en la calidad velocidad.

### 6.1.3 Métodos de Competición

Se entiende como **ritmo de competición** a la exigente velocidad de desplazamiento que permite realizar la prueba en el tiempo requerido. A su vez dicho ritmo conlleva, en la mayoría de los casos, una necesaria dosificación de esfuerzos para poder terminar la prueba.

Desde el punto de vista de la resistencia, las pruebas a «ritmo de competición» (fijo o variable), presentan tres problemas a solucionar:

- La precisa absorción de O<sub>2</sub> que retrase la hiperacidez a pesar de la intensidad del esfuerzo.

- La necesaria capacidad «tampón» que amortigüe, en pleno esfuerzo, parte de la acidez que se produzca.
- La disponibilidad de energía para concluir con eficacia la competición.

El uso de estos métodos proporcionan al atleta sensaciones y conocimientos sobre sus propias respuestas ante la exigencia de la prueba, permitiéndole una dosificación de esfuerzo acorde con sus posibilidades, o sea, conocer su «ritmo ideal», entendiendo como tal, el que permite alcanzar el mejor puesto o marca, mediante la adecuada distribución de energías a lo largo de toda la prueba.

#### a) Ritmo competición de series iguales

La franja en la que se desarrolla este procedimiento es la misma que la de la prueba que se pretende entrenar.

- **D**- será una distancia inferior en 20%-30% a la de la prueba.
- **I**- recuperación completa.
- **T**- velocidad media prevista para la competición.
- **R**- pocas: 2 ó 3.
- **A**- discrecional.
- Recuperación: 72 horas.
- Finalidad: aproximarse al ritmo ideal; acostumbrar al organismo a la carga específica de la competición, y ampliar la capacidad de rendimiento a nivel funcional por adaptación a la carga.

#### b) Ritmo competición de series rotas, simuladas o con sobrecarga

Con el calificativo de «rotas», designan algunos autores a los entrenamientos de ritmo, en los que las repeticiones, dentro de la misma serie, son fracciones iguales en distancia de parte la prueba, y «simuladas» cuando son fracciones de distinta distancia.

Consiste en dividir la distancia de competición en varios tramos de igual o diferente longitud, que deberán recorrerse cada uno de ellos a velocidad igual o ligeramente superior a la que se tenga prevista llevar, en ese tramo, durante la competición.

Los tramos se realizan uno a continuación del otro, hasta cubrir la distancia competitiva, dejando una pequeña pausa entre ellos de no más de 30 segundos. El total de esta secuencia se repetirá 2 ó 3 veces con un descanso de varios minutos entre secuencias, para conseguir la recuperación completa.

Por ejemplo, un corredor de 1500 m puede realizar ritmo competición de series rotas haciendo repeticiones de 300 m o de 500 m con pequeñas pausas (30'') entre ellas, hasta cubrir en cada serie los 1500 m: 1<sup>a</sup> repetición 500 m - (pausa de 30'') + 2<sup>a</sup> repetición 500 m - (pausa de 30'') + 3<sup>a</sup> repetición 500 m - (pausa larga de varios minutos e iniciar de nuevo la secuencia).

El mismo corredor puede realizar ritmo competición de series simuladas cuando las repeticiones sean de distinta longitud:

1<sup>a</sup> repetición 500 m - (pausa de 30'') + 2<sup>a</sup> repetición 500 m - (pausa de 30'') + 3<sup>a</sup> repetición 300 m - (pausa 30'') + 4<sup>a</sup> repetición 200 m - (pausa larga de varios minutos e iniciar de nuevo la secuencia).

También se puede organizar el entrenamiento con combinaciones de series rotas y simuladas. Las posibles combinaciones que se pueden hacer son innumerables, pero deben ser acordes con las posibilidades del atleta y con la táctica de carrera prevista para la competición.

Aclaramos este tipo de entrenamiento con un ejemplo:

Supongamos que un corredor, después de un período de entrenamiento, quiere participar en una prueba de 1000 metros y desea alcanzar la marca de 3 minutos en la prueba. Para ello, su entrenador le aconseja correr a ritmo uniforme los primeros 800 metros en 2 minutos y 28 segundos, para después apretar en el último tramo y hacer los 200 metros restantes en 32 segundos. Un entrenamiento repeticiones simuladas podría ser el siguiente:

- **D**- 400
- **I**- 30 segundos
- **T**- 1 minuto y 13 segundos
- **R**- 2
- **A**- discrecional

Al terminar la segunda repetición de 400, descansará 30 segundos y correrá 200 metros en 31 segundos. Tras una pausa de 5 a 10 minutos, volverá a repetir la misma secuencia.

La progresión en este procedimiento se lograría disminuyendo las pausas entre repeticiones en la misma serie y aumentando progresivamente la longitud de los tramos.

Las series con «sobrecarga» tienen por objeto acostumbrar al atleta a los cambios de ritmo (voluntarios o impuestos en el transcurso de la competición). Consiste este procedimiento en recorrer distancias menores que las de la prueba, en las

que en uno o dos tramos del recorrido (final, inicial o intermedio), se realizan variaciones a una velocidad superior al ritmo previsto en ese tramo de la prueba.

El método es similar al anterior, con la diferencia de que en una misma repetición se producen recorridos a distintas velocidades. Por ejemplo, al realizar una repetición, en un determinado momento del recorrido se realiza voluntariamente una aceleración o cambio de ritmo hasta terminar el tramo.

## 6.2 MÉTODOS DE ACTIVIDAD ACÍCLICA

Se podrían agrupar bajo este epígrafe un sinnúmero de modalidades de gimnasia, deportes o actividades físicas, con el solo requisito de que los esfuerzos se prolongasen en el tiempo, pues conseguirían de este modo mejorar la calidad resistencia.

Es bastante complicado reseñar cuáles son las actividades físicas o deportivas, más aconsejables que otras, para desarrollar los diferentes tipos de resistencia.

Pensamos que la repetición de gestos, fracciones o jugadas del deporte en sí, pueden ser un buen método específico.

Aquí nos vamos a limitar a exponer un par de métodos que fueron diseñados en su día para entrenar la calidad resistencia junto con otras cualidades.

### a) Entrenamientos en Circuito

Este método tiene su origen en Inglaterra en 1958, en la Universidad de Leeds, donde los profesores Morgan y Adamson, dadas las limitaciones de espacio y tiempo que tenían para impartir las sesiones de educación física a sus alumnos, reglaron una forma de trabajo que denominaron «Circuit Training» o entrenamiento en circuito.

Para los creadores, la bondad de este modelo de trabajo consistía en que era posible trabajar, de forma ordenada, varias cualidades a la vez con grupos relativamente numerosos de ejecutantes y en poco espacio.

El procedimiento se caracterizaba por organizar el trabajo en «estaciones sucesivas», por las que el atleta debería pasar, en un orden establecido, realizando en cada una de ellas diferentes ejercicios gimnásticos sin solución de continuidad y durante un tiempo determinado.

Este método tiene cierta semejanza con los métodos fraccionados y se puede definir como: «Método de entrenamiento que desarrolla la resistencia en general, junto con otras cualidades, mediante trabajo en “estaciones” sucesivas, organizadas de forma sistemática y que permite en todo momento el control y la evaluación».

Es un procedimiento muy versátil que se caracteriza por:

- La relativa facilidad de organización y de trabajo.
- La posibilidad de realizarse con ejercicios sencillos.
- La economía de tiempo y espacio.
- La viabilidad de realizar el entrenamiento individual o en grupos de ejecutantes de diferente nivel, sexo y edad.
- Permitir el control en todo momento.
- Favorecer la motivación e integración en los grupos.

La composición del circuito puede ser muy variable, aunque normalmente constarán de 8 a 20 ejercicios de fácil ejecución, colocados en «estaciones» de forma ordenada, de tal manera que en dos estaciones seguidas no trabajen los mismos grupos musculares.

Las estaciones se ubicarán en función del espacio disponible, pero de tal modo que no haya interferencia entre los ejecutantes de una estación y los de las adyacentes.

También es conveniente que, en cada estación, se disponga de un cartel indicador con el número de orden, una breve descripción del ejercicio (mejor un dibujo esquemático) y otras indicaciones, tales como tiempo de trabajo, número de repeticiones, tiempo de pausa... que permitan al ejecutante identificar el esfuerzo a realizar.

Antes de realizar el entrenamiento en circuito, es importante planificar y efectuar una serie de tareas para garantizar la eficacia del método, tales como la adecuada elección y ordenación de los ejercicios, la ubicación y señalización de las estaciones, y sobre todo, el acertado establecimiento de la «dosis inicial» mediante los ensayos precisos.

La «dosis inicial» consiste en adecuar los esfuerzos del circuito y de cada estación al nivel de los ejecutantes.

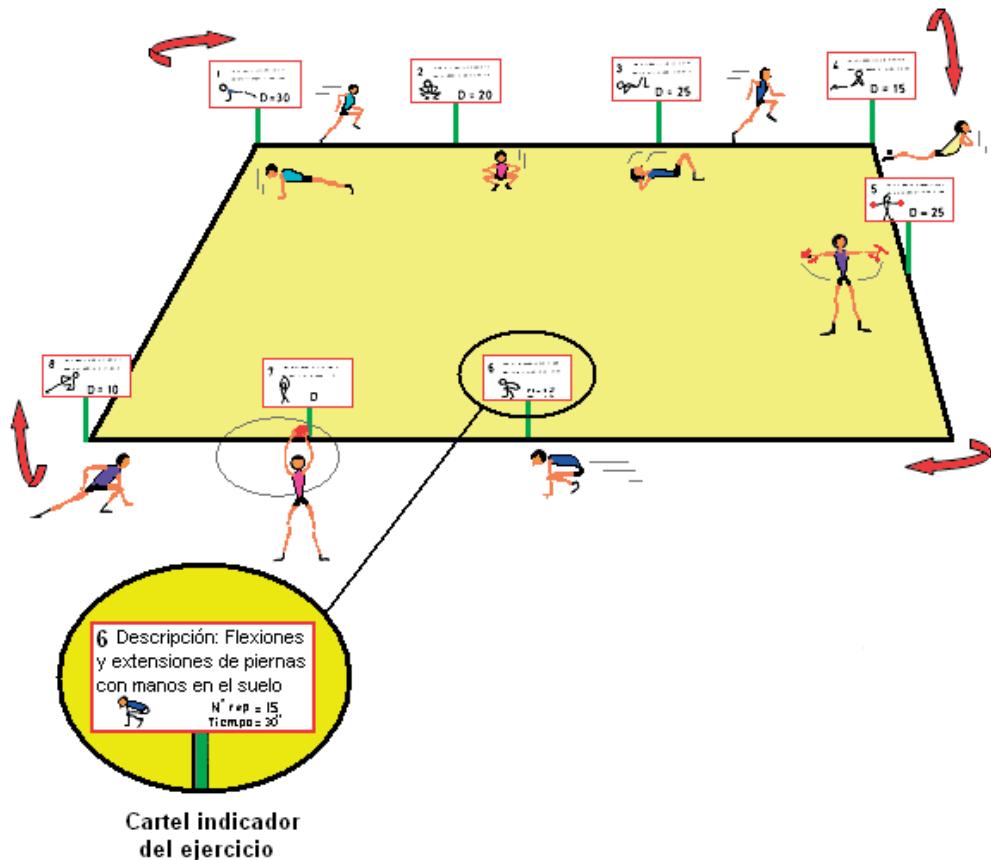
Por ejemplo, sean los ejercicios D, E y F. Se realizará un test en el que el ejecutante deberá hacer correctamente el máximo de repeticiones posible de cada uno de ellos, en 60 segundos. Supongamos que el resultado es en D, 40, en E, 50 y en F, 60.

Una primera forma de establecer la «dosis inicial», sería un circuito en el que el ejecutante realizaría en cada estación la mitad del esfuerzo en la mitad de tiempo, o sea en D, 20 repeticiones en 30 segundos, en E, 25 repeticiones en 30 segundos y en F, 30 repeticiones en 30 segundos.

Si en un primer ensayo, el atleta aguantase el esfuerzo, se habría establecido la dosis inicial. Si no, habría que hacer los retoques necesarios.

Lo normal es agrupar a los ejecutantes por niveles y establecer las dosis iniciales mediante cálculo de la media de cada grupo. Esta tarea previa, aunque engorrosa es necesaria, porque luego, una vez que cada grupo conoce el ejercicio, la ejecución del entrenamiento es fácil de controlar y dirigir con un silbato y un cronómetro.

En el siguiente gráfico hemos dibujado un sencillo circuito de ocho estaciones:



### Clasificaciones de los circuitos de resistencia

Por las finalidades, se pueden dividir en circuitos **aeróbicos, anaeróbicos o mixtos**.

Por el número y nivel de ejecutantes, se clasifican en los **de tarea colectiva** (todos hacen el mismo trabajo) y los **de tarea individual** (cada uno realiza un trabajo acorde con su nivel aunque vayan en grupo).

Por la forma de realización se dividen en circuitos continuos y circuitos interválicos.

Analizaremos a continuación los circuitos continuos y los interválicos.

### a.1) Circuitos continuos

En estos circuitos, la pausa prácticamente no existe (es el tiempo de traslado rápido de una estación a otra). El trabajo consiste en recorrer, por orden, todas las estaciones del circuito, realizando correctamente las repeticiones indicadas en la dosis inicial, pero en el menor tiempo posible. Para que no haya interferencias entre los ejecutantes, se deben formar grupos homogéneos, dando la salida primero a los grupos de mayor nivel y dejando un margen de al menos dos estaciones entre grupos.

Son prácticas exigentes, por lo que se recomienda al principio, realizar circuitos con pocas estaciones.

### a.2) Circuitos interválicos

Aquí sí existe una pausa establecida que hay que respetar. El entrenamiento se efectúa del mismo modo que el anterior, pero el requisito es realizar en cada estación la dosis inicial en el tiempo señalado y con las pausas marcadas.

La progresión tanto en los circuitos continuos como en los interválicos se logra, primero, aumentando el número de repeticiones por estación, segundo, incrementando el número de recorridos totales, y tercero, reduciendo las pausas entre recorridos o entre estaciones, si procede.

No existen unos factores fijos para este tipo de entrenamiento, así que como orientación, indicamos los siguientes:

FACTORES	CIRCUITOS CONTINUOS REPETICIONES FIJAS	CIRCUITOS INTERVALADOS REPETICIONES FIJAS
DURACIÓN POR ESTACIÓN (D)	De 10 a 60 segs.	De 10 a 60 segs.
INTERVALO DE DESCANSO (I)	Muy corto. Entre series, de 2 a 3 min.	De 10, 15 a 30 segs. Entre series, de 2 a 3 min.
INTENSIDAD (T)	Del 50 al 60% del test inicial	50% del test inicial
REPETICIONES (R)	8 a 14 estaciones 2 a 3 series 10 a 30 reps. por estación	8 a 20 estaciones 2 a 3 series 10, 30 a 60 reps. por estación
ACTITUD (A)	—	Activa

En los últimos años han proliferado los circuitos «naturales» y los «urbanos», que no son más que una serie de aparatos instalados en paseos, jardines o parques, que permiten al usuario realizar ejercicios adecuados a su edad y nivel. Los aparatos suelen estar anclados al terreno y pueden estar alejados unos de otros con el fin de que el ejecutante se vea obligado a marchar o correr para trasladarse de una estación a otra.

La mecánica de trabajo es similar a la desarrollada anteriormente, con las diferencias de que el número de ejercicios es más limitado que los de los circuitos tradicionales, y de que la ejecución de los esfuerzos es libre. En algunos se señalan mediante dibujos esquemáticos la correcta realización de los ejercicios.

También con el nombre de «circuitos» se han empleado y se emplean entrenamientos exigentes, sobre todo para atletas de alto nivel. En estos circuitos se combinan los ejercicios con carreras de ritmo alto, alternadas con carreras de velocidad. Normalmente no hay pausas o son muy cortas. Uno de los más conocidos es el circuito Oregón (en principio se parecía más al Fartlek).

La realidad es que con el epígrafe de «circuitos» se engloban cantidad de trabajos con el único requisito de realizar los ejercicios en estaciones.

### b) Entrenamiento Total

Este procedimiento se basa en el Método Natural de Herbert, y en los entrenamientos en la naturaleza (Fartlek, Cuestas...).

Raul Mollet, un militar belga, divulgó este método de entrenamiento al aire libre y lo denominó «Cross Promenade» y también Entrenamiento Total.

Impregnado de la filosofía de sus antecesores, Mollet preconizaba la realización de un trabajo variado y ameno en plena naturaleza, con la mayor libertad posible.

Se podría definir el **Entrenamiento Total** como: «*Método de entrenamiento físico realizado en desplazamiento y en plena naturaleza, que atiende a todas las cualidades físicas*».

Originariamente, el entrenamiento comprendía cuatro apartados importantes:

- Respiración y flexibilización.
- Ejercicios de desarrollo muscular (fuerza).
- Trabajos de velocidad.
- Trabajos específicos de resistencia.

Todos ellos con el soporte de carrera continua lenta.

El primer apartado englobaba una serie de ejercicios de calentamiento y flexibilidad dinámica, con una duración de 15 a 20 minutos. Se terminaba con una carrera continua de aproximadamente 5 minutos, para enlazar con la siguiente fase.

El segundo apartado o fase lo constituía una serie de ejercicios de fuerza (6 a 10), realizados entre ejecutantes o con los medios naturales que se encontrasen (piedras, árboles, etc.) y en forma de circuito, durante 10 o 20 minutos. En ellos se incluían ejercicios isométricos y lanzamientos, y se concluía también este apartado con carrera continua lenta de 5 minutos.

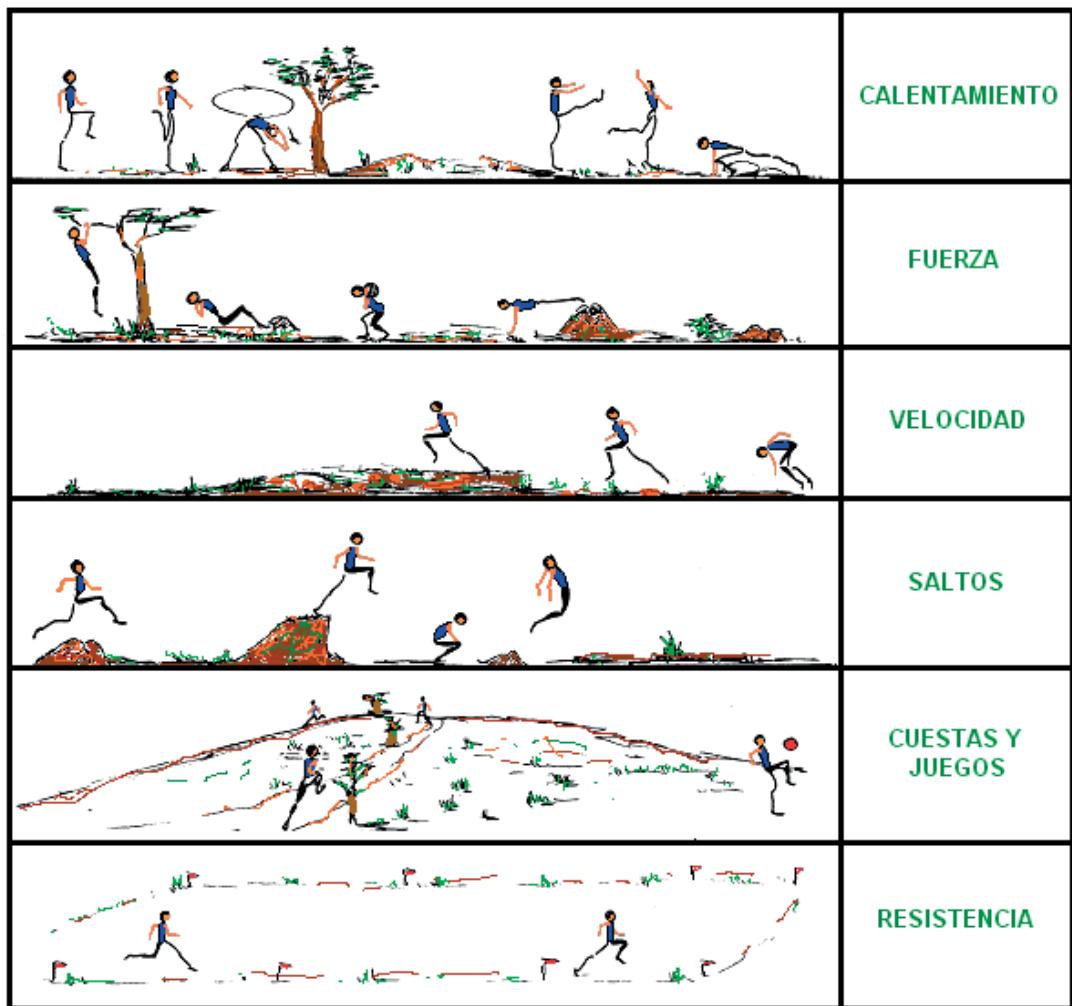
En la tercera fase se realizaban los trabajos relacionados con la velocidad, donde se incluían juegos, saltos y algunas cuestas, además de salidas, aceleraciones, progresiones y carreras cortas de velocidad. Todo ello en un tiempo aproximado de 20 minutos, y se terminaba con carrera continua de 5 minutos.

El cuarto apartado se dedicaba íntegramente a la resistencia, durante 20 o 30 minutos. Aquí el trabajo consistía en una carrera continua variable o en carreras fraccionadas interválicas.

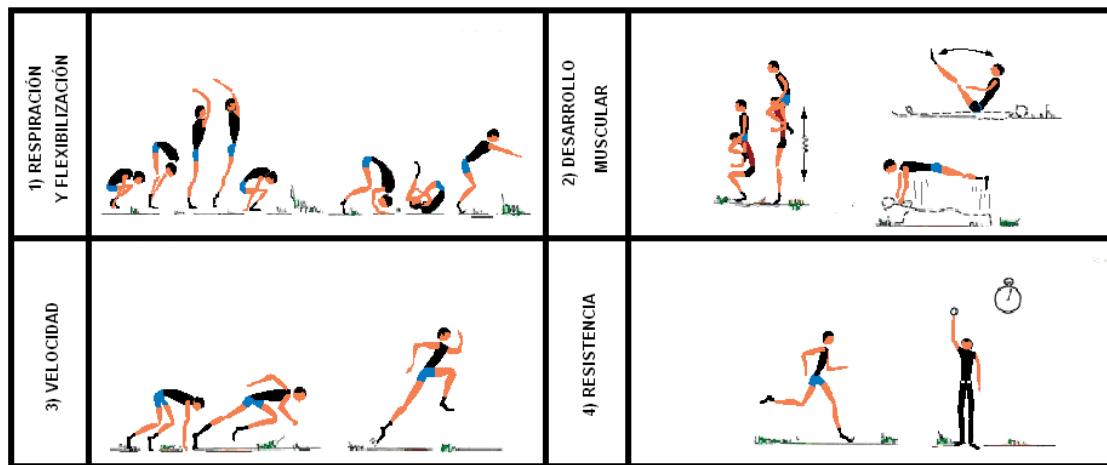
La sesión terminaba con carrera continua lenta recuperadora y con actividades de vuelta a la calma durante otros 20 minutos.

Como se puede comprender, es imposible dar factores concretos, no obstante, aventuramos los siguientes:

- **D**- duración total, variable de 60 a 90 minutos.
- **I**- intervalos activos entre las cuatro fases, de unos 5 minutos de CC lenta.
- **T**- intensidad muy variable en las cuatro fases distintas.
- **R**- muchos ejercicios con pocas repeticiones de cada ejercicio, para conseguir variedad.
- **A**- activa.
- Recuperación: 48 horas.
- Efectos: los derivados de los trabajos de flexibilidad, fuerza, velocidad y resistencia, así como beneficios psíquicos producidos por el ambiente de trabajo en plena naturaleza y por la variedad de los esfuerzos.
- Finalidad: desarrollo conjunto de las diferentes cualidades físicas y en especial de la resistencia aeróbica, por la duración de la sesión.



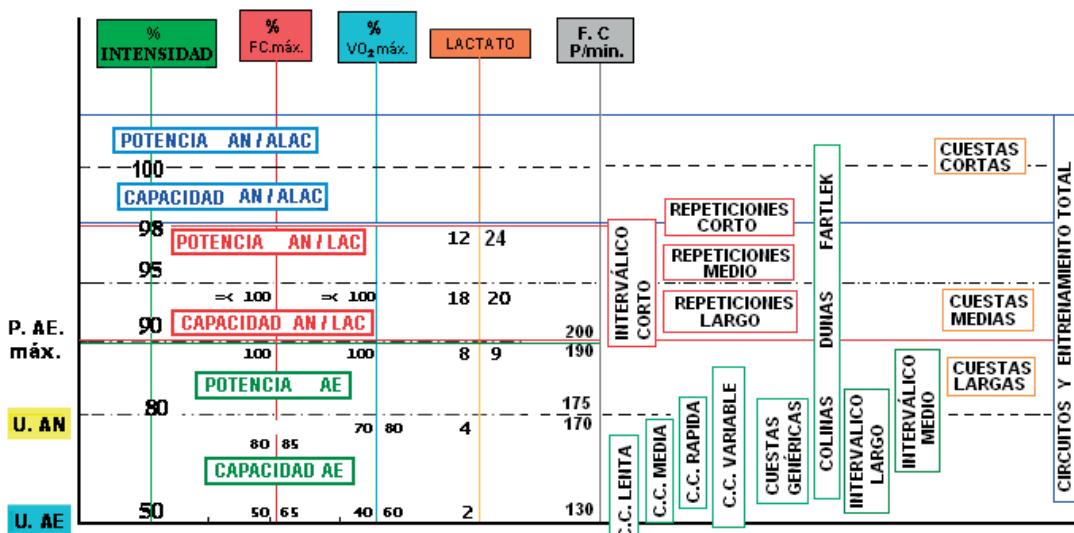
## EJERCICIOS



Como resumen de todo el sistema de entrenamiento de la resistencia, en el siguiente cuadro relacionamos franjas, umbrales y métodos de entrenamiento.

En la parte derecha, encuadrados en rectángulos, de diferentes orientaciones y tamaños, se expresan y ubican los métodos más adecuados para desarrollar las distintas potencias y capacidades.

CORRELACIÓN ENTRE FRANJAS, UMBRALES Y MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO



También relacionamos a continuación otros procedimientos que mejoran la resistencia en general, junto con otras cualidades, y que actualmente son empleados en multitud de gimnasios. Dada su variedad solo nos referiremos a los más conocidos y a los aspectos que más los caracterizan.

- 1. Aerobic:** ejercicios gimnásticos realizados al ritmo de música.
- 2. Step:** igual que el aerobic donde se utiliza también una pequeña tarima que los ejecutantes debe subir y bajar.
- 3. Spinning:** pedaleos en bicicletas estáticas variando frecuentemente la carga y la velocidad.

## 7. PLANIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA

Aunque es de aplicación todo lo descrito sobre planificación del entrenamiento en el capítulo de BASES..., en este apartado vamos a insistir algo más sobre aspectos de la planificación de actividades en las que es predominante la calidad resistencia.

Empezaremos por las **actividades cílicas**.

## 7.1 ANÁLISIS DE LA PRUEBA

Es imprescindible realizar un estudio exhaustivo de la prueba. Aconsejamos «diseccionar» la especialidad deportiva en componentes tales como: duración estimada de la actividad; intensidades de esfuerzo; sistemas energéticos que participan y en qué proporción; niveles de lactato que se pueden alcanzar; frecuencias cardíacas estimadas; franjas de esfuerzo en las que se desarrolla el trabajo; capacidades determinantes, capacidades complementarias; factores decisivos para el buen rendimiento; nivel técnico y táctico necesario, etc.

Por ejemplo, si analizamos una carrera atlética de cinco mil metros lisos, podemos deducir, aproximadamente, en función de nuestro atleta, cuánto puede durar la prueba; en qué franjas de esfuerzo se desarrollará; qué sistemas de energía se utilizarán preferentemente, etc.

También en relación con la táctica de carrera, decidir si se quiere hacer una salida rápida o no, o qué velocidad de crucero se quiere llevar y la intensidad y longitud del último tramo de la carrera.

De la investigación de la prueba, relacionándola siempre con el atleta, tenemos que sacar en conclusión qué capacidades hay que desarrollar y en qué nivel son necesarias para un buen rendimiento, así como las prioridades para su entreno.

## 7.2 ANÁLISIS DEL ATLETA

Del estudio del atleta, debemos conocer cuánto «vale» para el total de la prueba y para cada uno de sus componentes, así como las necesidades de entrenamiento de determinados aspectos de sus capacidades, esencialmente de las de resistencia.

Para ello, es imprescindible aplicar los test de evaluación adecuados y así saber, por ejemplo, su  $\text{VO}_2$  máx ; su velocidad aeróbica máxima (VAM); estimación del ritmo o velocidad de umbral anaeróbico (VUAN); la frecuencia cardíaca máxima y de umbral anaeróbico y otras capacidades acordes con la prueba.

## 7.3 CONFRONTACIÓN ATLETA-PRUEBA

Una vez analizados y confrontados los factores, se llega al conocimiento de la situación actual del atleta con respecto a la prueba y sus posibilidades de entrenamiento.

Ubicada ya la prueba dentro de una intensidad y duración del esfuerzo (relacionada con el atleta en cuestión), hay que pensar en cómo desarrollar las capacidades necesarias, y no basta con mejorar aspectos aislados, hay que desarrollar la totalidad en su justa medida.

Es también el momento de aventurar pronósticos, para concretarlos después en objetivos reales alcanzables. Es ésta, para el entrenador, una cuestión muy comprometida en la planificación, pues si formula objetivos pobres, no habrá desarrollado todo el potencial de su atleta, y si elige objetivos muy ambiciosos, tiene muchas posibilidades de «quemarlo». Por eso muchos entrenadores, aunque no sea lo más adecuado, proyectan objetivos a corto plazo, y en función de los resultados, van adaptando su plan de entrenamiento.

Para facilitar los pronósticos y apoyados en la estadística, se han publicado estudios que, de algún modo, orientan sobre las posibilidades futuras de un atleta en una prueba, en función de baremos de test o del resultado en otras pruebas.

Son clásicas las tablas de «pasajes» en atletismo, en las que apoyándose en la marca conseguida en una prueba más corta, se vaticina un potencial resultado en una prueba más larga y los posibles tiempos de paso por las distancias intermedias. La tabla que se expone a continuación, fue diseñada hace años para atletas de categoría nacional y no es más que una orientación.

Prueba	Tiempo posible	Cálculo tiempo de posibles pasajes
200 mts. lisos	Doble del de 100 mts., menos 1 a 3 décimas.	Primer 100, mejor marca + 1 seg. Segundo 100, mejor marca - 1,3 seg.
400 mts. lisos	Doble del de 200 mts., + 2 a 5 segs.	1º 200, mejor marca + 0 a 2 segs. 2º 200, mejor marca + 2 a 3 segs.
800 mts. lisos	Doble del de 400 mts., + 12 a 18 segs	1º 400, mejor marca + 4 a 7 segs. 2º 400, mejor marca + 7 a 10 segs.
1500 mts. lisos	Doble del de 800 mts., + 15 a 20 segs.	1º 500 = 1/3 del total - 2 segs. 2º 500 = 1/3 del total + 2 a 4 segs. 3º 500 = 1/3 del total - 1 a 2 segs.
5000 mts. lisos	Mejor tiempo en 1.500 mts x 5, dividido entre 3  $\frac{t \cdot 1.500 \times 5}{3}$	1º 1000 = 1/5 del total - 1 a 3 segs. 2º 1000 = 1/5 del total +/- 1 seg. 3º 1000 = 1/5 del total + 1 a 3 segs 4º 1000 = 1/5 del total + 3 a 5 segs 5º 1000 = 1/5 del total - 2 a 4 segs.
10.000 mts. lisos	Doble del de 5.000 m. + 1'30" a 2 min.	

Existen también otras fórmulas para relacionar posibles registros en una distancia a partir de la marca obtenida en otra distancia. Así, por ejemplo, se estima

como vaticinio unas posibles marcas en 200 m y 400 m lisos, conociendo los tiempos en una distancia menor.

$$\begin{aligned} \text{Tiempo en } 100 \times 2,1 - 0,84 &= \text{Tiempo en } 200\text{m}. \\ \text{Tiempo en } 200 \times 2,3 - 1,7 &= \text{Tiempo en } 400\text{m}. \\ \text{Tiempo en } 100 \times 4,83 - 3,63 &= \text{Tiempo en } 400\text{m}. \end{aligned}$$

Por lo original, exponemos a continuación unos datos extraídos de un trabajo al respecto, realizado por nuestro compañero Jorge García de Castro, que en su preámbulo, más o menos decía que si analizamos récords del mundo en atletismo de hace relativo poco tiempo, comprobamos que la variación de la velocidad en función de la distancia, en las pruebas de medio fondo y fondo, se ajusta a una curva de tipo logarítmico, con un elevado índice de fiabilidad (hombres 0,9735 y mujeres 0,9451).

Este índice demuestra que existe una cierta correlación entre las diferentes marcas y por tanto, en el plano teórico, se podrían trasformar registros obtenidos en una distancia, en marcas posibles en otra.

Insistimos que estas aproximaciones son «teóricas» pues los récords fueron conseguidos por diferentes atletas (los mejores del momento), pero de distintas características y especialidades.

Distancia Metros	RÉCORDS DEL MUNDO			
	MASCULINO		FEMENINO	
	TIEMPO	VELOCIDAD	TIEMPO	VELOCIDAD
800	1:41:11	28,484	1:53:28	25,424
1000	2:11:96	27,281	2:28:98	24,164
1500	3:26:00	26,214	3:50:46	23,431
1609	3:43:13	25,960	4:12:56	22,935
2000	4:44:79	25,282	5:25:36	22,129
3000	7:20:67	24,508	8:06:11	22,217
5000	12:39:36	23,704	14:28:09	20,735
10000	26:22:75	22,745	29:31:78	20,319
21097	0:59'17"	21,352	1:06'44"	18,968
42195	2h.05.38"	20,151	2:17:18"	18,439

Basándose en esta idea, diseñó la tabla siguiente para corredores de alto nivel, en la que se relacionan las distancias y velocidades mediante tantos por ciento.

En la que, por ejemplo, si un atleta es capaz de correr los mil metros lisos en tres minutos, o lo que es lo mismo, a una velocidad media de 3 minutos el kilómetro, se podría vaticinar, aproximadamente, la velocidad media y marca que obtendría en los dos mil metros, aplicando una simple regla de tres inversa, con los datos de la tabla:

DISTANCIA	TANTO POR CIENTO
800 metros	130
1000 metros	125
1500 metros	120
2000 metros	115
3000 metros	112
5000 metros	108
10000 metros	104
Media maratón	99
Maratón	95

- Velocidad media de 1000 = 3 min. / km % 125.
- Velocidad media de 2000 x % 115.
- $X = (125 \times 3) / 115 = 3'26 = 3$  min. y 15 segs. el km de velocidad media, y la marca que teóricamente podría obtener en el 2000 sería de 6'30".

La reflexión inmediata es ¿esa correlación entre las marcas mundiales se podría mantener a niveles más bajos? Al parecer (según análisis estadísticos), **teóricamente** la respuesta puede ser afirmativa, con relativo poco error, sobre todo en distancias próximas entre sí.

Para adaptarse a dichos niveles más bajos, hubo que establecer de algún modo esos niveles. Se optó, dada su simplicidad, por tomar como referencia las distancias alcanzadas en el test de Cooper expresadas en metros, estableciéndose los siguientes niveles:

	NIVEL	METROS
ELITE	nivel 1	más de 4200 m
ALTO	nivel 2	de 3800 m a 4200 m
	nivel 3	de 3400 m a 3800 m
MEDIO	nivel 4	de 3000 m a 3400 m
	nivel 5	de 2600 m a 3000 m
BAJO	nivel 6	de 2200 m a 2600 m
	nivel 7	de 1800 m a 2200 m

Estudiando los ranking de atletismo de diversas categorías, se diseñó la tabla que a continuación se expone, en la que se reflejan los siete niveles y las distancias en atletismo, desde los 800 metros a los 100 kilómetros, así como los porcentajes en velocidad que los correlacionan.

Distancia	Nivel del Atleta						
	BAJO		MEDIO		ALTO		ELITE
	7	6	5	4	3	2	1
800 m.	121	124	126	127	128	129	130
1000 m.	116**	119	121	122	123	124	125
1500 m.	108	112**	115**	117**	118	119	120
2000 m.	103 *	107	110	112	113**	114**	115**
3000 m.	96	101*	105	108	110	111	112
5000 m.	88	94	99*	103	106	107	108
6000 m.	86	92	97	101	104	105	106
8000 m.	85	91	96	100*	103	104	105
10000 m.	84	90	95	99	102*	103	104
½Maratón	75	82	88	93	97	98*	99*
Maratón	67	75	82	88	93	94	95
100 km.	46	55	63	70	76	78	80

Para hacer más fácil el manejo de la tabla, utilizamos los porcentajes de velocidad de desplazamiento como coeficientes, y el resultado final en marcas. Lo aclaramos con unos ejemplos:

Si mediante un test, sabemos que un atleta ha conseguido cubrir una distancia «DB» en un determinado tiempo «TB», y nos interesa conocer que marca «TA» podría conseguir (con el entrenamiento adecuado) en la distancia «DA», habría que ir a la tabla para relacionar distancias y coeficientes (%) y aplicar la fórmula siguiente:

$$TA = \frac{TB \times \% B \times DA}{DB \times \% A}$$

Supongamos que un atleta de elite, nivel 1, realiza un test de 3000 m (DB) en un tiempo de 12 minutos (TB), e interesa saber que marca (TA), es factible conseguir en 1000 m (DA). Pues aplicamos la fórmula relacionando los niveles y sus coeficientes, sabiendo que en el nivel 1 el coeficiente de 3000 m es 112 (% B) y el coeficiente de 1000 m es 125 (% A).

$$TA = \frac{12 \times 112 \times 1000}{3000 \times 125} = 3,58 \text{ min} = 3 \text{ min } 35 \text{ segs. } 04 \text{ cent.}$$

En un segundo supuesto, deseamos conocer del mismo atleta qué marca podría conseguir en una media maratón (21097 m), sabiendo por la tabla que el coeficiente de la  $\frac{1}{2}$  maratón es 99.

$$TA = \frac{12 \times 112 \times 21097}{3000 \times 99} = 95,469252 \text{ min.} = 1 \text{ hora } 35 \text{ min } 28 \text{ segs } 15 \text{ cent.}$$

En un tercer supuesto, conocemos la marca TB de 3 minutos, en la distancia DB de 1000 m, de un atleta de nivel 3, y nos interesa pronosticar su marca TA en la distancia DA de 5000 m:

$$TA = \frac{3 \times 123 \times 5000}{1000 \times 106} = 17,40 \text{ min} = 17 \text{ min } 24 \text{ segs.}$$

Como podremos suponer, todos estos valores no son más que una aproximación, pues los tantos por ciento serán variables en función de la especialidad y grado de entrenamiento del atleta.

Pensamos, no obstante, que estas estimaciones pueden ser útiles para un entrenador medio, no solo para vaticinar posibles marcas futuras, sino también para tener una orientación a la hora de señalar ritmos de entrenamiento en función del nivel del atleta, de la especialidad, objetivos, métodos y distancias que se estén empleando.

Aprovechando los niveles establecidos, se han señalado también en la tabla, con asteriscos, las distancias donde, aproximadamente y de forma empírica, se supone que se alcanzan, en cada nivel, la velocidad aeróbica máxima (VAM) y velocidad de umbral anaeróbico (VUAN), y siempre en el supuesto de que el corredor realiza el esfuerzo a ritmo uniforme y al máximo de posibilidades que le permitan terminar la prueba.

\*\* Refiere el nivel del atleta y la distancia, en la que el ritmo medio de velocidad se aproxima a la velocidad aeróbica máxima (VAM).

\*Refiere el nivel del atleta y la distancia, en la que el ritmo medio de velocidad se aproxima a la velocidad de umbral anaeróbico (VUAN).

Como ya indicamos al estudiar el test de Cooper, se han hecho estudios estadísticos para calcular, aproximadamente, la velocidad aeróbica máxima (VAM) y la velocidad de umbral anaeróbico (VUAN).

Uno de ellos indicaba que la velocidad aeróbica máxima (VAM) podría ser entre 5% y 10% más rápida que el ritmo medio del test de Cooper. Y la velocidad de umbral anaeróbico (VUAN) podría oscilar entre 15% y 20% más lenta que el ritmo medio del expresado test.

Esto no es más que una aproximación, pues según la calidad del atleta y su nivel de entrenamiento, la relación entre  $\text{VO}_2$  máx. y UAN es muy variable, de tal modo que en los atletas de élite, los ritmos de trabajo correspondientes a  $\text{VO}_2$  máx. y UAN están más próximos que los de un atleta novel.

Es evidente que en un entrenamiento de carrera, una misma velocidad de desplazamiento de un atleta consagrado puede ser aeróbica y totalmente anaeróbica para un novel.

Por eso, aunque pequemos de reiterar conceptos, también como orientación, presentamos la siguiente **tabla escalonada** en la que se matizan más y correlacionan la duración de los esfuerzos continuos con diferentes niveles de atletas, franjas, tipos de resistencia, fuentes de energía predominantes y causas principales de limitaciones en el desempeño de los esfuerzos.

Resaltamos que las pequeñas diferencias con otras tablas, expuestas anteriormente, se deben más al nivel de atleta que se toma como referente, que a conceptos distintos.

Respecto a los niveles, recordamos que los relacionábamos en las anteriores tablas del siguiente modo:

- **Elite** sería nivel 1
- **Alto** niveles 2 y 3
- **Medio** niveles 4 y 5
- **Bajo** niveles 6 y 7

En lo referente a la duración de los esfuerzos, se modifican y concretan más los tiempos para adaptarlos a los distintos niveles de los atletas. Determinadas franjas se subdividen en altas y bajas, y también en altas, medias y bajas.

Para facilitar la expresión gráfica, en una posible futura planificación, se numeran los esfuerzos en función de la intensidad y especificidad, de menor a mayor, del siguiente modo:

- Capacidad Aeróbica Baja N°1
- Capacidad Aeróbica Media N°2
- Capacidad Aeróbica Alta N°3
- Potencia Aeróbica Baja N°4
- Potencia Aeróbica Alta N°5
- Capacidad Anaeróbica Láctica N°6
- Potencia Anaeróbica Láctica N°7
- Capacidad Anaeróbica Aláctica N°8
- Potencia Anaeróbica Aláctica N°9
- Resistencia de Competición N°10 (Resistencia específica de la prueba).

DURACIÓN	NIVEL DEL ATLETA				TIPO DE RESISTENCIA	DURACIÓN MEDIA	FUENTE DE ENERGÍA PREDOMINANTE	LIMITACIÓN
	ELITE	ALTO	MEDIO	BAJO				
Hasta 15"	(9) POTENCI AII. ALAC.	(9) POTENCI AII. ALAC.	(9) POTENCI AII. ALAC.	(9) POTENCI AII. ALAC.		RESISTENCIA VELOCIDAD	15"	Depósitos alactácidos (ATP y PC)
Hasta 30"	(8) CAPACIDAD AII. ALAC.	(8) CAPACIDAD AII. ALAC.	(8) CAPACIDAD AII. ALAC.	(8) CAPACIDAD AII. ALAC.	(7) POTENCI AII. LAC.	RESISTENCIA VELOCIDAD	30"	Depósitos alactácidos (ATP y PC)
Hasta 45"	(7) POTENCI AII. LAC.	(7) POTENCI AII. LAC.	(7) POTENCI AII. LAC.	(7) POTENCI AII. LAC.	(6) CAPACIDAD AII. LAC.	RESISTENCIA VELOCIDAD	45"	Glucógeno muscular
Hasta 60"					(5) POTENCI AERÓBICA ALTA	CORTA DURACIÓN	60"	
Ha. 75"-90"							75"	
Hasta 2'30"							90"	
Hasta 3'30"							2'30'	
Hasta 4'	(6) CAPACIDAD AII. LAC.	(6) CAPACIDAD AII. LAC.	(5) POTENCI AERÓBICA ALTA	(5) POTENCI AERÓBICA ALTA	(4) POTENCI AERÓBICA BAJA	MEDIA DURACIÓN	3' 3'30"	Glucógeno muscular
Hasta 5'							4'	
Hasta 6'							5' 6'	
Hasta 12'	(5) POTENCI AERÓBICA ALTA	(5) POTENCI AERÓBICA ALTA	(4) POTENCI AERÓBICA BAJA	(4) POTENCI AERÓBICA BAJA	(3) CAPACIDAD AERÓBICA ALTA	LARGA DURACIÓN I	10'	
Hasta 16'							12'	
Hasta 20'							16'	
Hasta 35'	(4) POTENCI AERÓBICA BAJA	(4) POTENCI AERÓBICA BAJA	(3) CAPACIDAD AERÓBICA ALTA	(3) CAPACIDAD AERÓBICA ALTA	(2) CAPACIDAD AERÓBICA MEDIA	LARGA DURACIÓN I	20'	Glucógeno muscular y hepático
Hasta 45'							30'	
Hasta 90'	(3) CAPACIDAD AERÓBICA ALTA	(3) CAPACIDAD AERÓBICA ALTA	(2) CAPACIDAD AERÓBICA MEDIA	(2) CAPACIDAD AERÓBICA MEDIA	(1) CAPACIDAD AERÓBICA BAJA	LARGA DURACIÓN II	35' 45'	Glucógeno muscular, hepático y Grasas
Hasta 3h 30'							75'	
Hasta 5h.	(2) CAPACIDAD AERÓBICA MEDIA	(1) CAPACIDAD AERÓBICA BAJA	(1) CAPACIDAD AERÓBICA BAJA	(1) CAPACIDAD AERÓBICA BAJA		LARGA DURACIÓN III	90' 3h 5h	Grasas
Más de 5h.	(1) CAPACIDAD AERÓBICA BAJA					LARGA DURACIÓN IV		Proteínas
								Agotamiento de reservas

Para analizar la utilidad de la tabla, indicamos el siguiente ejemplo:

Comparando a dos atletas, «A» de nivel alto y «B» de nivel bajo, que en un entrenamiento corren al máximo de posibilidades durante tres minutos y treinta segundos (3'30").

Utilizando la tabla se analizan los esfuerzos: «A» ha trabajado en plena **capacidad anaeróbica láctica** (6); «B» se ha esforzado en la subfranja de **potencia aeróbica alta** (5).

El resultado sería que «A» ha recorrido más distancia que «B», pero no solo eso, sino que ha trabajado en una franja diferente, con diferente ritmo, distinta tasa de ácido láctico... de donde se deduce que el método y los efectos del entrenamiento, seguramente serían distintos para cada atleta.

La cualidad resistencia es necesario entrenarla en multitud de especialidades para conseguir un óptimo rendimiento competitivo. Para ello es imprescindible potenciar adecuadamente las diferentes capacidades que la componen.

A la hora de elegir los contenidos del plan de entrenamiento y ubicarlos, es conveniente tener una idea clara de las capacidades que se quieren desarrollar, en qué grado y en qué momento.

En la planificación tradicional se establecen tres niveles de contenidos que se ubican de forma acorde con la periodización: **general, específico y competitivo**.

Recordamos que los contenidos del nivel **general** tienen por objeto desarrollar, ampliar o mantener aspectos y capacidades que sirvan como soporte y faciliten entrenamientos posteriores más exigentes o específicos. Las acciones pueden ser distintas y distantes en tiempos y formas a las de la especialidad.

Los contenidos del nivel **específico** son actividades que, por su estructura e intensidad, se aproximan a las de la prueba o deporte. El objetivo es transferir lo adquirido en el nivel anterior y desarrollar o ampliar las capacidades específicas.



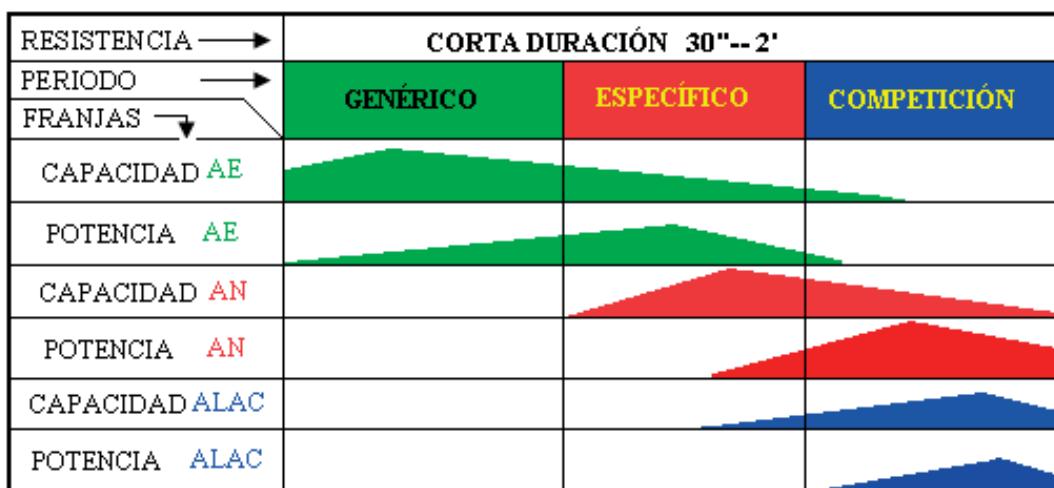
Los contenidos del nivel **competitivo** son acciones encaminadas a manifestar todo el potencial adquirido, buscando el mayor rendimiento en la competición. Las actividades deben ser muy similares, por ritmo e intensidad, a las de la competición.

Los procedimientos utilizados para «expresar» la organización de los entrenamientos son muy diversos. A continuación presentamos algunos de ellos utilizados en la planificación de las actividades de resistencia cíclica.

En el primer gráfico se relacionan las capacidades a desarrollar, especificando mediante un tanto por ciento, el trabajo que el entrenador prevé dedicar a cada capacidad, en qué grado, y en qué momento de la temporada.

CAPACIDADES	PERÍODOS			
	General	Específico	Competitivo	
Capacidad aeróbica media	60%	40%	20%	10%
Capacidad aeróbica alta	20%	40%	50%	50%
Potencia aeróbica baja			20%	20%
Potencia aeróbica alta				10%
Fuerza general	20%		10%	5%

En el segundo cuadro se expresa lo mismo mediante superficies coloreadas.



En el tercer gráfico se expresan también las capacidades y potencias a desarrollar en cada período.

	General	Específico	Competición
RCD	CAPACIDAD AE POTENCIA AE	CAPACIDAD AN POTENCIA ANALAC CAPACIDAD ANALAC	POTENCIA AN VELOCIDAD PRUEBA RESISTENCIA PRUEBA
RMD	CAPACIDAD AE POTENCIA AE	POTENCIA AE CAPACIDAD AN CAPACIDAD ANALAC	CAPACIDAD AN VELOCIDAD PRUEBA RESISTENCIA PRUEBA
RLD I	CAPACIDAD AE	POTENCIA AE CAPACIDAD AN CAPACIDAD ANALAC	POTENCIA AE VELOCIDAD FINAL PRUEBA RESISTENCIA PRUEBA
RLD II	CAPACIDAD AE	CAPACIDAD AE POTENCIA AE	POTENCIA AE RESISTENCIA PRUEBA
RLD III Y RLD IV	CAPACIDAD AE	CAPACIDAD AE RESISTENCIA PRUEBA	RESISTENCIA PRUEBA

El ejemplo de este cuarto cuadro presenta un posible plan de entrenamiento de una prueba de resistencia de corta duración. En él se relacionan las facultades a desarrollar y el nivel de los atletas, tomando como referencia la tabla escalonada.

RESISTENCIA → PERÍODO → NIVEL ↓	CORTA DURACIÓN 30''--2'		
	GENÉRICO	ESPECÍFICO	COMPETICIÓN
	1 + 2 + 3	4 + 5 + 6	6 + 8 + 10
BAJO	1 + 2 + 3	4 + 5 + 6	6 + 8 + 10
MEDIO	2 + 3 + 4	5 + 6 + 7	7 + 8 + 10
ALTO	3 + 4 + 5	6 + 7 + 8	8 + 9 + 10
ELITE	3 + 5 + 6	7 + 8 + 9	8 + 9 + 10

CAPACIDAD AERÓBICA BAJA	Nº1	CAPACIDAD ANAERÓBICA LÁCTICA	Nº6
CAPACIDAD AERÓBICA MEDIA	Nº2	POTENCIA ANAERÓBICA LÁCTICA	Nº7
CAPACIDAD AERÓBICA ALTA	Nº3	CAPACIDAD ANAERÓBICA ALÁCTICA	Nº8
POTENCIA AERÓBICA BAJA	Nº4	POTENCIA ANAERÓBICA ALÁCTICA	Nº9
POTENCIA AERÓBICA ALTA	Nº5	RESISTENCIA DE COMPETICIÓN (Resistencia específica de la prueba)	Nº10

Como orientación, cuando se utilice la tabla escalonada, y para saber qué facultades habría que desarrollar y cuándo, se debe proceder del siguiente modo:

1. Ubicar al atleta en un nivel y calcular lo que puede durar la prueba (tiempo estimado y posible que se desea) en función de la distancia y el nivel del atleta.
2. Trazar una línea horizontal (línea de corte) a la altura del tiempo estimado, línea que cortará a la «tabla escalonada» en una potencia o capacidad correspondiente al nivel del atleta.
3. En el período **genérico** se deberá trabajar inicialmente la potencia o capacidad correspondiente en uno o dos escalones por debajo de la línea de corte, para acabar en un escalón por debajo de la línea de corte.

4. En el período **específico**, el trabajo inicial será en un escalón por debajo de la línea de corte y terminará en el escalón de la línea de corte.
5. En el período **competitivo**, el entrenamiento se realizará preferentemente en la capacidad o potencia correspondiente al escalón de la línea de corte.

La planificación de la resistencia en **actividades acílicas** es algo más compleja, pero el proceso es similar al de las actividades cílicas, con la notable diferencia de que en los deportes acílicos, la resistencia, aunque importante, no suele ser la capacidad principal.

El objetivo del entrenamiento de resistencia, en este caso, será permitir al deportista mantener un comportamiento técnico y táctico lo más eficaz posible durante la prueba o encuentro, y durante toda la temporada de competición.

Por ejemplo en el tenis, la técnica, la fuerza específica, la resistencia de fuerza, la agilidad y la velocidad, son acompañadas por la cualidad resistencia en el desempeño del deporte.

En los deportes de actividad acílica, tanto individuales como colectivos, se consideran también los tres niveles de resistencia:

- La general
- La específica
- La resistencia de juego o competición

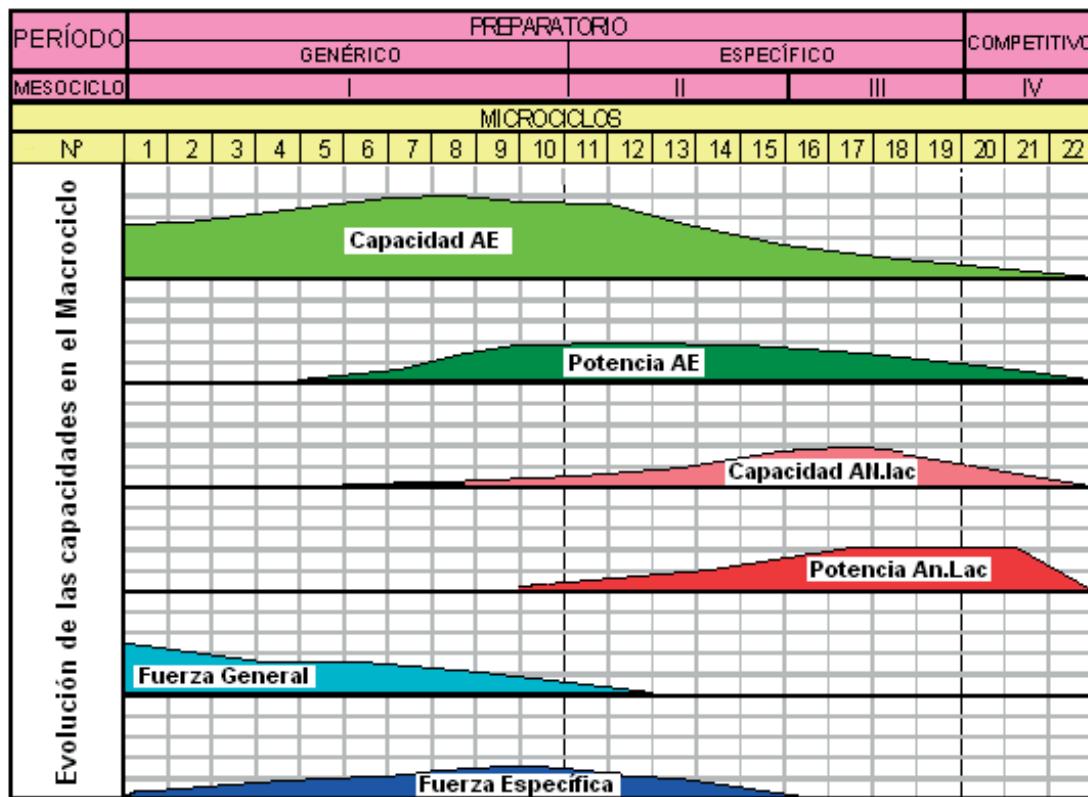
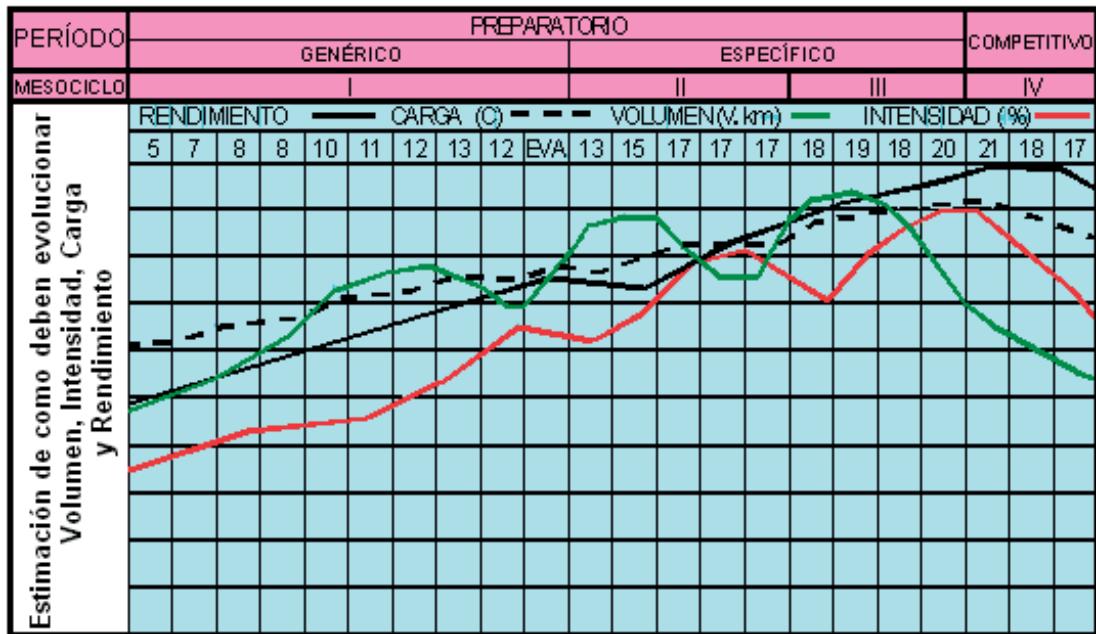
En el primer nivel, los procedimientos pueden ser los mismos que los indicados en las actividades cílicas.

En el nivel específico, los procedimientos ya tienen que ser de estructura más acorde con la especialidad.

En la resistencia de juego, los procedimientos deben guardar una íntima relación con el deporte en sí, mediante la reiteración de situaciones parciales de juego o similares.

Con el fin de orientar, en las páginas siguientes exponemos de forma gráfica un posible modelo de Plan General de Entrenamiento, donde se expresan:

- Los  **períodos**, los **mesociclos** y la **evolución** prevista de los factores con gráficas estimadas de volumen (V en verde), intensidad (I en rojo), carga (C en negro discontinua) y el rendimiento (en negro continua).
- Los **microciclos**, con **expresión gráfica** del momento, tiempo y esfuerzo que se tiene previsto dedicar a cada componente o capacidad, así como las capacidades a entrenar de forma paralela o sucesiva.





# CAPÍTULO CUARTO

## LA FUERZA

### 1. CONCEPTO Y DEFINICIÓN

Hubo un tiempo en que se estimó a la resistencia como la cualidad «reina» en el deporte. Hoy día no es así, y se piensa que quizás lo sea la fuerza, pues aunque todas las cualidades son importantes, un buen nivel de fuerza es imprescindible en cualquier especialidad deportiva. No obstante, dada la relación de las cualidades básicas entre sí, es difícil designar una cualidad como la principal.

En física elemental se define la **Fuerza** como: «La causa capaz de modificar el estado de reposo o movimiento de un cuerpo».

En el ámbito del deporte se considera a la fuerza como la «capacidad del individuo para oponerse o vencer una resistencia».

Nosotros, para afianzar conceptos, hemos querido matizar más y definimos la **Fuerza física humana** como: «*Capacidad neuromuscular que permite, mediante la contracción muscular, deformar, frenar, parar, soportar, superar y/o impulsar una oposición o resistencia, tanto interna como externa al organismo*».

En el cuerpo humano, la fuerza física solo se puede manifestar a través de la contracción muscular, entendiendo como tal el desarrollo de tensión dentro del músculo y no necesariamente un acortamiento claro del mismo.

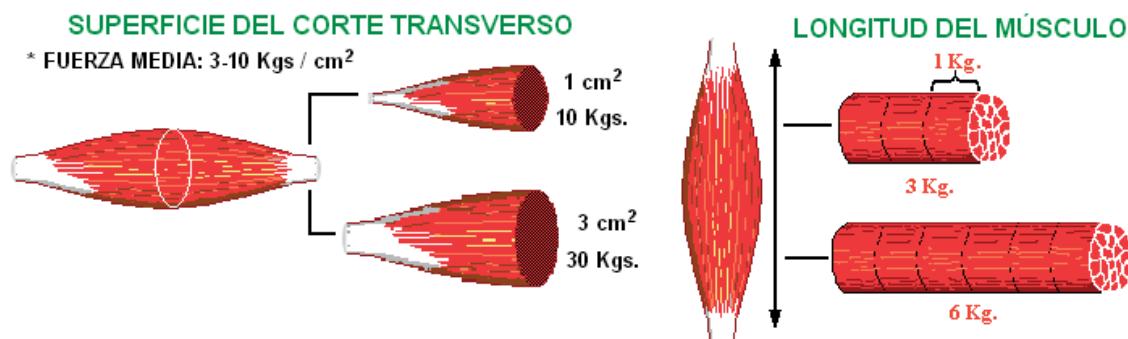
### 2. FACTORES GENERALES DE LA FUERZA

Para un estudio serio de la fuerza, es aconsejable tener conocimientos sobre aquellos factores que influyen notablemente en la manifestación de esta cualidad. Los hemos dividido en varios grupos:

## 2.1 LAS ESTRUCTURAS MUSCULARES (ASPECTO MORFOLÓGICO)

### a) Tamaño del músculo en reposo

Cuanto más desarrollado sea el músculo, más posibilidad de generar fuerza (mayor número de sarcómeros en serie y en paralelo). Se mide normalmente por el perímetro del vientre muscular o por el cálculo de la superficie del corte transverso, y en su caso, por la longitud total del músculo.



### b) Longitud del músculo previo a la contracción

Un músculo alargado (sin superar el 12% de su longitud en reposo), aumenta la facultad de manifestar fuerza. Un músculo acortado (sin tener en cuenta otros aspectos mecánicos), disminuye esta capacidad. El músculo excesivamente elongado pierde posibilidades de manifestar fuerza, al parecer por establecerse menos contactos en los puentes actina-miosina.

### c) Número y grosor de las fibras musculares

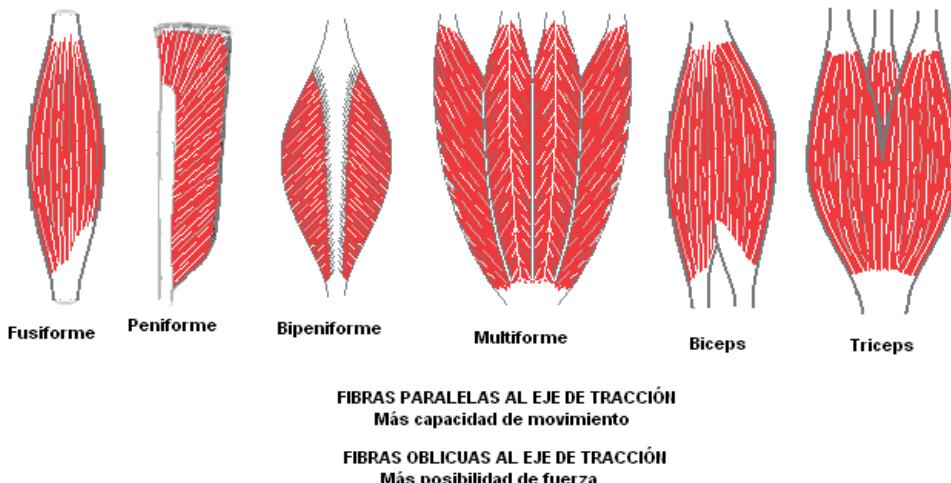
Cuanto mayor sea el número y tamaño de las fibras musculares constituyentes del músculo en cuestión, más posibilidad de producir fuerza.

### d) Orientación de las fibras musculares

Los músculos se disponen y ubican según la función que deben cumplir. De modo general, se distinguen cuatro maneras de alineación, que relacionamos en orden a su mayor capacidad de generar fuerza:

- 1º Multipeniforme
- 2º Peniforme
- 3º Bipeniforme
- 4º Fusiforme

### ORIENTACIÓN DE LAS FIBRAS



#### e) *Tipo de fibras que constituyen el músculo*

Es importante el tanto por ciento de los tipos de fibras que integran el músculo y su grado de desarrollo.

Una distribución normal sería de 52% a 55% de fibras rojas, lentas, tipo I o ST; el 30% a 35% de fibras blancas, rápidas, tipo IIa o FTa, y de 12% a 15% de fibras blancas, muy rápidas, tipo IIb o FTb.

A priori, sin otras consideraciones, un mayor porcentaje de fibras blancas predispone para mejores logros en la manifestación de la fuerza máxima.

#### f) *Calidad de los tejidos elásticos en serie y paralelo, así como de las inserciones*

De nada serviría una gran capacidad contráctil sin unos tejidos conectivos, tendones e inserciones en consonancia, pues el músculo terminaría rompiéndose por el punto más débil.

#### g) *Grado de cansancio*

Un músculo fatigado es un músculo intoxicado y con menos reservas de energía, y tiene menos posibilidades para activar todo su potencial de fuerza.

## 2.2 LAS ESTRUCTURAS NERVIOSAS (ASPECTO NEURAL)

Se analiza en este grupo la capacidad y modo de inervación de las fibras musculares, mediante:

- El reclutamiento
- La frecuencia de los impulsos
- La sincronización

#### a) *El reclutamiento*

Se refiere este concepto a la facultad del organismo para activar las unidades motoras disponibles en un músculo dado. Al parecer, el individuo sedentario solo puede reclutar simultáneamente en dicho músculo, para una acción concreta, el 30% de sus unidades motoras, a diferencia del atleta entrenado que puede ser capaz de activar hasta el 90% si fuese necesario.

El reclutamiento se apoya en dos leyes que se conocen con los nombres de «ley del Todo o Nada» y «ley de la Talla».

La **ley del Todo o Nada** indica que para que una unidad motora se ponga a trabajar, es imprescindible que sea estimulada dentro de su umbral de excitación, de tal modo que una intensidad de estimulación más baja no produce ningún efecto y una intensidad más alta no aumenta la fuerza de la respuesta.

Es como accionar el interruptor de la luz de una lámpara, hay que hacerlo con la suficiente fuerza para desplazar el conmutador y así conseguir que se encienda la bombilla con toda su luminosidad, pero no por aplicar más fuerza sobre el interruptor, la bombilla va a iluminar más.

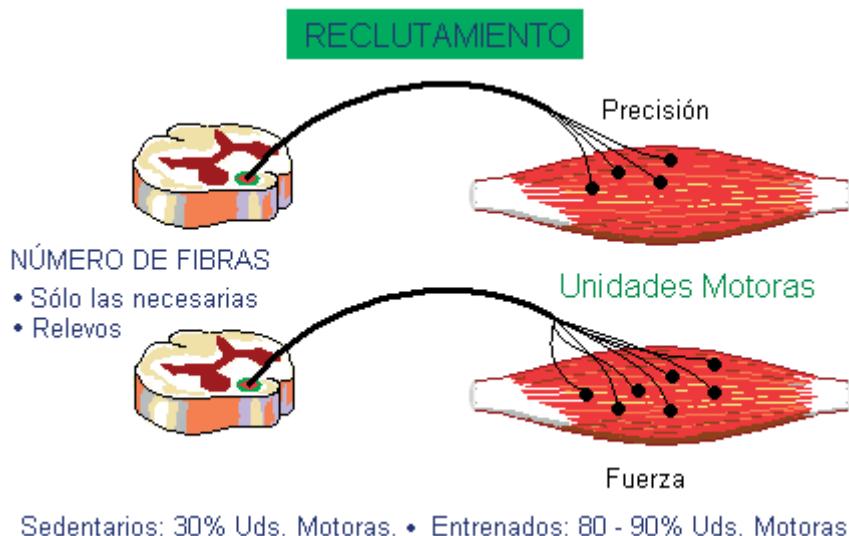
En resumen, la ley del «Todo o nada» nos dice que una unidad motora se activa con «toda su fuerza» si el estímulo alcanza su umbral de excitación. En caso contrario permanece inactiva.

La **ley de la Talla** se refiere a los distintos umbrales de intensidad de excitación («sensibilidad del conmutador de la lámpara») que tienen las unidades motoras de los diferentes tipos de fibras musculares.

El organismo está diseñado, al parecer por economía fisiológica, para aplicar en cada acción solo el esfuerzo necesario y también para distribuir ese esfuerzo adecuadamente. Así, en trabajos que requieren solo hasta el 30% de la máxima fuerza que es capaz de manifestar un grupo muscular, se activan prioritariamente las fibras lentas o ST. En esfuerzos entre el 30% y el 50% o cuando las ST están fatigadas, se activan también las fibras rápidas FTa, y en trabajos que exigen aplicar más del 50% de la fuerza muscular máxima, es cuando se reclutan además las fibras rápidas FTb.

Es como en las tareas de fortificación, donde todos los elementos «reclutados» deben estar en disposición de trabajar físicamente, pero lo hacen en función de

la necesidad o de la urgencia y en un orden jerárquico, produciéndose relevos cuando la fatiga impide la acción requerida.



### b) La frecuenciación (frecuencia de los impulsos)

Cuando una unidad motora es estimulada con un solo impulso, el resultado es una sola contracción, que desde el punto de vista de la fuerza es irrelevante. Por eso es necesario que al valor de dicha primera contracción se sumen otras de la misma fibra, sin dejar que llegue a relajarse, lo que dará como resultado una contracción más vigorosa. A esta reiteración de estímulos se le llama **frecuenciación** y se analiza para entender el comportamiento de las unidades motoras en función de la frecuencia con que se producen los impulsos que las estimulan.

Las fibras lentas o ST se estimulan en una banda de frecuencias entre 10 y 15 Hz; las rápidas FTa, con frecuencias de 20 a 45 Hz, y las rápidas FTb con frecuencias de 45 a 60 Hz.

La diferencia en frecuencias de estimulación de las ST y FT, se debe a que las ST son más refractarias, necesitando que transcurra más tiempo entre estímulo y estímulo, no reaccionando proporcionalmente a frecuencias más altas de su límite superior.

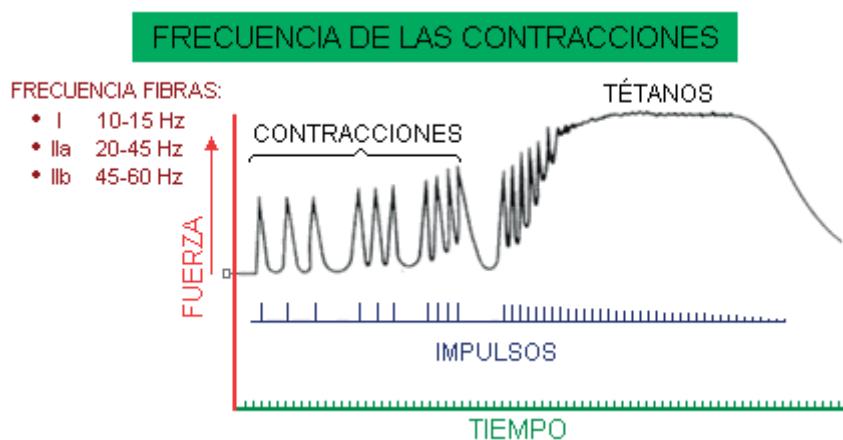
La estimulación procede del área motora de la corteza cerebral y se produce en función de lo que requiera el esfuerzo, activando las unidades motoras disponibles y necesarias con frecuencias que permitan sumar o fundir contracciones, hasta conseguir el resultado deseado.

En un trabajo de esfuerzo progresivo, se reclutarán primero las unidades motoras ST con frecuencias de 10 Hz, para con posterioridad, en función del esfuerzo requerido, ir aumentando las frecuencias hasta el límite de los 15Hz.

A continuación se sumarán al trabajo las unidades motoras FTa, hasta los 45Hz, y con posterioridad, las FTb hasta los 60 Hz.

Con frecuencias superiores a los niveles máximos de estimulación de cada clase de fibra (se han descrito frecuencias de estimulación superiores a los 150 Hz), no se consigue generar más fuerza, pero sí que esa fuerza se manifieste antes.

Es como si en las tareas de fortificación, la máxima capacidad de un grupo fuese la de movilizar, al día, una tonelada de tierra. Con mayor ritmo de trabajo, la capacidad de movilización de tierra del grupo no cambiaría, pero el trabajo diario se terminaría antes.



### c) La sincronización

Es una función que acontece para conseguir que las unidades motoras reclutadas «trabajen» a la vez.

Al trabajar una unidad motora, la tendencia de las unidades motoras vecinas es la de activarse también, dando lugar a movimientos bruscos o imprecisos. Para contrarrestar este efecto y evitar dichos movimientos imprecisos, funcionan unas células («Células de Renshaw») que están diseminadas entre las fibras musculares, formando en su conjunto el llamado **Círculo de Renshaw**, cuya misión es impedir que las unidades motoras colindantes o asociadas actúen simultáneamente. Esta positiva reacción, sin embargo, es negativa cuando el esfuerzo requerido es grande y se necesita, para cumplir el objetivo, que trabajen a la vez el mayor número de fibras posible.

En este caso es necesario que deje de actuar el circuito de Renshaw, cuestión que el organismo resuelve de forma automática pero en un grado menor. Para acrecentar esta facultad y conseguir una mayor manifestación de fuerza, es imprescindible un entrenamiento específico.

Para aclarar estos conceptos y a efectos didácticos, vamos a exponer una hipotética secuencia de los procesos, suponiendo que el esfuerzo «aumenta de forma progresiva».

Respetando la «ley de la Talla», lo primero que se produce es el reclutamiento creciente de las fibras ST, a la vez que paulatinamente y en función del esfuerzo, se incrementa en dichas fibras la frecuencia de los estímulos, todo dentro de sus márgenes.

Cuando las ST se van agotando o la frecuencia de los estímulos rebasa sus límites, se reclutarán también las FTa, para a continuación, dentro de sus márgenes también, aumentar la frecuencia, y por último pasará lo mismo con las FTb.

Cuando el nivel de carga así lo requiera, todas las unidades motoras que no estén agotadas, terminarán trabajando a la vez.

Ahora bien, cuando se produzca esta situación (con el circuito de Renshaw inhibido) y la tensión muscular se prolongue, no existirá apenas alternancia entre las fibras para el descanso-recarga, por lo que la contracción muscular no será constante, sino inestable e irregular, apreciándose un temblor, llamado **temblor fisiológico**, acentuado también por la reducción en la velocidad de conducción de los impulsos en las unidades motoras.

Volviendo al ejemplo de la fortificación, primero son los soldados (umbral bajo) los que empiezan a trabajar por turnos. Cuando la situación lo reclame, se suspenden los turnos, se aumenta la velocidad de los trabajos y se llama también a los cabos (umbral medio) para trabajar por turnos. Ante mayor necesidad, también se suprimen los turnos de los cabos, se incrementa el ritmo y se reclama el trabajo de los mandos superiores (umbral alto), para por último terminar trabajando todos a la vez.

Estudios recientes parecen indicar que cuando el esfuerzo es veloz o muy intenso, quizás no se respete la «ley de la Talla», y las unidades motoras que primero se activan son las correspondientes a las fibras FT.

## 2.3 LOS REFLEJOS NEUROMUSCULARES

A continuación relacionamos una serie de respuestas reflejas que pueden influir en las manifestaciones de fuerza

### a) *El Reflejo Miotáctico*

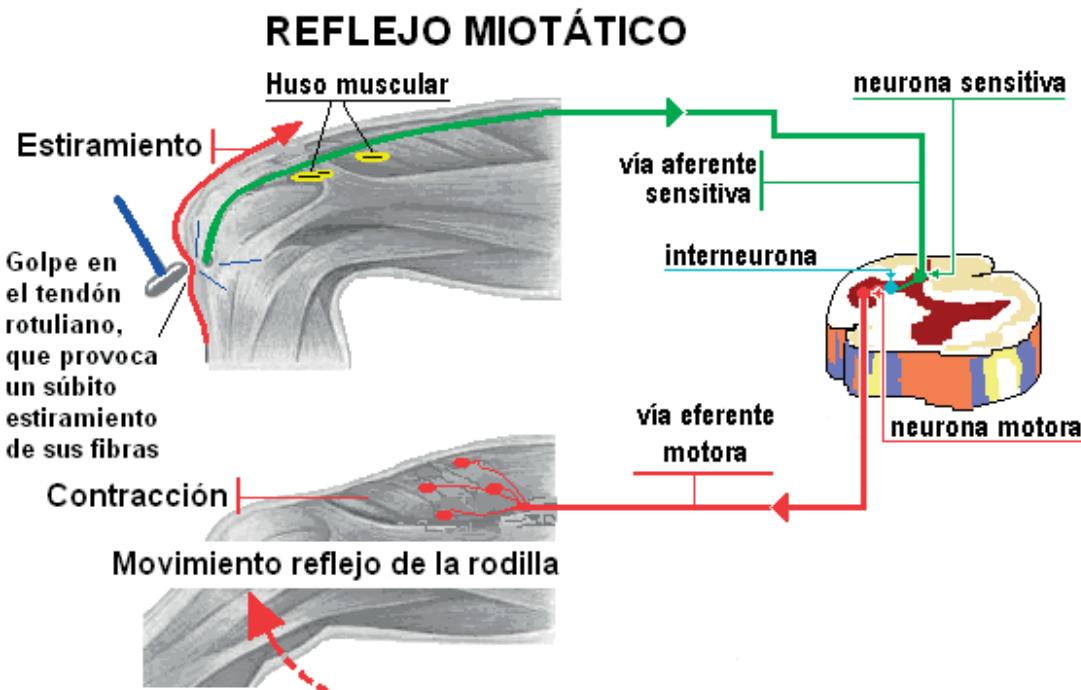
También llamado de «estiramiento muscular», es una respuesta defensiva que se produce cuando el músculo es estirado bruscamente; la reacción es una rápida contracción involuntaria de dicho músculo estirado.

Esa contracción se lleva a cabo gracias a la acción de los **husos musculares**, que son unos receptores que se encuentran diseminados entre las fibras musculares.

Los husos musculares tienen forma de vaina, y albergan en su interior fibras intrafusales (dentro del huso) muy sensibles, profusamente inervadas y con cierta capacidad contráctil.

Cuando la fibra intrafusal (dentro del huso muscular), arrastrada por el movimiento de las fibras extrafusales (fibras musculares normales) adyacentes, detecta un estiramiento muscular brusco, reacciona enviando una señal de alarma a los centros superiores desde donde, de forma refleja, se ordena al músculo realizar una instantánea contracción general del mismo.

En la siguiente figura, el golpe con el martillo en el tendón rotuliano, produce un brusco estiramiento en ciertas porciones musculares del cuádriceps, activando a los husos musculares de la zona, originándose como consecuencia una respuesta refleja de contracción del citado músculo.



#### b) El Reflejo Miotáctico Inverso

O de «estiramiento tendinoso», es también una respuesta defensiva, desencadenada para proteger la integridad de la estructura.

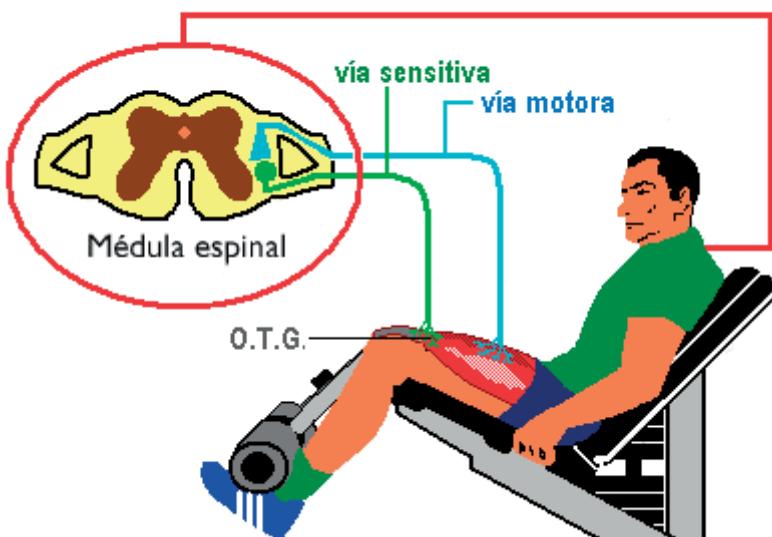
Cuando se produce una fuerte contracción muscular, y como consecuencia un estiramiento muy intenso del tendón, existe el peligro de una rotura tendo-mus-

cular. El organismo, como defensa, activa automáticamente a los **OTG** (Órganos Tendinosos de Golgi), que son unos receptores sensoriales de forma arbórea, situados cerca de la unión músculo-tendinosa.

Su función es la de provocar, en parte, una cierta inhibición en la contracción de la musculatura implicada, así como de la acción involuntaria de los husos musculares, de manera que ante un estiramiento excesivo del tendón, el músculo, por acción de los OTG, tenderá a relajarse, rebajando la tensión y minimizando así los posibles daños.

Al contrario que con los husos musculares, cuyas respuestas son inmediatas, los OTG necesitan un período de estimulación algo más largo (segundos) para que se produzca la relajación muscular.

#### REFLEJO MIOTÁTICO INVERSO

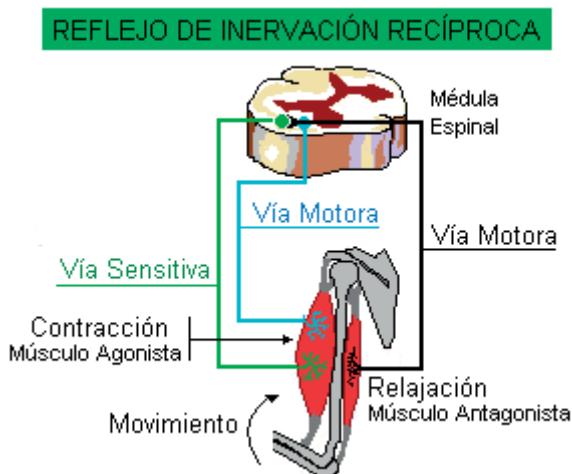


Ahora bien, tan perfeccionado sistema de protección tiene también sus inconvenientes, pues sabiendo que cuando un músculo se contrae, provoca algún estiramiento de sus tendones, se deduce que las aplicaciones de fuerza de alta intensidad activarían constantemente los OTG. Y en cierto modo así ocurre, pero el entrenamiento continuado de fuerza de alta intensidad termina por acostumbrar y reducir la acción del reflejo miotáxico inverso, o más bien eleva mucho su umbral de activación, dando lugar a una mayor propensión a las lesiones en la zona de unión músculo-tendinosa, todo dicho en términos relativos.

Esto es, ante un mismo porcentaje de tensión muscular tolerable por cada sujeto, la «protección» de los OTG, por adaptación, es más baja en entrenados que en sedentarios.

### c) El Reflejo de Inervación Recíproca o de coordinación intermuscular

Consiste la actividad de este reflejo, en que cuando se contrae dinámicamente un músculo (protagonista de la acción requerida), la musculatura antagonista, de forma refleja y automática, se relaja proporcionalmente para controlar y facilitar dicha acción.



## 2.4 LOS SISTEMAS DE ENERGÍA

Para analizar la fuerza desde el punto de vista energético, es oportuno saber que salvo en determinados entrenamientos de resistencia de fuerza, la mayoría de los trabajos de fuerza, en sus fases activas, se realizan en condiciones anaeróbicas. Por tanto, la energía necesaria procederá esencialmente de los depósitos musculares de fosfágeno y glucógeno.

## 2.5 FACTORES BIOMECÁNICOS

Biomecánicamente, para lograr con eficacia un gesto requerido, el cuerpo humano se mueve apoyándose en un sistema de palancas, organizado de tal forma que no siempre los puntos de apoyo, los brazos de potencia, los de resistencia, así como los ángulos y ejes de rotación de las articulaciones, son los más adecuados para la máxima manifestación de la fuerza.

De ahí que en el entrenamiento de la fuerza, para que sea eficaz, haya que tener en cuenta los requerimientos posturales del gesto técnico, como son las posiciones, palancas, momentos de inercia, ángulos de tracción o empuje, movimiento de rotación de las articulaciones, etc.

## 2.6 ASPECTOS PSÍQUICOS

La concentración, el grado emocional adecuado y la motivación, son factores a tener muy presentes, pues el fallo en estos aspectos desvirtúa el entrenamiento y dan al traste con la competición.

## 2.7 ASPECTOS HORMONALES

Como en todas las funciones orgánicas, el sistema endocrino participa también en el desarrollo de la fuerza muscular, pero en este caso la participación es muy importante. Aquí solo vamos a referir las acciones más significativas de las hormonas más relacionadas con la manifestación de la fuerza.

Durante los entrenamientos específicos de fuerza, se han detectado aumento y alteraciones en los niveles sanguíneos de determinadas hormonas. Recordamos lo expresado en el capítulo 1º.

### **Testosterona**

Es una hormona que se produce esencialmente en los testículos y también en los ovarios y corteza suprarrenal. Su función principal es la espermatogénesis, pero a su vez incide en la liberación de la GH (hormona del crecimiento). Su vida útil es muy corta (no alcanza los 15 minutos) y su producción diaria no es constante, sino en pequeñas descargas puntuales que los entrenamientos anaeróbicos suelen activar e incrementar.

Lo que más nos interesa es saber que tiene efectos anabolizantes, favoreciendo la síntesis proteica muscular.

### **Hormona del crecimiento o GH**

Su misión es favorecer el crecimiento de todos los tejidos del organismo, con efectos generales anabolizantes.

### **Somatomedinas o IGF**

Dirigen la acción de la GH en los tejidos. Aumentan la síntesis de las proteínas y reducen el catabolismo proteico como vía energética.

### **Adrenalina y noradrenalina**

Activan la estructura nerviosa en las acciones de fuerza.

### **Cortisol**

Hormona catabolizante proteica que tiende a contrarrestar e inhibir la función de la testosterona.

### **Insulina**

Su principal misión es favorecer la síntesis de los glúcidos, y también compite con el cortisol regulando su acción.

Después de ejercicios intensos de fuerza, se observa que la relación testosterona y cortisol es favorable a la primera, cosa que no sucede cuando el ejercicio es excesivo, que en tal caso, la relación es favorable al cortisol.

Determinados niveles de este índice de relación testosterona-cortisol, es usado para detectar el inicio de un sobreentrenamiento.

Aunque no son hormonas, nos parece oportuno volver a citar aquí a los «esteroides anabolizantes», por el peligroso uso que se hace de estas sustancias artificiales (la mayoría de ellas prohibidas), que potencian de forma adulterada la mecánica anabolizante natural.

El uso de estas drogas tienen efectos positivos desde el punto de vista de la fuerza (incremento de la masa muscular, ampliación de la fuerza, aumento del rendimiento deportivo), pero los efectos secundarios negativos detectados son fatales para la salud a corto, medio y largo plazo: insomnio, irritabilidad, aumento de la agresividad, depresión, caída del cabello, acné, cefaleas severas, retención sódica, lipogénesis, retención de líquidos, peligroso aumento de la presión sanguínea y de la frecuencia cardíaca, con evidente riesgo de infarto; hemorragias de difícil control (los esteroides alteran peligrosamente el tiempo de coagulación); crecimiento óseo mandibular, impotencia, esterilidad, ginecomastia (desarrollo de mamas en varones a causa de la mutación en plasma de una parte de la testosterona en estrógenos por efecto de la enzima aromatasa) ...aparte de graves problemas hepáticos y renales, y un enorme aumento de posibilidades de sufrir cáncer, sobre todo de hígado y de próstata.

Estos devastadores efectos de los esteroides anabolizantes merecerían un capítulo aparte. Nosotros solo los hemos mencionado de pasada, ya que no los contemplamos ni como opción, ni como remota posibilidad de uso.

El mundo de la alta competición está plagado de casos descubiertos de uso de doping. Este fenómeno, ya alarmante de por sí, se amplifica en disciplinas «paradeportivas» como el culturismo, donde el uso de esteroides anabolizantes, GH y otras sustancias ilegales, alcanza hasta a los niveles más básicos, incluidos principiantes.

### 3. CLASIFICACIÓN DE LA FUERZA

En la literatura especializada se encuentran múltiples clasificaciones según el aspecto de la fuerza que se considere. Las más comunes son las siguientes:

- Por la clase de contracción muscular.
- Por el tipo de esfuerzo o por el tiempo de ejecución de las acciones de fuerza.
- Por la relación con el peso del atleta.
- Por la forma de la acción.
- Por los grupos musculares implicados en el ejercicio.

#### 3.1 CLASES DE CONTRACCIÓN Y CLASES DE FUERZA QUE SE CONSIDERAN COMO CONSECUENCIA

El modelo mecánico de Hill, expresado en la figura, nos será muy útil para estudiar el comportamiento de los distintos elementos que conforman el músculo, a la hora de analizar los diferentes tipos de contracciones.

#### MODELO MECÁNICO DE HILL



El principal responsable de la tensión muscular es el **elemento contráctil** (EC) o elemento activo, constituido por los sarcómeros, que operan mediante la activación de los puentes de actina y miosina.

El modelo se completa con dos elementos pasivos (es decir, sin capacidad contráctil):

- El **elemento pasivo elástico en serie** (EES), representa a los tendones, que actúan como trasmisores de la tensión muscular a las palancas óseas.
- El **elemento pasivo elástico en paralelo** (EEP), lo forman todos los tejidos conjuntivos (sarcolema, epimisio, perimisio, etc.), que de algún modo compactan a la estructura muscular, adaptándose a sus cambios de forma.

El elemento contráctil es el que da lugar a las contracciones, que se pueden dividir en dos grandes grupos:

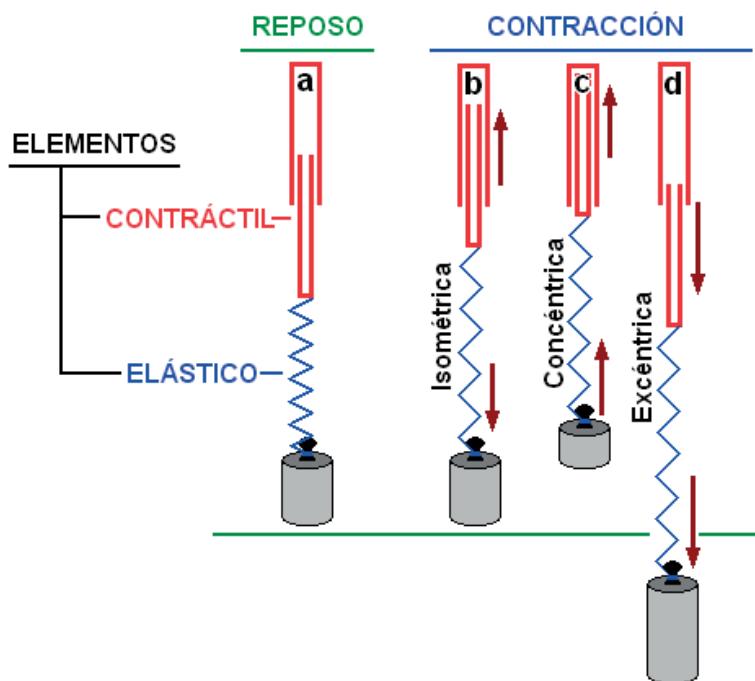
- Activas
- Reactivas

#### a) *Las contracciones activas*

Estas contracciones a su vez se ramifican en tres clases:

- Contracciones isométricas o estáticas.
- Contracciones anisométricas o dinámicas (concéntricas y excéntricas).
- Contracciones combinadas o mixtas (fruto de la unión de las anteriores).

En la siguiente figura se representan los elementos contráctil (en rojo) y elástico en serie (en azul). En ella hemos pretendido ilustrar, de forma gráfica, como se comportan los distintos elementos que conforman el músculo, según el tipo de contracción que se realice.



Se observa en (a) el músculo en reposo

En (b) el músculo en contracción isométrica, no puede levantar el peso y vemos que el elemento contráctil se acorta y el elemento elástico en serie se alarga, pero la totalidad del músculo no varía de longitud.

Se representan en (c) y (d) las contracciones isotónicas anisométricas:

En la concéntrica (c), el elemento elástico se alarga (en función de la carga); el elemento contráctil se acorta (pudiendo levantar el peso), y la totalidad del músculo también se acorta.

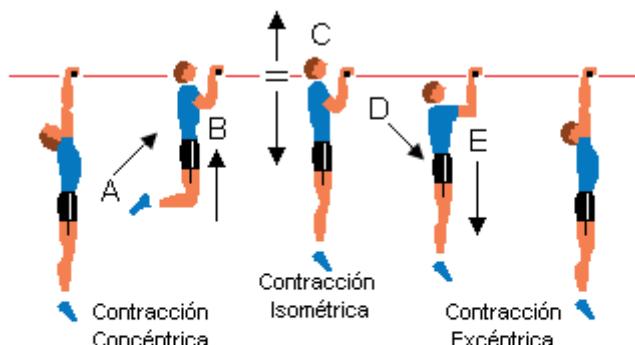
En la excéntrica (d), tanto el elemento contráctil como el elástico se alargan, así como todo el músculo, pues se intenta retener la caída del peso.

Apoyados en estos grupos de contracciones, se clasifican las «acciones de fuerza activa» en:

#### a.1) Fuerza isométrica

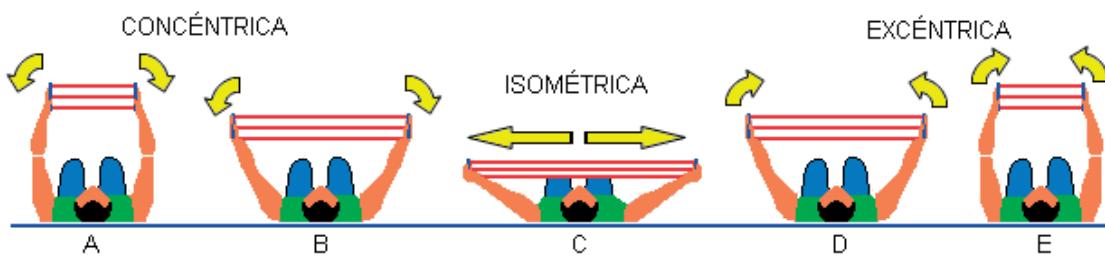


#### a.2) Fuerza anisométrica, con sus aspectos de...



**FASE CONCÉNTRICA (A,B):** El desplazamiento se realiza en el mismo sentido que la acción que lo produce.

**FASE EXCÉNTRICA (D,E):** El desplazamiento se realiza en sentido contrario a la acción que lo produce.  
Frena el movimiento.



**a.2.1) Fuerza isotónica** (concéntrica, excéntrica y mixta), cuando en el ejercicio la carga es constante y la velocidad variable.

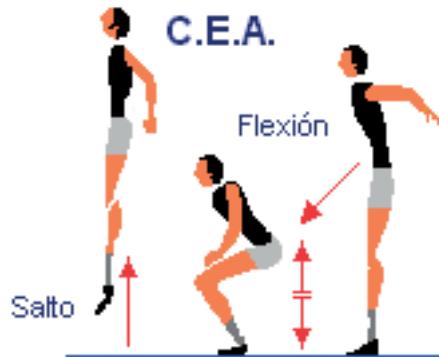
**a.2.2) Fuerza isocinética** (concéntrica, excéntrica y mixta), cuando en el ejercicio la carga es variable, pero la velocidad es constante.

**a.2.3) Fuerza auxotónica o mixta**, que es una combinación de las anteriores.

#### **b) Las contracciones reactivas**

Se conocen como contracciones musculares reactivas, aquellas en las que se produce, con rapidez, un «Ciclo de estiramiento-acortamiento» (CEA) en la musculatura agonista.

Existe en las contracciones reactivas, una fase previa excéntrica (estiramiento), seguida velozmente por otra fase concéntrica (acortamiento). La musculatura agonista actúa como un «muelle», acumulando energía en la fase excéntrica (estiramiento), para sumarla a la que se libera en la fase concéntrica (acortamiento).



En el caso de la figura, durante la flexión, los músculos protagonistas de la acción se estiran, para a continuación contraerse y realizar el salto.

Apoyados en este tipo de contracciones, se clasifican las acciones de fuerza reactiva en:

**b.1) Fuerza elástico-explosiva**, cuando la fase excéntrica es relativamente amplia y la velocidad de paso a la fase concéntrica es alta. A la fuerza de la contracción concéntrica se le suma la energía acumulada elásticamente en la fase excéntrica.

**b.2) Fuerza reflejo-elástico-explosiva**, cuando la fase excéntrica es relativamente corta y la velocidad de paso a la fase concéntrica es muy alta. Aquí

además se pretende ampliar la energía de la fase concéntrica con la actuación del reflejo miotáctico.

### **3.2 POR EL TIPO DE ESFUERZO O POR EL TIEMPO REQUERIDO EN LA EJECUCIÓN DE LAS ACCIONES DEL ATLETA**

Esta es la clasificación más utilizada, más amplia y con más sinónimos para definir los conceptos. En ella distinguimos la fuerza máxima, la fuerza-velocidad y la fuerza-resistencia.

#### **a) Fuerza Máxima**

Se denomina así cuando el esfuerzo es el máximo posible, sin que el tiempo empleado en realizarlo sea determinante. El mismo concepto se expresa con los calificativos de fuerza lenta, fuerza absoluta, fuerza pura, fuerza bruta o fuerza límite. También se asocia con la clase de contracción empleada, y así se puede especificar: fuerza máxima isométrica, fuerza máxima concéntrica o fuerza máxima excéntrica.

#### **b) Fuerza Velocidad**

Recibe este apelativo cuando se realizan las acciones de fuerza en un corto espacio de tiempo. También se define como potencia, fuerza rápida, fuerza viva, fuerza de aceleración, fuerza de impulso o fuerza explosiva.

#### **c) Fuerza Resistencia**

Esta denominación se emplea para determinar esfuerzos en los que se pretende reiterar o mantener las acciones de fuerza el mayor número de veces o el mayor tiempo posible. Se conoce también este tipo de fuerza como resistencia de fuerza, resistencia muscular o resistencia de fuerza específica.

### **3.3 POR LA RELACIÓN CON EL PESO CORPORAL DEL ATLETA**

En un esfuerzo dado, se considera **Fuerza Absoluta** al valor máximo de tensión muscular que se puede manifestar, y **Fuerza Relativa** al cociente entre el valor de la fuerza absoluta y el peso corporal en kilogramos del atleta que realiza el ejercicio.

### **3.4 POR LA FORMA DE LA ACCIÓN DE FUERZA**

Cuando en la acción de fuerza se genera tensión muscular y las inserciones de la musculatura en cuestión se mantienen en sus posiciones relativas (no se acercan ni se alejan), se considera que la acción es estática y la fuerza es **Fuerza Estática**.

En el caso de que se genere tensión muscular y las inserciones se desplacen modificando sus posiciones relativas, se entiende que la acción es dinámica y la fuerza se denomina **Fuerza Dinámica**.

### 3.5 POR LA MASA MUSCULAR DIRECTAMENTE IMPLICADA EN LA ACCIÓN

Cuando actúa, aproximadamente, más de la sexta parte del total de los grupos musculares, se califica como **Fuerza General o Global**. Si es menos, se estima que es **Fuerza Local**.

## 4. EVOLUCIÓN DE LA FUERZA

La evolución y desarrollo de la fuerza en un individuo está condicionada por numerosas causas, entre las que destacaríamos las genéticas y las circunstanciales.

Por constitución ósea y neuromuscular, hay individuos que ya nacen con una positiva predisposición genética para el desarrollo de la fuerza. El sexo es determinante. La mujer está menos dotada para las acciones de fuerza que el hombre. Su menor masa muscular, la relación grasa-músculo, su estructura ósea, y el más bajo grado hormonal específico, hacen que las féminas entrenadas solo puedan alcanzar valores aproximados al 60% - 70% del nivel de fuerza del varón entrenado en las mismas condiciones.

Entre las causas circunstanciales, señalamos como más importantes, la alimentación, el grado de entrenamiento y la edad.

- Las carencias alimenticias condicionan el desarrollo de la fuerza, por lo que se aconseja una dieta equilibrada, pero rica en proteínas cuando se aborde un entrenamiento específico de fuerza.
- El entrenamiento adecuado, como en las otras cualidades, es fundamental para la evolución positiva de la fuerza. El grado de desarrollo que se alcance responderá al tipo de entrenamiento que se haga y a la etapa de la vida en que se realice. Con un buen entrenamiento, la mejora del nivel de fuerza se aprecia con prontitud, además de por el rendimiento, por el aspecto físico exterior, algo que no suele suceder con las otras cualidades.
- La edad es determinante en el desarrollo de la fuerza. De forma general podríamos decir que, aún en individuos sedentarios, el incremento de fuerza «acompaña al crecimiento físico» en todas las etapas de la vida, de tal modo que aproximadamente desde los 6 años hasta la pubertad, o sea hasta los 13 -14 años, el incremento de fuerza se produce fundamentalmente por crecimiento físico natural y por coordinación intermus-

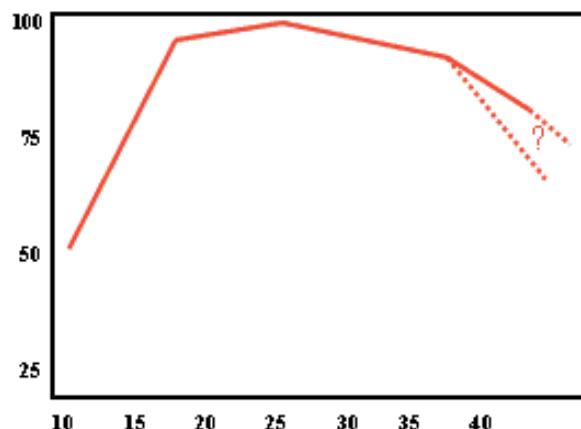
cular. Las mujeres suelen adelantarse en un par de años, por llegar a la pubertad antes.

La pubertad es un período indefinido desde el punto de vista de la fuerza, pues aunque hormonalmente se dan circunstancias favorables, otros aspectos tales como crecimiento rápido o inestabilidad neurológica y emocional, hacen que en estas edades los entrenamientos de fuerza lleven a pronósticos, a menudo, inciertos.

Desde la pospubertad hasta los 20 años, el incremento de fuerza es vertiginoso y se debe fundamentalmente a la maduración y crecimiento del factor muscular. En la década de los 20 a los 30 se perfecciona la fuerza al completarse totalmente la maduración del sistema nervioso. A partir de los 30 años por término medio, la fuerza decae, en valores muy variables, que algunos autores aprecian entre un 10% y un 15% por década. Se estima que las fases más sensibles al entrenamiento de fuerza en función de la edad y el sexo, se encuentran entre los 14 y 18 años.

## EVOLUCIÓN DE LA FUERZA SEGÚN LA EDAD

- 7-12 años: Crecimiento Coordinación**
- 13-20 años: Crecimiento muscular**
- 20-28 años: Fuerza máxima Maduración del sistema nervioso**
- 28 años en adelante:  
Pérdida del 10-15% por década**



Como resumen indicamos que el incremento de fuerza se debe esencialmente:

- A los procesos de maduración de los sistemas nervioso y endocrino.
- Al crecimiento de todos los tejidos, especialmente óseo y muscular.
- A la alimentación acorde.
- Al entrenamiento adecuado.

El descenso en los niveles de fuerza es debido:

- Al entrenamiento inadecuado.
- Al envejecimiento biológico, por el natural deterioro de los sistemas nervioso y endocrino, que conllevan menos unidades motoras funcionales y menos producción y disposición hormonal específica.
- Al sedentarismo e inactividad del sistema muscular, con pérdida natural de masa muscular y disminución de su elasticidad.

## **5. EVALUACIÓN DE LA FUERZA**

La evaluación de esta cualidad es imprescindible para valorar su nivel y controlar su evolución a lo largo de los períodos de entrenamiento.

Los medios y procedimientos de evaluación son muy diversos, y van desde los más simples de campo, a los más sofisticados de laboratorio. Aquí solo vamos a relacionar lo más conocidos, sin profundizar en ellos.

### **5.1 PROCEDIMIENTOS Y MEDIOS DE EVALUACIÓN DE LA FUERZA**

#### **a) Isométrico**

Consiste en realizar tensión muscular máxima contra una resistencia prácticamente insalvable. Se utilizan para la medición dinamómetros, pesos libres con limitación de movimiento, plataformas de isometría, etc. Según la sofisticación del aparato, se puede medir la fuerza máxima isométrica, el tiempo que se tarda en conseguir ese nivel de fuerza, el tiempo mínimo necesario para la relajación inmediata a la contracción, etc.

#### **b) Isocinético**

Radica este procedimiento en realizar mediciones de la fuerza muscular en acciones dinámicas en las que, con resistencia variable, la velocidad de ejecución permanece constante.

Para este tipo de evaluación son imprescindibles máquinas especiales, que puedan medir la fuerza dinámica, con distintas cargas, a distintas velocidades y en diferentes gestos.

#### **c) Plataformas de fuerza dinámicas**

El procedimiento se basa en realizar gestos o movilizar cargas, sobre o apoyados en una superficie que registra todas las variaciones de presión sobre la misma, así como la dirección y magnitud de las fuerzas componentes.

**d) Pesos libres**

Es de los métodos más usados. Se fundamenta en movilizar cargas mediante acciones típicas de halterofilia. Se usan barras y discos de halterofilia y máquinas de pesas, más o menos sofisticadas, que sirven para medir la fuerza máxima dinámica en el gesto.

**e) Pesos libres con acoplamiento de medidores especiales**

Son aparatos con soporte informático, que se acoplan a las barras de halterofilia o a las máquinas de pesas y que además de medir la fuerza máxima dinámica, determinan con exactitud la velocidad de ejecución, la potencia desarrollada, el máximo pico de potencia, etc.

**f) Métodos basados en el ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA)**

Consisten en realizar diversas modalidades de ejercicios sobre un lugar especial que, mediante sensores, registra la presión así como los tiempos de contacto y libres («vuelo»).

El aparato más conocido es el ErgoJump de Bosco. Con este aparato se realizan saltos sobre una plataforma o alfombrilla sensorizada, siguiendo unos protocolos específicos, pudiendo deducir, con aproximación, valores de fuerza-velocidad, fuerza explosiva elástica, ratios de utilización de la energía elástica y refleja, capacidad de los reflejos miotáticos, capacidad de la resistencia a la fuerza-velocidad, etc.

**g) Métodos simples de campo**

Son procedimientos en los que se realizan ejercicios de gimnasia o de estructura parecida a los de la competición específica del atleta y que informan sobre las diversas capacidades de la musculatura implicada, tales como flexiones, extensiones, trepas, saltos, lanzamientos, etc.

**6. EL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA**

El objetivo del entrenamiento de fuerza es conseguir que el atleta pueda alcanzar la deseada y mejor manifestación de fuerza específica que su deporte requiera, en concreto, conseguir mejorar la fuerza máxima, fuerza velocidad y/o fuerza resistencia, en la proporción adecuada.

Para lograr este objetivo se puede afirmar que todo el entrenamiento de la fuerza debe tender a alcanzar, sin que se deteriore la eficacia del gesto técnico, todos o alguno de los siguientes aspectos:

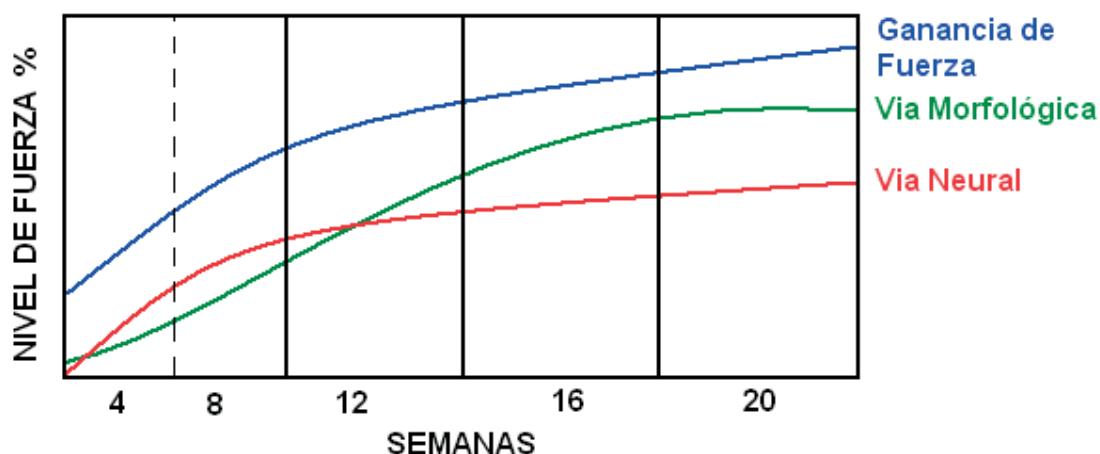
- El máximo valor de fuerza necesario para la especialidad.

- El máximo valor de fuerza requerido, en el menor tiempo posible.
- Que el valor de fuerza demandado se pueda mantener durante el tiempo necesario.

Las únicas dos vías para conseguir el desarrollo y manifestación de la fuerza son:

- La morfológica (mejorando las estructuras morfológicas).
- La neural (mejorando la activación de las estructuras nerviosas).

Entendiendo que estas vías no son independientes, sino que actúan siempre de forma vinculada, aunque en entrenamientos específicos se insista más en una vía que en otra.



En la figura se representa la ganancia de la fuerza (curva superior azul) en un ciclo de entrenamiento de 20 semanas.

La curva intermedia (verde) indica la ganancia como consecuencia del incremento morfológico, y la curva inferior (roja) señala la ganancia de fuerza debida a la mejora de las estructuras nerviosas.

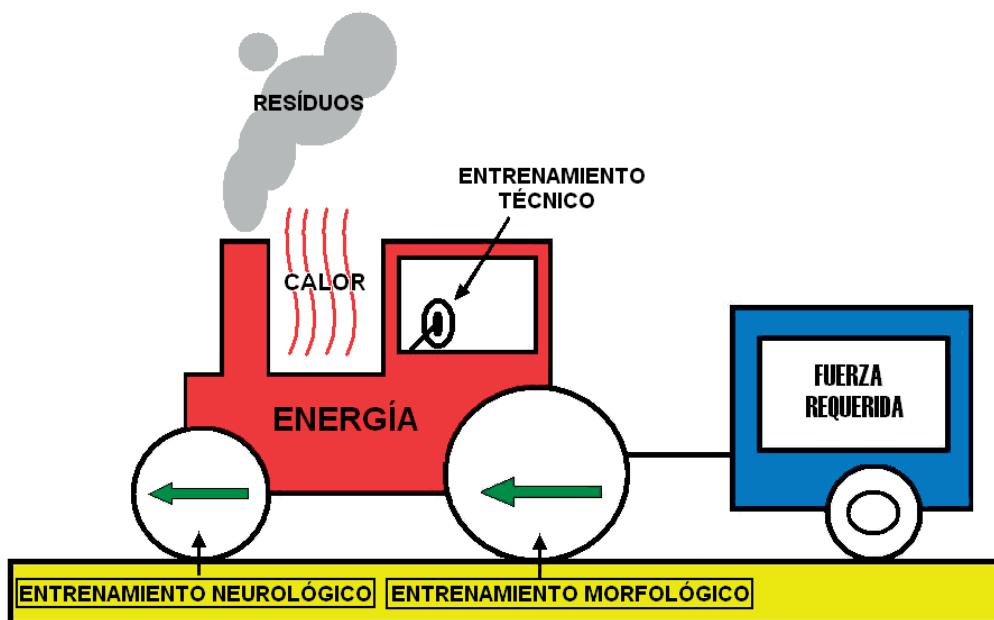
Se observa en el ejemplo que, hasta la semana 12, la ganancia de fuerza se ha debido preferentemente a la vía neural.

La vía de entrenamiento morfológica pretende la ganancia de fuerza mediante la hipertrofia muscular, basándose en el hecho demostrado de que, con mayor número y tamaño de las fibras musculares involucradas en la acción, se tienen más posibilidades de aumentar la tensión que puede generar el músculo.

La vía de entrenamiento neural preconiza que para conseguir una mayor tensión muscular, es imprescindible reclutar y mejorar las secuencias de activación de las fibras musculares disponibles, e implicarlas en la acción sincrónicamente.

Para abundar en la realidad de interacción de las dos vías, ponemos el siguiente ejemplo, en el que el trabajo que realiza el «tractor» lo identificamos con el entrenamiento de la fuerza.

El vehículo de la figura tiene permanentemente conectada la tracción a las cuatro ruedas.



El eje delantero representa el entrenamiento neural; el eje trasero, el entrenamiento morfológico; el volante, el entrenamiento técnico; la zona del motor representa las energías necesarias y el calor desprendido; el humo que sale del tubo de escape señala los residuos que se producen con el entrenamiento, y por último, el remolque se identifica como la fuerza requerida para desplazar la carga.

Como vemos, para que el tractor consiga arrastrar la carga en la dirección adecuada, todos los mecanismos (entrenamientos) tienen que actuar conjuntamente, y según el tipo de recorrido, un eje «tirará» más que el otro e incluso uno se dejará arrastrar por el otro, pero siempre con las cuatro ruedas actuando en el tiempo, velocidad y dirección que el volante del entrenamiento técnico marque.

Con el entrenamiento por la vía morfológica se consigue hipertrofia muscular mediante el incremento en número y tamaño de las miofibrillas activadas, acompañado de un aumento acorde del tejido conectivo y en la mayoría de los casos, con ampliación de la red vascular.

Debe señalarse que la fuerza de los músculos crece más deprisa que la de los tendones. Por tanto, hay que ser muy cautos y progresivos en los entrenamientos, para no lesionar dichas estructuras.

El crecimiento morfológico que se produce en el entrenamiento de fuerza, guarda íntima relación con los procesos de degradación y síntesis proteica, produciéndose la degradación durante los ejercicios, y la síntesis durante el descanso.

Se puede afirmar que el incremento de la masa muscular depende, en gran parte, de la cantidad de proteínas degradadas en el entrenamiento y de la posterior supercompensación, que producirá una mayor síntesis proteica, engrosando como consecuencia el músculo.

Aunque los fisiólogos no se ponen exactamente de acuerdo en el lugar y en el cómo se producen las adaptaciones neurológicas, es indudable que con los ejercicios del entrenamiento neural se mejora el reclutamiento, frecuenciación y sincronización de las unidades motoras, y por ende la coordinación intra e intermuscular, y que también se adaptan los reflejos musculares y tendinosos a nuevos niveles de intensidad.

Una curiosidad que evidencia la importancia de la vía neural en los entrenamientos de fuerza, es que si entrenamos la fuerza en un solo segmento del cuerpo (brazo o pierna), el segmento simétrico experimentará también un aumento de su fuerza, aún sin haberlo ejercitado.

Como resumen de los efectos positivos generales que un buen entrenamiento de fuerza puede proporcionar, reseñamos los siguientes:

- Hipertrofia muscular adecuada.
- Mejora en la tasa y procesos de resíntesis de ATP y PC.
- Agilización en la utilización de las reservas energéticas.
- Incremento de los depósitos de fosfágeno y glucógeno muscular.
- Fortalecimiento de las estructuras ligamentosas, tendinosas y conectivas.
- Activación y mejora de los procesos neurales.
- Adaptación de los mecanismos reflejos a los esfuerzos intensos.

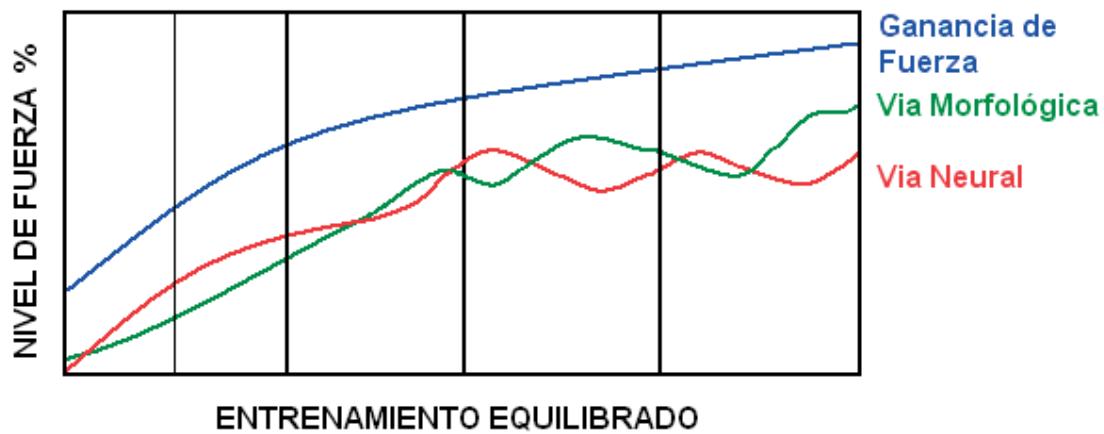
Estos efectos guardan una estrecha relación con los ejercicios que los provocan y con la forma de realizarlos, de tal modo que las adaptaciones morfológicas y neurales, aunque simultáneas, varían en función del tipo de entrenamiento.

No obstante, en las primeras semanas de entrenamiento, sea cual sea el tipo de ejercicios, la adaptación más apreciable es la neural. Algunos autores estiman

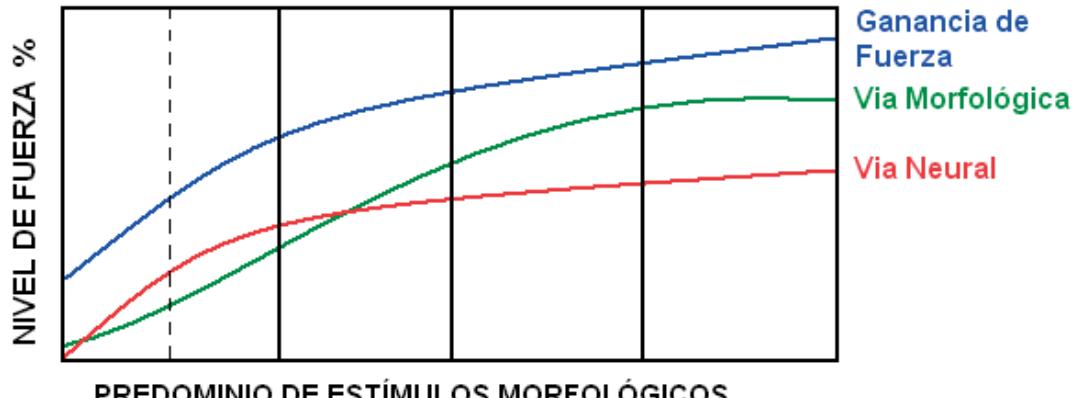
que es debido a una mayor coordinación intermuscular o a un mejor aprendizaje de las técnicas de los ejercicios.

En las siguientes figuras, se expone una hipotética evolución del nivel de fuerza, dependiendo del predominio del tipo de estímulo aplicado.

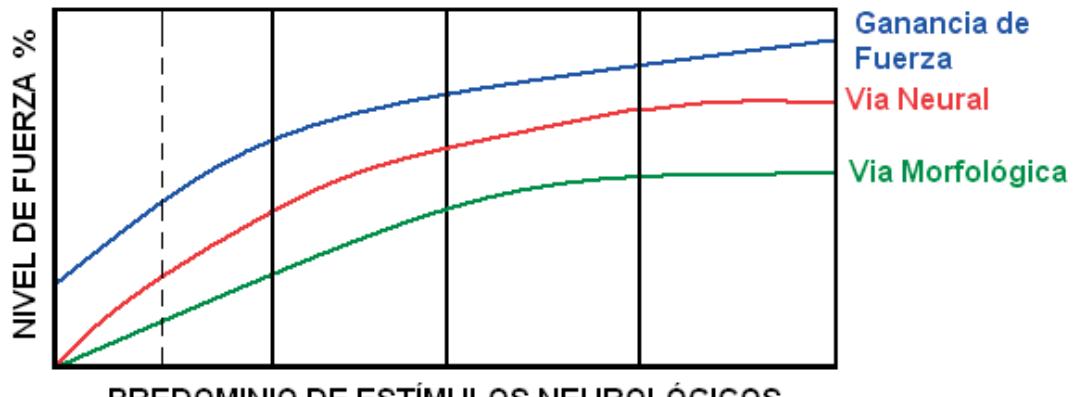
Como se observa en todos los casos, en las primeras semanas, la subida de la fuerza se debe más al aspecto neural que al morfológico.



ENTRENAMIENTO EQUILIBRADO



PREDOMINIO DE ESTÍMULOS MORFOLÓGICOS



PREDOMINIO DE ESTÍMULOS NEUROLÓGICOS

No podemos olvidar un aspecto tan importante como es la recuperación después de los trabajos de fuerza.

Son válidos todos los conceptos reseñados en otros capítulos, sobre la fatiga y posterior restablecimiento, así como las indicaciones dadas sobre métodos y medios de recuperación. No obstante, hacemos hincapié sobre el grado de fatiga que suponen los trabajos de fuerza, no solo para el sistema muscular sino también para el sistema nervioso, que como hemos visto, se «defiende» de las actividades muy intensas provocando casos de una cierta inhibición muscular.

Los procesos y tiempos de recuperación y supercompensación después de los trabajos importantes de fuerza son muy diversos. Se estima como tiempo medio de recuperación 48 horas para un mismo grupo muscular.

## **7. SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA**

El sistema lo constituye el conjunto de procedimientos que se emplean con el fin de aumentar los diferentes tipos de fuerza tanto activa como reactiva.

Existen muchos procedimientos para desarrollar la fuerza, y todos tienden a construir o restaurar la fuerza por las dos únicas vías posibles:

- La morfológica
- La neural

Utilizando en ambos casos, de forma unánime, los métodos fraccionados de repeticiones.

El entrenamiento de la fuerza quedará especificado por los consabidos factores globales de volumen e intensidad y por los factores particulares de cada método.

El **volumen** se determinará por los números totales de ejercicios, series, repeticiones o tiempos de trabajo y sobrecarga total si procede. La **intensidad** se establecerá por el nivel de la sobrecarga relacionado con las posibilidades absolutas del atleta, la velocidad de los ejercicios o la dificultad de ejecución.

Los factores particulares marcan y definen los márgenes concretos de aplicación.

Siguiendo con las pautas establecidas en el capítulo de RESISTENCIA, utilizamos aquí la sigla **K.I.T.R.A.** para designar ordenadamente cada uno de los factores:

- **K.**- Indica la **sobrecarga**. Se puede expresar en % en relación con las máximas posibilidades de esfuerzo del atleta en ese ejercicio.

- **I.**- Señala la **pausa** entre repeticiones o series y se suele formular en minutos de descanso.
- **T.**- Refiere la **velocidad de ejecución** y se manifiesta en tiempos o ritmos.
- **R.**-Muestra la cantidad de **repeticiones y series**, y se cuantifica en números parciales y totales.
- **A.**- Comunica la **actitud** que debe adoptar el atleta **durante las pausas**.

En el siguiente cuadro se dan unas orientaciones genéricas sobre la mejor relación de los factores para el desarrollo de distintos tipos de fuerza, entendiendo que puede haber otra relación de factores que también posibiliten el desarrollo de algún tipo específico de fuerza.

Los adjetivos empleados (media, rápida, alta....), al traducirlos a números, serán distintos según la edad, nivel o posibilidades del atleta.

### RELACIÓN DE FACTORES EN LOS DISTINTOS TIPOS DE FUERZA

MEDIA	CORTA	RESISTENCIA DE FUERZA		
RÁPIDA	MEDIA	POTENCIA		RESISTENCIA DE FUERZA
LENTA	LARGA	FUERZA MAXIMA		
VELOCIDAD ↑	REPETICIONES x SERIE	1-5	8-12	20-30
PAUSA ↓	x SESIÓN	12	40	100
	CARGA	ALTA	MEDIA	LIGERA
	% DE CARGA	80-100	60-80	20-60

Antes de pasar a describir cada uno de los métodos, nos parece conveniente hacer algunas indicaciones para una mejor elección de los procedimientos, dentro de la estrategia del entrenamiento.

El entrenamiento de fuerza debe tender a conseguir las adaptaciones neurales y morfológicas requeridas para un específico deporte y asequibles para un determinado atleta, por tanto, no todos los métodos son adecuados para todos los atletas o para todas las especialidades.

En general, en el **aspecto neural** y haciendo abstracción del atleta, los mejores caminos para incrementar el **reclutamiento global** (de todos los tipos de fibras) son:

1. Realizar ejercicios con cargas máximas del 90-100%, o sea, casi al límite de posibilidades.
2. Hacer ejercicios con cargas submáximas, al 80-90% de sus posibilidades.
3. Efectuar repeticiones con cargas medias, al 60-80% de posibilidades hasta la fatiga.

Para el **reclutamiento selectivo** (para unos tipos de fibras), habrá que actuar además con la velocidad del ejercicio. Los gestos veloces propician la selección temprana de las fibras FT.

Para mejorar la **frecuenciación y sincronización**, es necesario operar incrementando progresivamente la carga y la velocidad de ejecución. También se puede incidir en estos aspectos, realizando repeticiones hasta la fatiga.

Para la **adaptación intermuscular** se aconsejan las reiteraciones de los gestos técnicos con cargas, en principio muy ligeras, que luego se pueden ir aumentando.

Para la **adaptación de los mecanismos reflejos**, se recomienda primero una cuidada progresión en las cargas, para en una segunda fase, aplicar variedad en los esfuerzos, alternando el valor de las cargas (pesadas y ligeras, o medias y ligeras) en una misma sesión.

En el **aspecto morfológico**, sabemos que el crecimiento de la masa muscular se produce como consecuencia de un proceso inducido de degradación proteica y de una posterior resíntesis.

La estrategia del entrenamiento morfológico debe ser aquella que, acorde con los objetivos, induzca a una mayor cantidad de degradación proteica total, sin que peligren las estructuras.

- Las cargas altas producen una tasa alta de degradación en cada repetición, pero como el número de repeticiones necesariamente tiene que ser bajo, la cantidad total de degradación es escasa.
- Las cargas bajas causan poca degradación en cada repetición, y aunque el número de repeticiones puede ser alto, la tasa de degradación total también resulta pobre.
- Las cargas medias originan una degradación media; el número de repeticiones también deberá ser medio, pero en conjunto, la cantidad de degradación será alta.

Para la «hipertrofia selectiva» de las fibras ST, se recomienda utilizar cargas bajas a poca velocidad y con un número grande de repeticiones.

En el caso de desear «hipertrofia selectiva» de las fibras FT, lo adecuado sería utilizar las cargas medias, pero aumentando la velocidad de ejecución.

El ideal para la «hipertrofia global» sería utilizar cargas altas con un número alto de repeticiones. Al no ser posible, se aconseja utilizar las cargas medias.

Abundando en el aspecto morfológico, a un nivel más general es necesario distinguir entre dos tipos de hipertrofia: la sarcoplasmática y la sarcomérica.

- **Hipertrofia sarcoplasmática:** es el crecimiento del tamaño muscular producido principalmente por un aumento de la cantidad de plasma sanguíneo en el espacio entre las fibras. Se da cuando el atleta entrena con cargas entre el 60 y el 80%, en series de entre 9 y 20 repeticiones y con pausas de recuperación cortas (entre 30 segundos y un minuto como máximo). Este aumento del volumen plasmático se debe a la necesidad del músculo de disponer del «combustible» necesario para el tipo de esfuerzo a realizar (vía glucolítica), y que el plasma le aporta.
- **Hipertrofia sarcomérica:** alude al incremento de la densidad muscular, gracias al aumento del número y tamaño de sus elementos contráctiles (miofibrillas), no de sus fibras, pues según estudios contrastados, no es posible el aumento del número de fibras, que es una característica «innata». La hipertrofia sarcomérica se experimenta con entrenamientos con cargas por encima del 80-85% del máximo posible del atleta, series cortas (no más de 6-8 repeticiones) y pausas de recuperación amplias. A diferencia del tipo anterior, siendo principalmente el sistema fosfágeno el encargado de suministrar la energía necesaria en este caso, no existe apenas aumento del volumen plasmático interfibrilar.

Como resumen de este preámbulo a los métodos, indicamos que la musculatura se adapta en función de la cantidad y calidad de los estímulos que recibe, y que el valor de la carga y la velocidad de ejecución son fundamentales para el desarrollo neural, así como el valor de la carga y las repeticiones del ejercicio son esenciales para el desarrollo morfológico.

## **8. MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA**

Existen muy diferentes maneras de clasificar los métodos para desarrollar la fuerza. Nosotros los hemos englobado en dos grandes conjuntos:

## 8.1 MÉTODOS GENERALES

Son los que agrupan a los procedimientos aplicables a todos los niveles, y que no requieren, necesariamente, artefactos, técnicas y esfuerzos muy exigentes para su desarrollo.

Se incluyen en este grupo todos los tipos de gimnasia, con ejercicios de fuerza en flexiones, extensiones, rotaciones, tracciones, empujes, transportes, trepas, lanzamientos, recepciones, saltos, multisaltos, etc. Se utiliza como carga el propio peso corporal o pequeños artefactos (pesas ligeras, lastres, balones...).

La aplicación de estos métodos, constituye la base imprescindible para un posterior entrenamiento, más específico, de la fuerza. En todos ellos, la progresión se consigue primero aumentando las repeticiones de los ejercicios y en un segundo término, incrementando la carga y la dificultad o velocidad de los esfuerzos.

## 8.2 MÉTODOS ESPECIALES

Son procedimientos más exclusivos para entrenamiento de la fuerza.

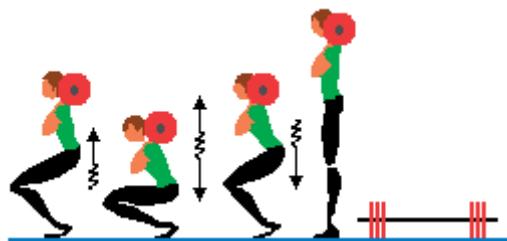
Se suelen aplicar a niveles más evolucionados en edad y/o entrenamiento. Necesitan artefactos o aparatos que permitan calcular, graduar y evaluar con relativa exactitud la carga, y suelen requerir para su buen desarrollo, una técnica específica en la realización de los ejercicios.

Es necesario matizar que en los métodos que a continuación se exponen, se ha hecho abstracción de la especialidad deportiva.

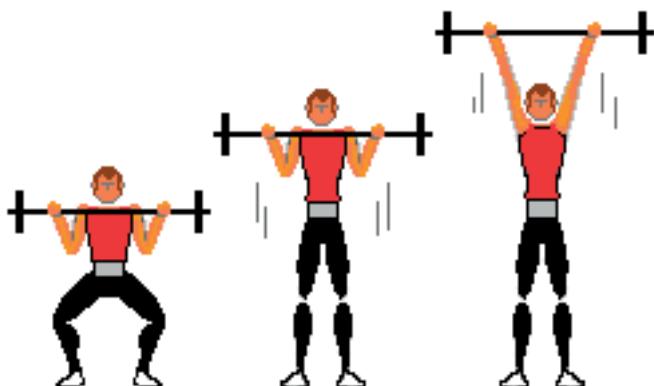
### a) *Métodos de movilización de cargas*

Son procedimientos que consisten en la reiteración de esfuerzos, desplazando cargas graduables, mediante técnicas específicas con las evidentes premisas de que:

- Las posibilidades de desplazamiento de las cargas son inversamente proporcionales a su valor.
- Cuanto mayores sean las cargas, menos veces se podrán mover y a menor velocidad.
- Si el ejercicio demanda movilizar la carga con más velocidad, hay que reducir su valor.
- Si se pretende reiterar el esfuerzo muchas veces, resultará imprescindible disminuir el valor de la carga.



Aunque en la mayoría de los ejemplos dibujamos barras de halterofilia, el material para el desarrollo de estos métodos de trabajo es muy diverso, oscilando entre los de «fortuna» (botellas de agua, sacos de arena, etc.), con el requisito de que se pueda calcular su peso; los «específicos», sencillos y baratos (barras y discos de halterofilia, mancuernas, lastres...), pasando por los de coste medio (máquinas de musculación con pesas), para llegar a los más caros y sofisticados (máquinas de musculación iniciales, neumáticas, hidráulicas o apoyadas por sistemas informáticos...).



Hoy día se ha popularizado el uso de las máquinas de musculación por sus notables ventajas de fácil manejo, buen control de las cargas, localización muscular, seguridad, menos probabilidad de lesión, sencillo test de valoración, ahorro de tiempo para la realización de las sesiones y por permitir el desarrollo de todo tipo de fuerza.

Como inconveniente al uso de las máquinas, se puede señalar que los ejercicios son menos funcionales o globales, y con menos implicación de la musculatura sinergista que en los de pesos libres.

La mayoría de las técnicas utilizadas para la realización de los ejercicios, tanto con pesos libres como con máquinas, son similares a las empleadas en el entrenamiento básico de halterofilia. No obstante, hay implementos que propician determinadas acciones más funcionales y también máquinas en las que se puede trabajar la fuerza con ángulos, posiciones y gestos casi idénticos a los de deportes específicos.

Los factores particulares del método de «movilización de cargas», son los indicados al describir el **KITRA**, con las siguientes puntuaciones:

**K.**- Indica los kilos (carga) a desplazar en cada repetición, y se calcula mediante un tanto por ciento sobre la máxima capacidad del atleta en un solo movimiento, o sea, una sola repetición con la máxima carga que pueda desplazar (1RM).

Resulta complicado el cálculo de este factor, por las probabilidades de lesión que un esfuerzo máximo puede acarrear. Por eso, con frecuencia, se recurre a emplear cargas submáximas y estimar el 1RM según el número de repeticiones consecutivas que el atleta es capaz de realizar con esa carga submáxima.

Existen varias fórmulas para calcular el valor de 1RM en función del número de repeticiones conseguidas con carga submáxima. Una de ellas es:

$$1 \text{ RM} = \frac{\text{Peso movilizado}}{1,0278 - 0,0278 \times \text{nº de repeticiones}}$$

Supongamos que un atleta en un determinado ejercicio consigue desplazar 80 kilos 6 veces consecutivas. Aplicando la fórmula:

$$1 \text{ RM} = \frac{80}{1,0278 - 0,0278 \times 6} = 92,9 \text{ kgs.}$$

92,9 kgs sería el mayor peso que podría desplazar en un solo movimiento.

También esta fórmula se puede expresar en tantos por ciento, para saber a qué tanto por ciento de las posibilidades máximas (100%) se está trabajando. Para ello, el atleta realizará con cualquier carga el mayor número de repeticiones que pueda y aplicará la siguiente fórmula:

$$\% \text{ 1RM} = 102,78 - 2,78 \times \text{número de repeticiones}$$

En el anterior ejemplo, sin estimar la carga y en el caso de que el atleta fuese capaz de realizar 6 repeticiones, sería:

$$\% \text{ 1RM} = 102,78 - 2,78 \times 6 = 86,1 \%$$

Que nos indicaría que el atleta está trabajando al 86,1% de sus máximas posibilidades en ese ejercicio.

Es necesario decir que estas fórmulas son precisas y fiables siempre que el número de repeticiones realizadas sea como máximo de 10.

De la misma manera, podemos aplicar la siguiente regla práctica para calcular, aproximadamente, a qué tanto por ciento se está trabajando, en función del número máximo de repeticiones consecutivas que el atleta es capaz de realizar en el ejercicio:

% de 1RM	Nº de repeticiones
100	1
95	2-3
90	4
85	6
80	8-10
75	10-12
70	15
65	20-25
60	25
50	40-50
30	100

T.- Indicará velocidad de ejecución. Es el factor más complicado de cuantificar y expresar, pues depende de la carga, dificultad del ejercicio y calidad del atleta. Apelativos como lento, moderado, rápido o explosivo, pueden orientar, pero indudablemente no determinan.

En el mercado existen artefactos (por precio, fuera del alcance del entrenador medio), que acoplados a las barras de halterofilia o a las máquinas de musculación, calculan con exactitud los tiempos empleados en la realización de los movimientos. Pero de momento, el único modo de calcular la velocidad, es contar con la buena disposición del atleta y con el buen criterio del entrenador.

Sin embargo, la velocidad de ejecución es un factor a tener muy en cuenta, pues las adaptaciones adquiridas con un ritmo o modelo de trabajo, resulta conflictivo transferirlas a gestos técnicos de velocidad diferente.

Un entrenamiento realizado preferentemente con cargas medias y a velocidad media o moderada, con toda probabilidad desarrollará más las fibras ST que las FT, y esto puede ser perjudicial para actividades veloces.

Para planificar y aplicar el factor velocidad en los ejercicios, es necesario, como ya hemos indicado, el buen entendimiento entre entrenador y atleta.

Calificativos como «explosiva», «máxima posible», «intencionadamente alta» «alta, pero reservándote algo», «media o moderada» y «lenta», pueden constituir un buen código para señalar la velocidad del ejercicio.

Una forma aproximada de estimar la velocidad, es ordenando que el atleta realice previamente un test del ejercicio con la carga requerida, a la máxima velocidad posible, pero con solo dos repeticiones (se supone que el cansancio no interferirá). Se tomará el tiempo empleado, y en función de él, se calcularán los ritmos máximos, altos, medios o bajos de cada serie del ejercicio, con la idea de que el entrenador pueda modificar la carga o las repeticiones, si el atleta no fuese capaz de cumplir con la velocidad requerida en todas las repeticiones.

De este modo se puede corregir una posible deficiente velocidad en la realización de los esfuerzos.

Suele suceder que el atleta inicia los primeros movimientos de la serie a la velocidad correcta pero luego, por cansancio, baja algo el ritmo, con la consecuencia de que, a lo peor, se están estimulando en las últimas repeticiones las fibras no deseadas.

Si el tiempo total calculado para la serie no se cumple, el entrenador debe decidir si rebaja la carga o disminuye las repeticiones, para así poder cubrir los objetivos.

Relacionando objetivos, forma de realización de los ejercicios y los factores particulares, reseñamos, a continuación, los procedimientos más conocidos para el desarrollo de la fuerza con los métodos de movilización de cargas.

En todos ellos, la progresión en el entrenamiento se logra:

- 1º Aumentando el número de repeticiones y series
- 2º Incrementando progresivamente la carga
- 3º Disminuyendo las pausas
- 4º Aumentando la velocidad de ejecución si procede

Todo dentro de los márgenes de cada método

### a.1) Procedimientos de carga estable

Una vez calculado **K**, se mantiene la misma carga en todas las series.

#### a.1.1) Desarrollo de la fuerza máxima con predominio de la vía neural:

##### Fuerza Máxima I (Exclusivo para especialistas)

- K.- 90 al 100%.
- I.- 3 a 5 minutos entre series.
- T. (velocidad) - Intencionadamente alta.
- R. (repeticiones por serie) - De 1 a 3 reps. en 4 - 5 series.
- A.- Discrecional



##### Fuerza Máxima II (Para deportistas expertos entrenados)

- K.- 85 al 90%
- I. - 3 a 4 minutos
- T.- Intencionadamente alta
- R.- De 3 a 5 en 4 - 5 series
- A.- Discrecional



##### Fuerza Máxima III (para deportistas entrenados)

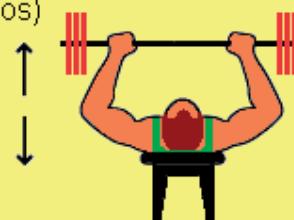
- K.- 80 al 85%
- I. - Alrededor de 3 a 3'30" min.
- T.- Intencionadamente alta
- R.- De 5 a 6 en 3 - 5 series
- A.- Discrecional



#### a.1.2) Desarrollo de la fuerza máxima con predominio de la vía hipertrófica:

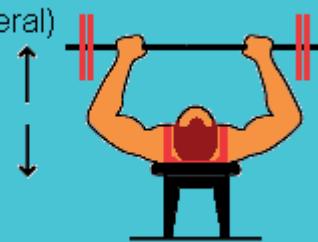
##### Fuerza Máxima IV (para deportistas entrenados)

- K.- 80 al 85%
- I. - Sobre 3 minutos
- T.- Media
- R.- De 5 a 6 en 4 - 5 series
- A.- Discrecional



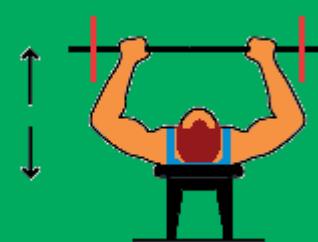
Fuerza Máxima V (para deportistas en general)

- K.- 70 al 80%
- I. - De 2 a 3 minutos
- T.- Media
- R.- De 6 a 10 en 3 -5 series
- A.- Discrecional



Fuerza Máxima VI (para principiantes)

- K.- 60 al 70%
- I. - De 2 a 3 minutos
- T.- Media
- R.- 6 a 10 en 3 - 5 series
- A.- Discrecional



**a.1.3) Desarrollo de la fuerza velocidad con predominio de la vía neural:**

Fuerza Velocidad I (para deportistas muy entrenados)

- K.- 60 al 80%
- I. - 3 minutos
- T.- Máxima posible
- R.- 4 a 6 en 3 - 5 series
- A.- Discrecional



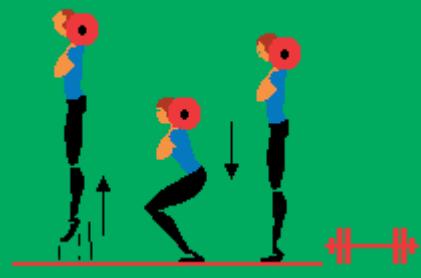
Fuerza Velocidad II (para deportistas entrenados)

- K.- 30 al 60%
- I. - 3 minutos
- T.- Explosiva
- R.- 6 a 10 en 3 - 5 series
- A.- Discrecional



**Fuerza Velocidad III (para deportistas en general)**

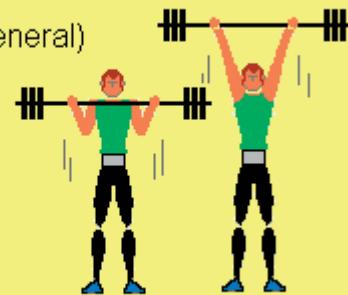
- K.- 60 al 70%
- I.- 3 minutos
- T.- Alta
- R.- 4 a 10 en 3 - 5 series
- A.- Discrecional



**a.1.4) Desarrollo de la fuerza resistencia con predominio de la vía hipertrófica:**

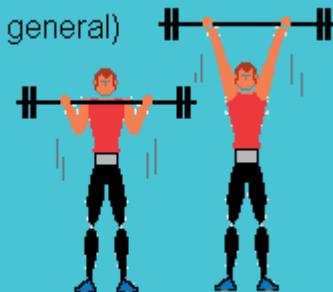
**Fuerza Resistencia I (para deportistas en general)**

- K.- 60 al 80%
- I.- De 2 a 3'30" min.
- T.- Lenta
- R.- 10 a 15 en 3 - 6 series
- A.- Discrecional



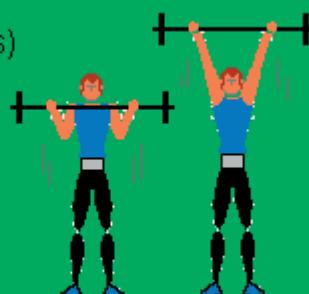
**Fuerza Resistencia II (para deportistas en general)**

- K.- 40 al 60%
- I.- De 1'30" a 2'30" min.
- T.- Media - lenta
- R.- 15 a 20 en 3 - 6 series
- A.- Discrecional



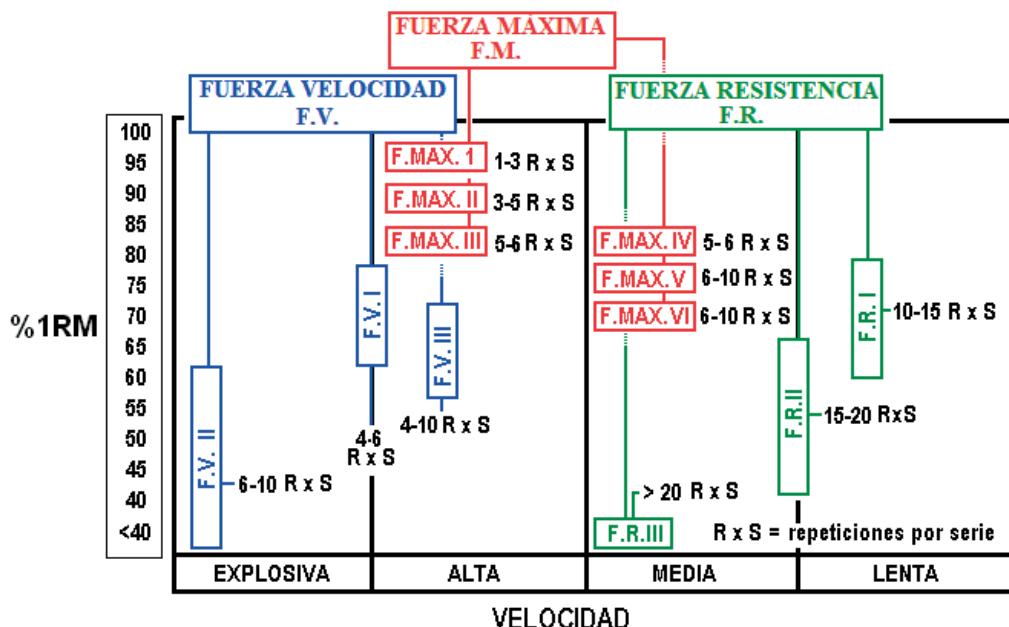
**Fuerza Resistencia III (para principiantes)**

- K.- Menos del 40%
- I.- De 1'15" a 2 minutos
- T.- Media
- R.- Más de 20 en 3 - 6 series
- A.- Discrecional



En el siguiente cuadro, mediante rectángulos de distinta orientación y dimensiones, resumimos los anteriores métodos de entrenamiento con carga estable, situándolos con relación al % de 1RM y a la velocidad de ejecución. Se expresan asimismo las repeticiones y series.

### PROCEDIMIENTOS DE CARGA ESTABLE



#### a.2) Procedimientos de cargas variables:

Estos procedimientos no son más que combinaciones de los métodos de carga estable anteriores. Es un modo de plantear las sesiones de fuerza para facilitar las transferencias, dar variedad y evitar estancamientos en la progresión de los entrenamientos.

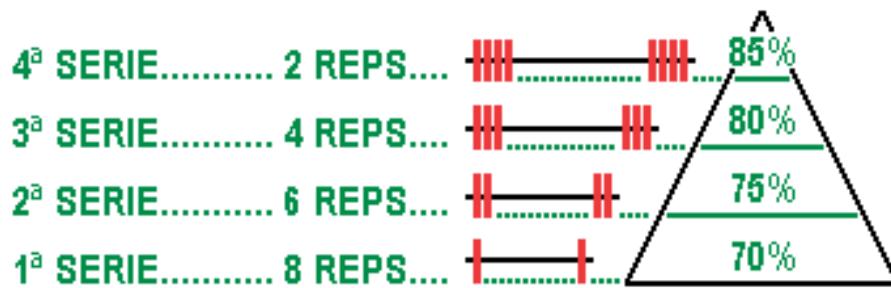
Las cargas variables se pueden aplicar:

- Entre los «márgenes» que indican los factores de un procedimiento cualquiera de carga estable.
- Entre los «márgenes» de varios de los procedimientos anteriores.
- Variando repeticiones y cargas en cada serie.
- Modificando solo las cargas, pero manteniendo las repeticiones en cada serie.
- Cambiando las cargas en las repeticiones de la misma serie.
- Buscando el contraste, alternando cargas ligeras con cargas relativamente pesadas, en diversas secuencias.

Veamos algunos procedimientos:

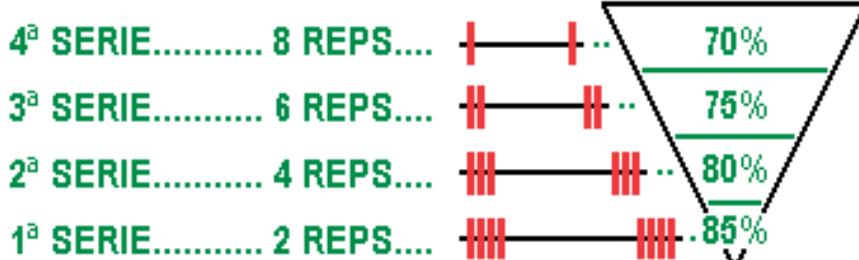
#### a.2.1) Piramidal creciente

Consiste en realizar un número de series consecutivas, en las que las repeticiones disminuyen y las cargas aumentan, dentro de los márgenes de cualquier método de carga estable.



#### a.2.2) Piramidal decreciente

En este caso, las repeticiones aumentan y las cargas disminuyen, dentro de los márgenes de cualquier método de carga estable.



#### a.2.3) Piramidal creciente – decreciente o diálogo

Es enlazar dos pirámides por la cima, dentro de los márgenes de cualquier método de carga estable.

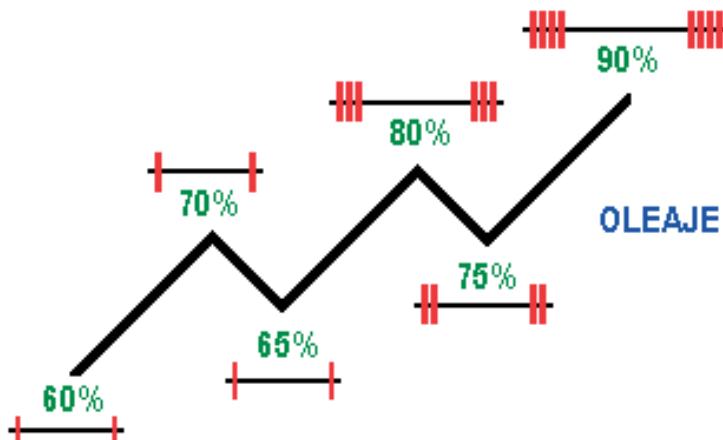
#### a.2.4) Escalera

El procedimiento radica en realizar dos series (consecutivas e idénticas) por «escalón», incrementando la carga al subir el escalón, dentro de los márgenes. Las repeticiones pueden mantenerse estables o disminuir conforme sube la carga. La frase «sube y repite», resume las acciones.



### a.2.5) Oleaje

Se basa esta forma de trabajo en realizar series sucesivas donde las cargas varían, dentro de los márgenes, de manera ondulatoria ascendente. La frase «sube más y baja menos», compendia la mecánica de la acción.



### a.2.6) Contraste o método búlgaro

Se fundamenta el procedimiento en combinar dos métodos o protocolos de los reseñados como de carga estable, en los que haya una diferencia notable en los valores de las cargas. Las posibles combinaciones son numerosas:

**a.2.6.1) Contraste clásico:** donde se alternan series de cargas pesadas desplazadas lentamente, con series de cargas ligeras movilizadas con rapidez. Se entiende como carga pesada la que oscila entre el 60 y el 80% de 1RM, y como carga ligera la que se encuentra entre el 30 y el 50 % de 1RM.



**a.2.6.2) Contraste acentuado:** donde se alternan series de cargas pesadas con series de cargas muy ligeras, o incluso sin carga.



**a.2.6.3) Contrastes en la serie:** Es lo mismo, pero con la diferencia de que las alternancias se producen en las repeticiones de la misma serie. Se pueden realizar muy diferentes combinaciones en el método. En el gráfico siguiente exponemos un ejemplo.

SECUENCIA ALTERNANCIA DE LAS SERIES	1 - 1	2 - 2	3 - 2
+		+	+
1 Pesada + 1 Ligera	2 Pesadas + 2 Ligeras	3 Pesadas + 2 Ligeras	

También se puede producir la alternancia en las repeticiones de la misma serie:  

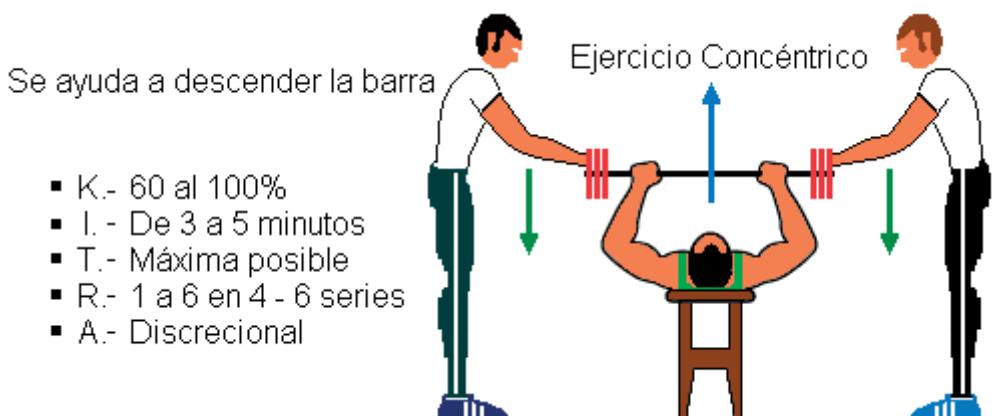
- 1Pesada + 2 Ligeras + 1 Pesada
- 1 Ligera + 2 Pesadas + 1 Ligera

### a.3) Procedimientos con técnicas especiales de realización de los ejercicios

En este caso, los trabajos difieren de los anteriores, además de por los factores particulares, por la forma de ejecución de los ejercicios o por el modo de realizar y enlazar las series.

#### a.3.1) Concéntrico puro

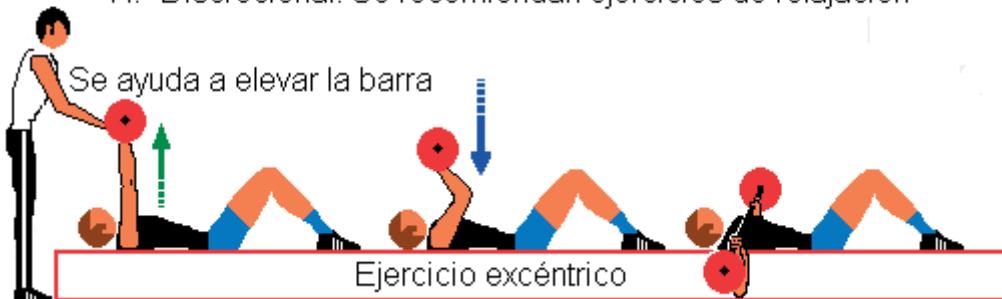
Es un procedimiento en el que de algún modo (con ayuda de compañeros o con un artefacto), se suprime cualquier fase excéntrica con carga en el ejercicio, centrándose el esfuerzo, exclusivamente, en la fase concéntrica con los siguientes factores:



### a.3.2) Excéntrico

También llamado «entrenamiento negativo», es una forma de trabajo muscular basada en la realización de contracciones en régimen excéntrico, permitiendo el desarrollo de tensiones superiores a las de los esfuerzos concéntricos, propiciando el aumento de sarcómeros en serie, circunstancia que incide en un aumento de fuerza en general, sobre todo en angulaciones extremas (ángulos más abiertos).

- K.- Del 100 al 130% del 1 RM (medida en esfuerzo concéntrico)
- I.- De 3 a 5 minutos
- T.- Lenta
- R.- 1 a 5, en 1 - 3 series
- A.- Discrecional. Se recomiendan ejercicios de relajación



Nos parece oportuno hacer algunas consideraciones sobre este tipo de trabajo, dadas las controversias que hay sobre su utilidad.

En las contracciones excéntricas está demostrado, mediante miografías, que se puede generar más tensión que en los otros tipos de contracción.

Con grandes cargas, se activan los mecanismos inhibidores (Golgi) y no es posible alcanzar los valores de tensión más altos. Por eso se aconseja que los trabajos de entrenamiento excéntrico sean muy progresivos, para que los reflejos de inhibición se adapten previamente.

La mayor eficacia se obtiene con las cargas máximas, pero también se originan notables beneficios con cargas submáximas, cuando se hacen bien los ejercicios, que siempre requieren progresión en los esfuerzos, posiciones estables y lentitud en la ejecución.

El trabajo excéntrico intenso conlleva alteraciones musculares que necesitan un mayor tiempo de recuperación, por eso se recomienda no realizar más de una sesión por semana.

Tiene también los inconvenientes de que, con las grandes cargas, se pueden producir lesiones y también que, dada su obligada lentitud, estos ejercicios han de combinarse con otros, en régimen concéntrico y más veloces para lograr las adecuadas adaptaciones.

### a.3.3) Combinado excéntrico-concéntrico

Consiste en reunir en un mismo ejercicio distintas cargas para las fases concéntrica y excéntrica.

	Fase concéntrica	Fase excéntrica
K	80%	120% de 1RM (concéntrico)
I	3 a 5 minutos	
T	Alta	Lenta
R	1 a 5 en 1-3 series	

Dentro de este amplio grupo de «técnicas especiales», también incluimos métodos «culturistas» que, aún cuando su objetivo principal sea la hipertrofia muscular, indudablemente desarrollan la fuerza, aunque a nivel deportivo siempre habrá que tener en cuenta que entrenar predominantemente la hipertrofia muscular acarrearía una pérdida de velocidad de contracción.

Asimismo, al buscar con estas técnicas una exagerada y discutible «estética», se pueden producir indeseadas descompensaciones musculares.

La hipertrofia excesiva del músculo no conlleva una hiperplasia (aumento del número de fibras musculares) o una cierta pseudohiperplasia (división de las existentes), pero sí un incremento notable del tamaño de las fibras musculares; ese aumento no es proporcional en el área de inserción tendinosa, lo que puede producir mecánicas anómalas de movilización de palancas, menos eficaces, y por tanto más lentas, aparte de un evidente riesgo de lesiones tendinosas, por sobrecarga inherente a la desproporción entre tamaño-fuerza muscular y área-resistencia tendinosa.

También en esta pérdida de velocidad, hay quien opina que pueden influir los problemas de abastecimiento de Ca<sup>++</sup> al sarcómero por unidad de tiempo. Estos autores aventuran que cuanto más grande sea el músculo, más tiempo se tarda en dicho abastecimiento, indispensable para la contracción muscular. Por ello, los detractores de estos métodos critican, con razón, su falta de dinamismo, y de ahí que se aconseje combinar estos métodos con otros más dinámicos.

Las cargas que se manejan en estos procedimientos son similares a las que se utilizan en los métodos de carga estable o variable para desarrollar la fuerza resistencia. A diferencia, la velocidad de ejecución es deliberadamente lenta y las repeticiones por serie son más numerosas.

En cuanto al número de series, por lo general se recomienda un número alto (de 12 a 18) para músculos grandes, y menor (de 8 a 12) para músculos pequeños.

Superar estas cifras es difícil, a causa de la congestión muscular que se produce, que algunos interpretan, erróneamente, como una inmediata supercompensación muscular, cuando no es más que un pasajero aumento del tono, unido a una filtración plasmática a los tejidos por compresión de los vasos sanguíneos.

#### a.3.4) Técnicas de métodos «culturistas»

- **Series con trampa (cheating):** se basa esta forma de trabajo, en «ayudarse» con pequeños gestos o impulsos (serpenteos, empujes de caderas...), cuando en el final de la serie sea prácticamente imposible realizar las últimas repeticiones.
- **Series forzadas:** es similar al procedimiento anterior, pero en este caso, es un compañero el que presta una ligera ayuda para realizar las últimas repeticiones.
- **Series hasta el fallo:** es efectuar repeticiones del ejercicio hasta el límite.
- **Series quemadas:** consiste el procedimiento, en hacer repeticiones correctas hasta que empiecen a fallar las fuerzas, entonces en las últimas repeticiones se cambia la dinámica del ejercicio, para realizarlas con movimientos incompletos (menos recorrido aunque más rápidos).
- **Series negativas:** radica el método en hacer hincapié en la fase excéntrica del ejercicio, realizando esta parte muy lentamente.
- **Series descendentes:** su fundamento es efectuar una serie hasta el fallo, para a continuación reducir la carga e iniciar, sin pausa, una nueva serie hasta el fallo, y volver a proceder de la misma manera en sucesivas series.

También se puede prefijar un número determinado de repeticiones por serie, aún sin llegar al fallo, y realizar tantas series descendentes como se sea capaz.

Una manera de trabajar con este procedimiento consistiría en realizar entre 4 y 5 series fusionadas (sin apreciable pausa intermedia), de 7 repeticiones cada una, restando entre una y otra serie un 10% de la carga, comenzando con un 80% del 1RM, y acabando con solo un 40-30%.

- **Superserie:** el procedimiento estriba en efectuar dos series consecutivas, con mínima pausa entre ambas, con «ejercicios distintos» que activen a grupos musculares antagonistas, por ejemplo bíceps y tríceps (superseries antagonistas), o a los mismos grupos musculares (superseries agonistas)

por ejemplo, cuádriceps. Esta suma de series se puede repetir varias veces, dejando una pausa adecuada entre las parejas de series.

Son múltiples las ventajas del entrenamiento con superseries: se consigue un gran desgaste en poco tiempo de actividad; posibilitan un aceptable estiramiento del músculo antagonista cuando el agonista está en acción, y en el caso de las superseries agonistas, permiten un desarrollo más completo del músculo entrenado, al trabajarla en la misma serie en dos formas o angulaciones diferentes.

- **Superserie prefatiga:** es una superserie que tiene por objeto, con el ejercicio de la primera serie, «aislar mediante agotamiento previo», a determinados músculos sinergistas antes de trabajar la siguiente serie. Normalmente, el ejercicio de la primera serie es analítico y el de la segunda es global. Por ejemplo para un ejercicio de media sentadilla, trabajar previamente con un ejercicio para los adductores, lo que permitiría en la segunda serie intensificar más el esfuerzo de los cuádriceps.
- **Superserie posfatiga:** la finalidad de este tipo de superserie es el desarrollo selectivo de determinados músculos. Para ello se invierten los términos de la superserie prefatiga y ahora el ejercicio global se realiza primero y después el analítico.
- **Triseries o series gigantes:** consiste en realizar tres series consecutivas (con poca pausa) de diferentes ejercicios de los mismos grupos musculares.
- **Megaseries «21»:** consiste en realizar tres series fusionadas en una (sin apreciable pausa intermedia) de 7 repeticiones cada una, realizando en la primera serie la mitad del recorrido completo del ejercicio; en la segunda serie se realiza la otra mitad del recorrido, y en la última, se hacen las 7 repeticiones con el movimiento completo.

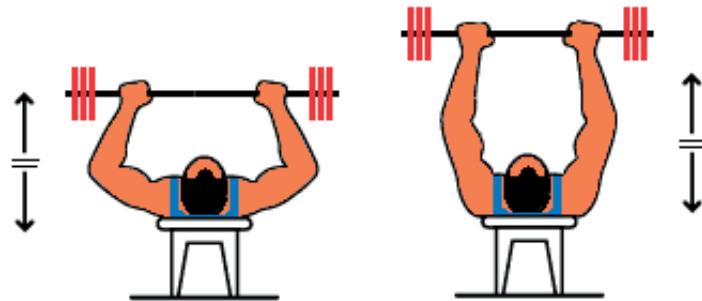
Todas estas últimas técnicas están contraindicadas para principiantes.

#### **b) Métodos isométricos**

Estos procedimientos se orientan a conseguir desarrollar la fuerza por medio de tensiones musculares isométricas, esto es, sin que en la realización de los ejercicios se modifique la longitud exterior que tuviese el músculo en la posición de partida.

Y decimos «medida exterior», porque ninguna tensión es totalmente isométrica, ya que los elementos contráctiles siempre se acortan, en estos tipos de contracción, entre un 5% y 10%, como consecuencia del estiramiento de los elementos elásticos en serie.

## Isométrico Mantenimiento de Carga



Al analizar estos métodos, la mayoría de los autores coinciden en que:

- Se produce menos ganancia de masa muscular que con los métodos isotónicos.
- Es más fácil mejorar la fuerza con estos procedimientos, en individuos sedentarios que en entrenados.
- Para obtener rendimiento en fuerza máxima, las tensiones tienen que ser máximas.
- Para tener beneficio en fuerza resistencia, se deben prolongar los tiempos de tensión y las repeticiones. Normalmente esto se logra con tensiones submáximas.
- Son procedimientos poco adecuados para el entrenamiento de fuerza-velocidad. Para alcanzar algo positivo en este aspecto, sería necesario alcanzar el nivel de tensión deseado de forma casi instantánea, y esto solo se puede conseguir con tensiones submáximas.
- El grado y tiempo de tensión tienen que ser acordes con la experiencia y nivel del atleta.
- En este tipo de trabajo se puede producir la más alta estimulación sobre la vía nerviosa.
- Los procedimientos isométricos son adecuados para el mantenimiento de la fuerza y para la rehabilitación. Tienen asimismo aplicación en el fortalecimiento específico de zonas o ángulos débiles de determinados grupos musculares.
- Permiten una alta concentración en el esfuerzo.
- El trabajo isométrico es fundamentalmente anaeróbico aláctico.
- Permite trabajar en múltiples posiciones y ángulos.
- No se precisa, necesariamente, de material muy específico para la realización de los ejercicios.
- Son métodos fáciles de aplicar.
- Es más que aconsejable, por su falta de dinamismo, el combinar en una misma sesión los trabajos isométricos con isotónicos de movimientos veloces.

- Para obtener alguna ganancia de fuerza, se necesitan al menos 5 ó 6 contracciones por grupo muscular y por sesión.
- La duración más rentable de cada tensión, es la que oscila entre los 6 y 8 segundos.
- Se considera que el trabajo activo por sesión no debe sobrepasar los 15 minutos.
- El trabajo isométrico debe ser un entrenamiento complementario, que no debe prolongarse de forma continuada más de seis semanas consecutivas.
- El volumen de entrenamiento isométrico, en relación con el volumen total de trabajo de fuerza, no debería alcanzar más del 10%.
- Se aconseja, para ampliar efectos, realizar angulaciones en los ejercicios.

#### b.1) Factores de trabajo y técnica de aplicación

En esta ocasión utilizaremos la sigla **T.e.I.T.R.A.**, para designar los factores:

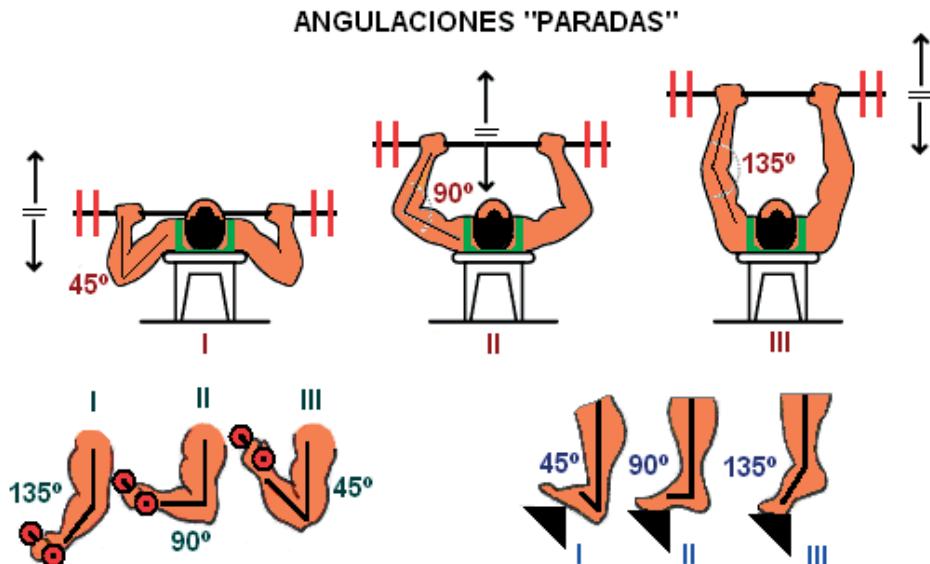
- **T.e.**- Indica el **nivel de tensión**. Se expresa en tantos por ciento de las posibilidades máximas del sujeto en el ejercicio, y se mide con dinamómetros o se aprecia subjetivamente.
- **I.**- Señala el **intervalo o pausa entre tensiones**, series o ejercicios. Se expresa en segundos y minutos.
- **T.**- Marca el **tiempo de aplicación de cada tensión**, y se determina en segundos. También bajo esta sigla se puede indicar la velocidad requerida para alcanzar el grado de tensión deseado.
- **R.**- Indica el número de **repeticiones**, expresando también las posibles angulaciones.
- **A.**- Dice de la **actitud durante las pausas**.

En cuanto a la técnica de aplicación, se aconseja el siguiente protocolo:

- Seleccionar los ejercicios.
- Elegir el nivel de tensión según objetivos y grado de preparación del atleta.
- Decidir el número de angulaciones, si procede.
- Determinar los tiempos de tensión.
- Establecer el número de repeticiones de cada ejercicio.
- Calcular las pausas entre ejercicios y angulaciones.

Referente a las angulaciones, para paliar la falta de dinamismo o buscar la posición de mayor rendimiento, se recomienda realizar cada ejercicio en dos o tres angulaciones distintas que, normalmente, difieran en 45°.

Se estima que el mayor rendimiento de fuerza se obtiene cuando se trabaja isométricamente con los ángulos abiertos.



Con respecto a la realización de los ejercicios, se aconseja partir de posiciones sólidas y estables. En caso de apoyos o agarres, asegurarse que sean firmes. Asimismo se recomienda alcanzar y cesar la tensión máxima de forma progresiva (salvo para la fuerza velocidad).

En cuanto al control de la respiración, no hay acuerdo unánime. Nosotros indicamos como más adecuado no bloquear totalmente la respiración durante el ejercicio, con el objeto de evitar bruscas y potencialmente peligrosas subidas de tensión arterial, si bien de esta manera, es cierto que muchos deportistas muestran dificultades al realizar esfuerzos cercanos al máximo por falta de esa «estabilización interna» que se consigue con el bloqueo respiratorio.

Referente a la progresión, cuando se empleen métodos isométricos, son válidas las recomendaciones que se hicieron para los métodos de movilización de cargas, con las adaptaciones que las características de la isometría imponen.

## TÉCNICA DEL SISTEMA

- SELECCIÓN DE EJERCICIOS Y NÚMERO (6 - 12 EJERCICIOS)
  - MAYOR NÚMERO DE GRUPOS MUSCULARES
  - EJERCICIOS DE "FUERZA ESPECIAL"
- REPETICIONES POR EJERCICIO (1 - 3 REPETICIONES)
- PAUSA ENTRE EJERCICIOS (DE 1 A 3 MINUTOS)
- ANGULACIONES Y PAUSAS (ENTRE 1 Y 3 ANGULACIONES) (ENTRE 10 Y 30 SEGS.)
- NIVEL DE TENSIÓN (ENTRE 3 Y 18 SEGS. LO IDEAL, ENTRE 6 Y 8 SEGS.)
- TIEMPO DE TENSIÓN
- ADAPTAR Y CESAR EN LA TENSIÓN PROGRESIVAMENTE
- NO BLOQUEAR LA RESPIRACIÓN
- POSICIONES ESTABLES, SÓLIDAS Y EQUILIBRADAS

**b.2) Procedimientos isométricos****b.2.1) Desarrollo de la fuerza máxima****Fuerza máxima isométrica**

- **T<sub>e</sub>.**- 100%.
- **I.**- De 5 a 15 segundos entre tensiones y de 1 a 3 minutos entre series o ejercicios.
- **T.**- Entre 4 y 8 segundos por tensión.
- **R.**- De 2 a 9 (1 a 3 por ejercicio, con 2 o 3 angulaciones en cada uno).
- **A.**- Ligeramente activa y ejercicios de relajación.

**b.2.2) Desarrollo de la fuerza resistencia****Fuerza resistencia isométrica I**

- **T<sub>e</sub>.**- 90%.
- **I.**- De 5 a 15 segundos entre tensiones y de 1 a 3 minutos entre series o ejercicios.
- **T.**- Entre 8 y 12 segundos por tensión.
- **R.**- De 2 a 9 (1 a 3 por ejercicio, con 2 o 3 angulaciones en cada uno).
- **A.**- Ligeramente activa.

**Fuerza resistencia isométrica II**

- **T<sub>e</sub>.**- 80%.
- **I.**- De 5 a 15 segundos entre tensiones y de 1 a 3 minutos entre series o ejercicios.
- **T.**- De 12 a 20 segundos por tensión.
- **R.**- De 2 a 9 (1 a 3 por ejercicio, con 2 a 3 angulaciones en cada uno).
- **A.**- Ligeramente activa.

**Fuerza resistencia isométrica III**

Los factores de este método son iguales que los de fuerza resistencia II, excepto en R y T. El número de repeticiones será de 2 a 5; el tiempo de tensión será «hasta la fatiga» detectada, con aproximación, por el temblor muscular que se produce en estos tipos de esfuerzos.

**b.2.3) Desarrollo de la fuerza velocidad****Fuerza velocidad «isométrica oscilatoria»**

Es un procedimiento peculiar, consistente en intentar alcanzar la tensión máxima de forma explosiva (fase de ataque) y mantenerla un breve espacio

de tiempo (fase isométrica), a continuación relajar (fase de decaimiento) e inmediatamente repetir el ciclo.

- **T<sub>e</sub>**.- De 60 al 80%.
- **I**.- 2 segundos entre tensiones y 2 minutos entre series o ejercicios.
- **T**.- 2 segundos.
- **R**.- De 8 a 18 (4 a 6 por ejercicio con 2 a 3 angulaciones en cada uno).

En resumen, estos procedimientos tienen las siguientes ventajas:

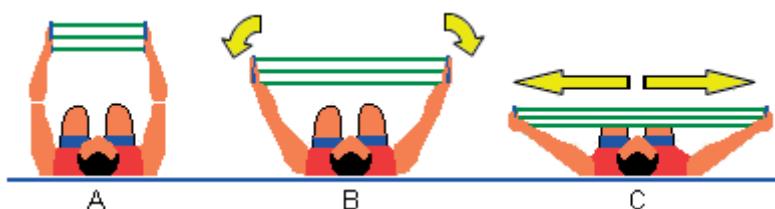
- Fácil de realizar.
- Permite trabajar en cualquier posición corporal o ángulo entre segmentos.
- Puede complementar a otros entrenamientos de fuerza.
- Es un procedimiento muy adecuado para el inicio de recuperación después de lesiones.
- Es útil como medio de mantenimiento de la fuerza.

Y también los inconvenientes:

- Es un método complementario.
- No debe utilizarse mucho tiempo.
- Interfiere a la coordinación intermuscular.

### c) **Métodos auxotónicos**

Son procedimientos que permiten esfuerzos concéntricos, isométricos y excéntricos en el mismo ejercicio. Para su realización se suelen utilizar «conjuntos de tensores elásticos». En el mercado se pueden encontrar tensores de diferentes modelos y calidades (gomas elásticas, muelles, etc.).

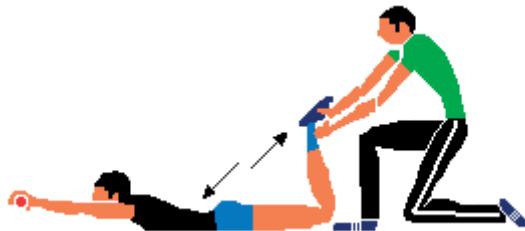


En los trabajos con estos métodos, una vez iniciado el ejercicio, se aumenta más el esfuerzo que con pesos libres, pues el tensor ofrece más resistencia cuanto más se alarga. Hay autores que también atribuyen a estos procedimientos un cierto matiz isocinético.

Los factores de trabajo son similares a los reseñados en la mayoría de los métodos de movilización de cargas, con las salvedades de que el valor de la carga se mide por la dureza o número de tensores y también de que la velocidad de ejecución, por las características de los tensores, casi nunca puede ser alta.

Se utilizan estos procedimientos para mejorar la fuerza máxima y la fuerza resistencia, con las ventajas de versatilidad en el régimen de las contracciones y posibilidad de realizar ejercicios con estructura motriz similar a la del deporte practicado.

Dentro de este grupo incluimos el MARES (Manual Acomodation Resistance Exercices), procedimiento muy usado en rehabilitación, en el que el fisioterapeuta, además de dirigir el movimiento, opone una resistencia variable en función del ángulo articular de trabajo y de las posibilidades del atleta.

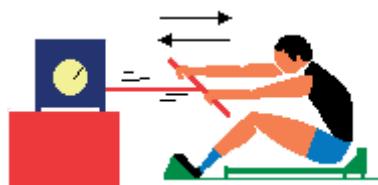


#### ***d) Métodos isocinéticos***

Para llevar a cabo estos procedimientos, es imprescindible contar con un elemento externo (máquina isocinética), que ofrezca una resistencia que se adapte al grado de fuerza y velocidad requeridas en la realización del gesto técnico, debiendo dicha máquina producir una resistencia variable, que permita mantener la velocidad constante deseada, sin que baje el grado de tensión de la musculatura protagonista.

Las máquinas actuales permiten seleccionar un amplio abanico de velocidades y niveles de tensión. Pueden conseguir la máxima tensión durante todo el ejercicio y se puede trabajar con ellas con similar eficacia en régimen concéntrico y excéntrico.

Los efectos que se logran con el entrenamiento con máquinas isocinéticas son muy variables, pero fundamentalmente se desarrollan la fuerza máxima y la fuerza resistencia.

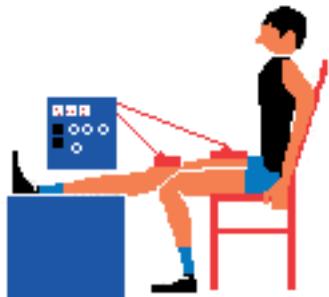


Por las características de las máquinas y afinidad con los esfuerzos requeridos, estos procedimientos son especialmente utilizados por nadadores y remeros.

#### ***e) Métodos de electroestimulación***

El procedimiento consiste en sustituir el impulso nervioso natural por otro artificial, mediante un generador eléctrico y unos electrodos que se aplican

directamente sobre la superficie de la zona muscular a activar o en la zona próxima al nervio motor.



Es un método nacido en los hospitales para la rehabilitación de lesionados, y hoy día se sigue utilizando para ese fin.

Las industrias dedicadas al equipamiento deportivo y sobre todo a la estética corporal, han lanzado al mercado toda una serie de aparatos, a veces de dudosa efectividad.

Dada su diversidad, no vamos a entrar en describirlos. Aquí solo nos limitaremos a indicar algunas de las características generales, deseables, para el entrenamiento de fuerza con electroestimulación:

- Posibilidad de estimular selectiva o globalmente a las diferentes fibras musculares.
- Capacidad de graduar la frecuencia, forma y longitud de las ondas emitidas por el generador, con el fin de conseguir los efectos deseados.
- Facultad de dosificar, con facilidad y seguridad, las intensidades, los tiempos de acción y las pausas.

Estos métodos solo se pueden considerar como procedimientos complementarios y tienen sus ventajas e inconvenientes. Como ventajas se pueden indicar:

- No se produce fatiga a nivel nervioso.
- Se puede incrementar la activación y el reclutamiento de un mayor número de fibras musculares.
- Hay posibilidad de mantener tensiones máximas durante más tiempo.
- Se puede aumentar el número de repeticiones y como consecuencia el volumen de trabajo.
- Es un esfuerzo estático e involuntario, lo que permite trabajar en la recuperación de lesiones.

Como principales inconvenientes señalamos:

- Produce ciertos trastornos en la coordinación.

- Se llega con dificultad a la musculatura no superficial.
- Por el modo de activación, puede interferir en la técnica del gesto deportivo.
- Falta de dinamismo.

Se han realizado experiencias uniendo, sincrónicamente, la electroestimulación a ejercicios de movilización de cargas y los resultados han sido favorables para el incremento de la fuerza máxima, aunque no tan claros para otros objetivos, como veremos en el capítulo 8.

La progresión con estos métodos vendrá condicionada por las características del aparato estimulador.

#### *f) Métodos pliométricos*

En todo ejercicio pliométrico, además de otras condiciones, se debe producir siempre en la musculatura protagonista, el **ciclo estiramiento-acortamiento (CEA)**.

El **CEA** (al que ya aludimos en su momento), consta de tres fases: la primera es excéntrica, seguida inmediatamente de una breve fase isométrica, para acabar con una fase explosiva concéntrica.

Con el CEA se estimula y entran en funcionamiento la capacidad contráctil del músculo, su capacidad elástica y su capacidad refleja.

- La capacidad elástica depende de la calidad de los componentes elásticos en serie y en paralelo, así como del tono, dureza o rigidez del componente contráctil.
- La capacidad refleja obedece a la sensibilidad y umbral de excitación de los husos musculares y órganos tendinosos de Golgi.
- La capacidad contráctil veloz o explosiva, depende de la morfología muscular y de la calidad de los procesos neurales que la activan.

La eficacia del CEA se basa pues en:

- Factores morfológicos (tamaño, calidad y predominio de fibras FT o ST).
- Factores nerviosos (reclutamiento, frecuenciación y sincronización).
- Factores relacionados con el estiramiento (reflejos miotáctico y tendinoso).
- Elasticidad de las estructuras.
- Factores relacionados con la técnica de ejecución de los ejercicios.

El vocablo «pliometría» tiene su origen en la palabra griega «plethyein», que significa «aumentar». Pues bien, esto es lo que se pretende con los trabajos pliométricos: ampliar las posibilidades de manifestación de la fuerza, sobre todo en fuerza velocidad, mediante un especial CEA.

Por sus características, es un procedimiento adecuado para transferir fuerza máxima a fuerza velocidad.

La primera finalidad del entrenamiento pliométrico es aumentar al máximo la eficacia del CEA. Para ello se actúa:

- Incrementando fundamentalmente la intensidad de la fase excéntrica.
- Reduciendo o manteniendo la breve fase isométrica.
- Potenciando la fase concéntrica.

Como efectos positivos del entrenamiento pliométrico se señalan:

- Mejora de todos los procesos neuromusculares.
- Incremento de la capacidad elástica y refleja.
- Aumento de transferencia de fuerza máxima a fuerza velocidad.
- Mejora de la eficiencia mecánica.

Como efecto negativo se indica la posibilidad de lesión, si se abusa de este tipo de trabajo.

Para la realización de los ejercicios no se necesita material especial, aunque existen artefactos diseñados al efecto. No obstante, se puede trabajar en pliometría con balones medicinales, plataformas de altura graduable o cualquier otro medio de fortuna.

### **Procedimientos pliométricos**

Aunque se utilizan estos métodos también para mejorar el tren superior, son los saltos o «drops» los ejercicios más utilizados en pliometría.

Empezaremos por dar unas orientaciones sobre el entrenamiento de fuerza del tren inferior mediante los «drops» o saltos pliométricos, que no son más que unos saltos intensos realizados con una técnica especial.

Los saltos pliométricos clásicos, tienen las características comunes de que se ha de partir de una altura más elevada que la zona de caída; el tiempo de contacto con el suelo tras la caída debe ser muy breve y el posterior salto debe ser explosivo.

Se definen estos ejercicios como «Saltos desde altura, para producir en la caída contracción excéntrica de la musculatura extensora, seguida de una brevíssima contracción isométrica al cambiar el sentido de la acción, para inmediatamente realizar una nueva y explosiva acción de salto (contracción concéntrica de la misma musculatura)».

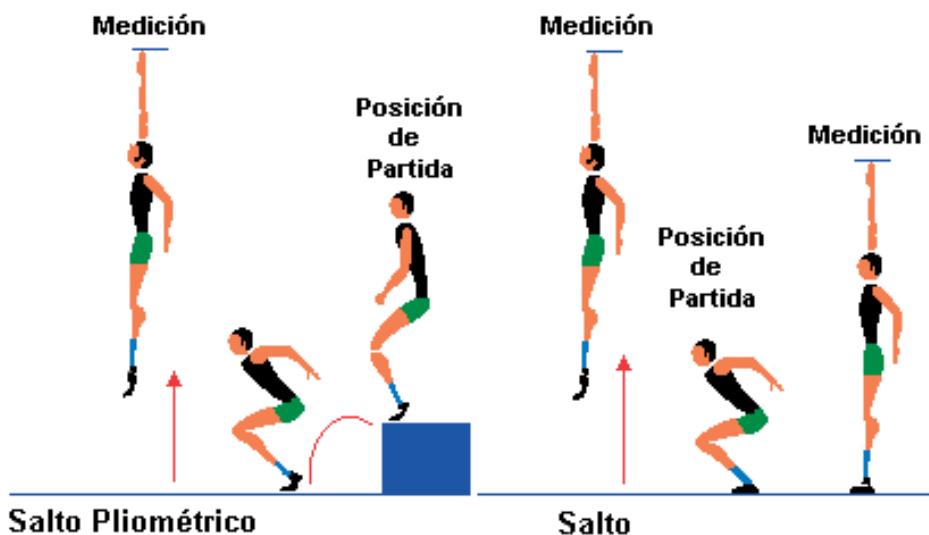
Los aspectos más importantes a considerar en los «drops» son la altura de partida con respecto a la zona de caída y las angulaciones que se deben producir en la caída.

En función de la altura de partida, se clasifican los saltos pliométricos en los siguientes niveles:

- Nivel bajo, entre 20 y 40 centímetros.
- Nivel medio, entre 40 y 60 centímetros.
- Nivel alto, entre 60 y 80 centímetros.
- Nivel máximo, entre 80 y 110 centímetros.

Para calcular aproximadamente el nivel de partida adecuado, se puede seguir el siguiente protocolo:

- Realizar el test de salto de altura «Detente» y anotar la marca.
- Ejecutar un segundo intento (ahora pliométrico), partiendo de una altura de 20 centímetros y anotar resultado.
- Continuar haciendo saltos pliométricos subiendo la altura de partida, hasta que la marca obtenida sea similar o menor que la del test de «Detente». Ese será el nivel de partida adecuado.



Una cuestión difícil es determinar el número aconsejable de saltos por sesión.

Dada la intensidad de los ejercicios y el desgaste que producen las contracciones excéntricas, aconsejamos ser muy cautos y progresivos en la realización de este tipo de ejercicios y observar como asimila el atleta el entrenamiento.

Como normas de ejecución indicamos las siguientes:

- No realizar estos ejercicios sin un calentamiento meticuloso.
- Tener en cuenta que es más importante la calidad que la cantidad de los esfuerzos.

- Ser cauto y progresivo en la aplicación de las alturas y en el número de repeticiones.
- Atender a la técnica correcta de realización de los ejercicios:
- En la caída procurar que los talones no lleguen al suelo.
- No producir mucho o lento amortiguamiento en la fase excéntrica.
- La fase isométrica ha de ser muy breve, para poder aprovechar la acción de los husos musculares.
- Los tiempos de apoyo deben ser necesariamente cortos.
- La fase concéntrica debe ser explosiva consiguiendo la altura máxima o requerida.
- Acudir a estos entrenamientos con una adecuada preparación previa. Por regla general, no se deben realizar «drops» pliométricos altos o máximos hasta que el atleta no sea capaz de levantar el doble de su peso en squat. Aún así, los efectos que se consiguen con los pliométricos altos, suelen incidir más en la fuerza máxima que en la fuerza explosiva.

Como número de saltos pliométricos, con cierta reserva, indicamos los siguientes:

Júnior: máximo 20 saltos 1 vez/semana.

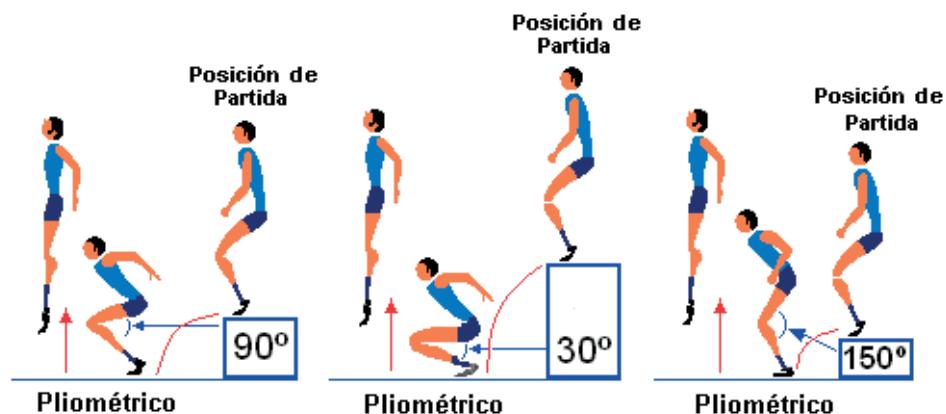
Senior: máximo 30-40 saltos 1-2 veces/semana.

Referente a la progresión en este entrenamiento:

1º, se incrementará el número de repeticiones.

2º, se elevará el nivel de partida para el salto.

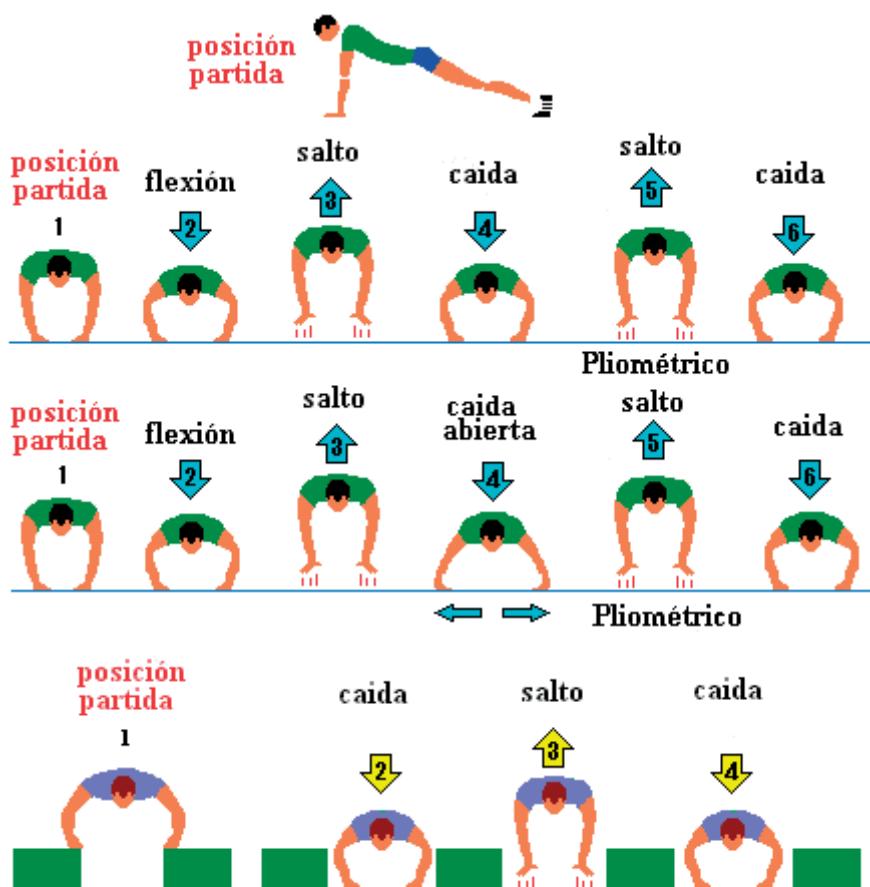
Referente a las angulaciones, se contemplan tres opciones: una que preconiza no superar en la caída los 150º en la articulación de la rodilla para puntos de partida bajos; otra que permite llegar hasta los 90º en dicha articulación, para puntos de partida medios, y excepcionalmente otra en la que puede llegar a los 30º para puntos de partida altos, aunque en esta opción se desvirtúa la esencia del salto pliométrico.



Al hilo de este argumento, queremos apuntar que hay entrenadores que aplican a saltadores *drops* de pliometría de más de 2 metros de altura. Considerando el evidente riesgo de lesión que ello comporta, si la caída se hace sobre terreno duro, se suele optar por hacerla sobre una colchoneta, cuyo efecto de amortiguación hace que el ciclo de estiramiento-acortamiento sea más lento, desvirtuando en cierta medida el carácter reactivo que por definición tiene el entrenamiento pliométrico.

Así pues, se trataría de un entrenamiento excéntrico de alta intensidad, pero no puramente pliométrico.

En el siguiente gráfico exponemos algunos ejercicios pliométricos para el tren superior.



Hay textos que denominan pliométricos a los «botes» o pequeños saltos repetidos (multisaltos). Debemos diferenciarlos, pues los botes o rebotes normalmente no tienen la intensidad ni los requerimientos técnicos de los pliométricos.

### ***g) Métodos combinados***

Son formas de entrenar en las que se asocian elementos o secuencias de diferentes métodos, en forma de series normales, superseries o series gigantes.

Las posibles combinaciones son innumerables, no solo por los diversos regímenes y métodos, sino también por la multitud de factores que se pueden asociar.

Como muestra de lo dicho, enunciamos algunas combinaciones de regímenes:

- Concéntrico más pliométrico.
- Concéntrico más excéntrico.
- Concéntrico más isométrico.
- Concéntrico más excéntrico más pliométrico.
- Concéntrico más isométrico más pliométrico.
- Excéntrico más pliométrico.
- Excéntrico más isométrico
- Excéntrico más isométrico más pliométrico.

Además de poder variar el orden de aplicación de los regímenes, también lo pueden hacer las cargas, las velocidades de ejecución, las repeticiones, las secuencias, etc.

Las infinitas combinaciones posibles requieren tener los objetivos muy claros y también ser muy selectivos a la hora de elegir los métodos, para luego aplicarlos con prudencia y rigor, pues es el único modo de regular la adecuada progresión en el entrenamiento.

### ***h) Métodos competitivos***

Bajo este epígrafe queremos reseñar, no desarrollar, algunos de los métodos de entrenamiento de fuerza destinados para mejorar algún tipo de fuerza, con objeto de competir en específicas especialidades o diseñados para desarrollar determinadas capacidades profesionales. Entre ellos señalamos la halterofilia (deporte olímpico) o el *Power Lifting*.

## **9. FUERZA EXPLOSIVA**

Por ser el tipo de fuerza que se manifiesta en la mayoría de los deportes, dedicamos a la fuerza explosiva este apartado especial.

### **9.1 DEFINICIONES Y CONCEPTOS**

Son múltiples las definiciones que hemos encontrado para describir la **Fuerza Explosiva**. Nosotros optamos aquí por las más genéricas:

«Capacidad de generar, instantáneamente, máxima tensión muscular al vencer una oposición con rapidez».

«Desarrollo de la máxima tensión muscular, desplazando la carga requerida a la máxima velocidad posible».

«Máxima manifestación de la fuerza velocidad».

«Capacidad para desarrollar la máxima potencia mecánica posible».

Para estudiar cómo se manifiesta la fuerza explosiva, es conveniente analizar cómo deben relacionarse la fuerza y la velocidad. En el siguiente gráfico se combinan fuerza y velocidad dando lugar a la típica curva de posibilidades.



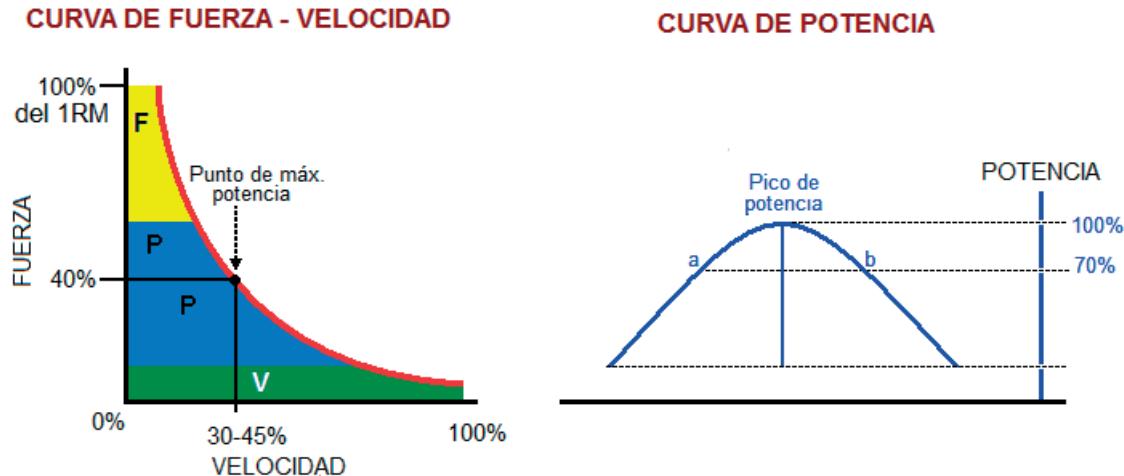
**Nos indica las posibilidades del individuo para movilizar cargas diferentes a la máxima velocidad posible**

Teóricamente, para que un gesto sea «explosivo», se debe producir una considerable e instantánea manifestación de fuerza y como consecuencia, si el gesto es dinámico, una máxima aceleración posterior acorde con las facultades del atleta.

Para que esto se produzca, es imprescindible en el ser humano una «relación óptima» entre la carga a desplazar y la velocidad de ejecución del ejercicio, que dé como resultado la máxima potencia mecánica posible.

Esa «relación óptima» está muy condicionada por las características del atleta, su nivel de entrenamiento y por la especialidad deportiva.

Analizando las curvas de fuerza-velocidad de numerosos deportistas, se llegó a la conclusión de que, al margen de la especialidad, el mayor índice de manifestación de potencia se lograba cuando la carga oscilaba entre el 30% - 40% del 1RM y la velocidad de ejecución entre un 35%- 45% de la máxima posible en el gesto sin carga.



Al estudiar conjuntamente las curvas de fuerza-velocidad (color rojo) y de potencia (color azul), se observa que se determinan tres zonas:

**Zona F** (color amarillo), en la que se engloban los esfuerzos de fuerza máxima con cargas máximas o submáximas, y que son realizados a velocidades bajas o medias.

**Zona V** (color verde), zona de velocidad, en la que se agrupan los ejercicios realizados con cargas ligeras rápidamente.

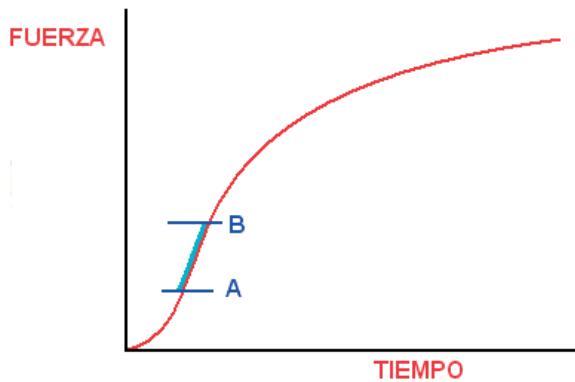
**Zona P** (color azul), en la que se incluyen todos los trabajos realizados de fuerza-velocidad, con cargas que pueden ser submáximas, medias o ligeras, ejecutados a la mayor velocidad posible, que sea capaz de desarrollar el atleta.

En esta zona observamos el pico de máxima potencia y también vemos que se pueden obtener idénticos valores de potencia con diferentes cargas y velocidades (puntos a y b), según que la rama de la curva de potencia sea ascendente o descendente.

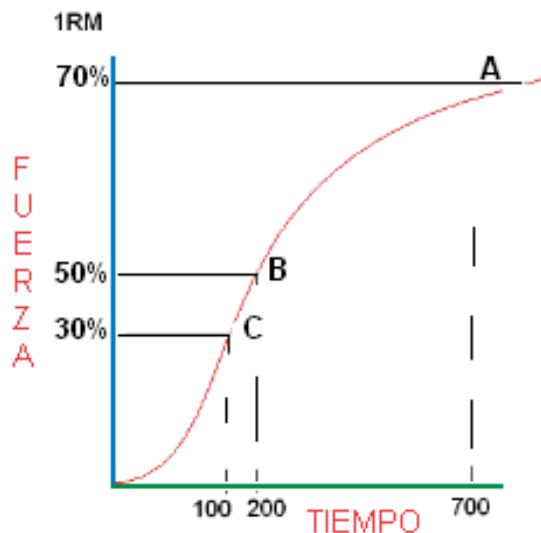
Vemos pues, que se abre una puerta en la zona P, para dar variedad a las cargas del entrenamiento sin perder la calidad necesaria, así como la posibilidad de poder insistir en las cargas más acordes con la especialidad, en el entendimiento de que se entrena para provocar adaptaciones neuromusculares que permitan, apoyándose en ellas, mejores logros en especialidades concretas.

También, en la figura siguiente, al considerar la forma clásica de la curva fuerza-tiempo, se observa que la línea entre los puntos A y B es el tramo de mayor pendiente, que corresponde precisamente a la fuerza explosiva, pues el crecimiento de la fuerza es casi instantáneo.

Esto nos lleva a deducir cuál podría ser el nivel de carga idóneo para entrenar la máxima potencia requerida, teniendo en cuenta que los entrenamientos realizados con los valores de cada zona mejorarán prioritariamente las capacidades inherentes a dicha zona.



Asimismo, analizando el ejemplo del siguiente gráfico, se observa la forma de la curva fuerza-tiempo de un atleta imaginario al movilizar unas cargas concretas a la máxima velocidad.



Se detecta, que para movilizar una carga «A» del 70% de su 1RM a su máxima velocidad, ha empleado 700 milisegundos. Sin embargo, al mover una carga «B» del 50% de su 1RM solo emplea 200 milisegundos, y una carga «C» del 30% de su 1RM solo 100 milisegundos.

Se podría deducir que si el atleta imaginario, mediante un entrenamiento de fuerza, consiguiese que la carga «A» representase el 50% de su 1RM, teóricamente pero con toda lógica, tardaría solo 200 milisegundos en moverla, con lo que habría aumentado su fuerza velocidad, con esa carga. Algo parecido se podría vaticinar con la carga «C».

Salvo en los gestos «puros» de fuerza o velocidad, de las zonas F y V, (ver curva de potencia), la fuerza explosiva se puede manifestar con cualquier carga, y

su entrenamiento vendrá determinado por la especialidad deportiva, con tres posibles objetivos:

- Mover más carga a la misma velocidad (siempre alta).
- Mover la misma carga a más velocidad (siempre alta).
- Mover más carga a más velocidad (siempre alta).

Por lo general, en casi todos los deportes lo que se busca es reducir el tiempo necesario para aplicar la máxima o adecuada fuerza en el gesto técnico.

Como ya hemos recalcado, la fuerza y la velocidad mantienen, inexorablemente, una relación inversa en su manifestación: «A mayor velocidad, menos fuerza se puede表现ar y viceversa», y también que cuanto más fuerza se posea, existe la posibilidad de desplazar la carga con más facilidad y como consecuencia, a lo mejor, con más rapidez.

Desde un punto de vista teórico y apoyándonos en la física elemental, deducimos algunas estrategias para mejorar la fuerza-velocidad y en último extremo, la fuerza explosiva (pues esta no es más que un matiz de aquella), se podría partir de la igualdad:

$$F \times t = M \times V \quad \text{ó también, } V = \frac{F \times t}{M}$$

Fórmula que indica que el impulso mecánico es igual a la cantidad de movimiento, y a continuación seguir varios caminos para incrementar el valor de V:

- Aumentar el tiempo (t) de aplicación de la fuerza (normalmente limitado por la técnica del ejercicio).
- Reducir la masa (M) a desplazar (imposible, en la mayoría de las ocasiones, por el reglamento en caso de lanzamientos o limitada por el restringido margen de pérdida de peso corporal, en el caso de los saltos).
- Incrementar sin más, la velocidad del gesto (V) (también condicionada por la dificultad de mejoras sustanciales en la velocidad).
- Ampliar la fuerza (F), siempre que se pueda transferir a los requerimientos de la especialidad (estrategia más posible, dado que la ganancia de fuerza tiene más margen de incremento).

## 9.2) PROCEDIMIENTOS PARA ENTRENAR LA FUERZA EXPLOSIVA

De las consideraciones hechas anteriormente, se deduce que para mejorar la fuerza explosiva, se puede actuar sobre sus dos componentes básicos:

- La fuerza máxima
- La velocidad.

Ya que por razones genéticas, con el entrenamiento, la fuerza máxima suele tener más posibilidad de mejora que la velocidad, sería absurdo el renunciar o minimizar una actuación ponderada sobre la fuerza. Se recomienda pues, cubrir varias etapas para mejorar la fuerza explosiva:

- 1<sup>a</sup> Etapa de acondicionamiento, donde se intentará ampliar la fuerza básica.
- 2<sup>a</sup> Etapa de desarrollo de fuerza máxima y fuerza velocidad.
- 3<sup>a</sup> Etapa de entrenamiento específico y de transferencia de la fuerza máxima a fuerza explosiva.

Las tendencias actuales son las de una vez superada la 1<sup>a</sup> etapa, combinar los trabajos de fuerza máxima o fuerza velocidad con los de fuerza explosiva, realizando, en la misma sesión, los ejercicios de fuerza explosiva inmediatamente después de los de fuerza máxima-fuerza velocidad, o alternándolos en las mismas series.

También algunos entrenadores aconsejan el alternar los trabajos, pero en sesiones sucesivas, es decir, a una sesión de fuerza máxima-fuerza velocidad debe seguir otra de fuerza explosiva.

Tanto con un modelo como en otro, los entrenamientos específicos de fuerza explosiva deben cumplir las siguientes condiciones:

- La velocidad de ejecución de los ejercicios debe ser siempre la máxima posible, pues dada la influencia determinante de la actividad neural, hacer los ejercicios a menos velocidad influirá negativamente sobre el desarrollo de la fuerza explosiva.
- Las cargas a emplear deben estar muy relacionadas con las de la especialidad deportiva. Se aconseja que varíen poco por defecto o exceso de las de competición. También se pueden combinar ejercicios con carga competitiva con otros sin carga.
- Los ejercicios deben tener íntima relación con la estructura de los gestos técnicos de competición. De ahí que el entrenamiento de fuerza explosiva sea tan específico.
- En lo referente a las pausas y tiempos de recuperación, por sus características, se recomienda intercalar frecuentes pausas y aumentar el tiempo de las mismas. Probablemente sea el entrenamiento de fuerza que más tiempo necesita de recuperación.

## **10. PLANIFICACIÓN DE LA FUERZA**

Son válidos todos los conceptos indicados sobre planificación, en el capítulo 2º, BASES DEL ENTRENAMIENTO.

**a) Análisis de la prueba**

Si repasamos el estudio de los factores en lo referente al análisis de la prueba, habrá que determinar qué tipo de fuerza se manifiesta en ella y si los requerimientos de fuerza son altos, medios o bajos para un buen rendimiento.

Esto nos obliga a examinar las características del deporte desde el prisma de la fuerza, explorando exhaustivamente los esfuerzos en diversos aspectos, tales como si se produce carga externa o no, si las acciones de fuerza son cortas, duraderas, lentas, veloces, explosivas, reiterativas, mantenidas, reactivas, etc.

**b) Análisis del atleta**

En el estudio del atleta, hay que deducir en qué medida el deportista posee el nivel y tipo de fuerza requerido para la prueba, y sobre todo, sus carencias y necesidades de entrenamiento.

**c) Análisis de tiempo y medios**

En el análisis del tiempo y medios, hay que dilucidar en qué grado son suficientes o adecuados al binomio atleta y prueba.

De la confrontación de todos los factores se obtendrá un diagnóstico y se podrán emitir pronósticos materializados en objetivos a alcanzar.

Dadas las características de la calidad fuerza, es conveniente a la hora de planificar, atender a las siguientes consideraciones:

- En los entrenamientos de fuerza, sean del tipo que sean, las adaptaciones se producen en relativos cortos espacios de tiempo. Lo primero que se produce es una adaptación a la técnica de los ejercicios y una mejora en la coordinación intermuscular. Para que se produzca una adaptación morfológica apreciable, es necesario un mínimo de dos semanas de entrenamiento. Las adaptaciones neuronales significativas, requieren al menos cuatro semanas de entrenamiento continuado.
- Es aconsejable atender escrupulosamente a los tiempos de recuperación y ser muy progresivo en los trabajos de fuerza, para evitar lesiones y para una mayor estabilidad de las adaptaciones.
- Para el entrenamiento de cada especialidad se deberán seleccionar los métodos más adecuados y los ejercicios más acordes.

En la planificación de la fuerza, los ejercicios se dividen en:

- Ejercicios generales
- Ejercicios especiales
  - Dirigidos
  - Competitivos

**Los ejercicios generales** se orientan a activar la mayoría de los grupos musculares. No tienen por qué guardar relación con la especialidad deportiva. Su objetivo es desarrollar y fortalecer por igual a todo el organismo, para evitar desequilibrios (frecuentes en los entrenamientos específicos de fuerza).

Normalmente se realizan estos ejercicios en la preparación general de fuerza, que suele coincidir con el período preparatorio general de la planificación tradicional.

**Los ejercicios especiales** se establecen para potenciar una determinada musculatura, de diferentes formas mediante:

- Los ejercicios **dirigidos**, que se establecen para movilizar, de forma esencial, a la musculatura implicada en la especialidad. Su ejecución no tiene que adaptarse necesariamente a la técnica del deporte en sí. Estos ejercicios se realizan en el período preparatorio específico y en el período competitivo.
- Los ejercicios **competitivos**, que deben activar los grupos musculares en forma y tiempos muy similares a la técnica deportiva. Se realizan estos esfuerzos en el período preparatorio específico y en el período competitivo.

Aunque se siga la planificación tradicional y debido a que las adaptaciones de la fuerza se producen de una forma más temprana, los períodos son más cortos, por lo que no es extraño que se repitan los macrociclos de entrenamiento más de una vez por temporada.

Se recomienda, en todos los períodos, simultanear los trabajos de fuerza con los de flexibilidad. Asimismo, se aconseja que el trabajo técnico «acompañe» al trabajo físico, pues el crecimiento de la fuerza obliga a adaptar el gesto técnico a un más avanzado nivel de realización.

El entrenamiento se organiza también en macrociclos, mesociclos, microciclos y sesiones.

- Las **sesiones**, como es sabido, constan de calentamiento, parte fundamental y vuelta a la calma. En la parte fundamental de la sesión se suelen combinar ejercicios fundamentales con complementarios y puede ser muy compleja de planificar si no se tiene muy claro cuál es el objetivo principal de la sesión, pues hay que manejar diferentes ejercicios, intensidades, repeticiones y modelos de progresión.

- Los **microciclos**, normalmente utilizan la «semana» como estructura, y dentro de ella, distintas frecuencias de entrenamiento que oscilan entre una o dos sesiones a seis sesiones semanales (en este caso se alternan los grupos musculares a trabajar, de una sesión a la siguiente inmediata).
- Los **mesociclos**, suelen ser cortos, con un máximo de cuatro semanas, debido a que las adaptaciones son más rápidas y también para evitar estancamientos.
- Los **macrociclos**, varían en función de los requerimientos de fuerza de la especialidad y de las características del período competitivo.

Uno de los modelos es repetir el ciclo dos o tres veces en la misma temporada, haciéndolo de forma consecutiva o con tiempos intermedios de transición. Veamos algunos ejemplos:

### Ejemplo A

#### 1er Macrocielo:

- Trabajos de fuerza general.
- Trabajos de fuerza dirigida.
- Descanso.

#### 2º Macrocielo:

- Trabajos de fuerza dirigida.
- Trabajos de fuerza competitiva.

### Ejemplo B

#### 1er Macrocielo:

- Trabajos de fuerza general y resistencia de fuerza.
- Trabajos de fuerza máxima.
- Trabajos de fuerza velocidad.

#### 2º Macrocielo:

- Trabajos de fuerza máxima y fuerza velocidad.
- Trabajos de fuerza explosiva específica.

### Ejemplo C

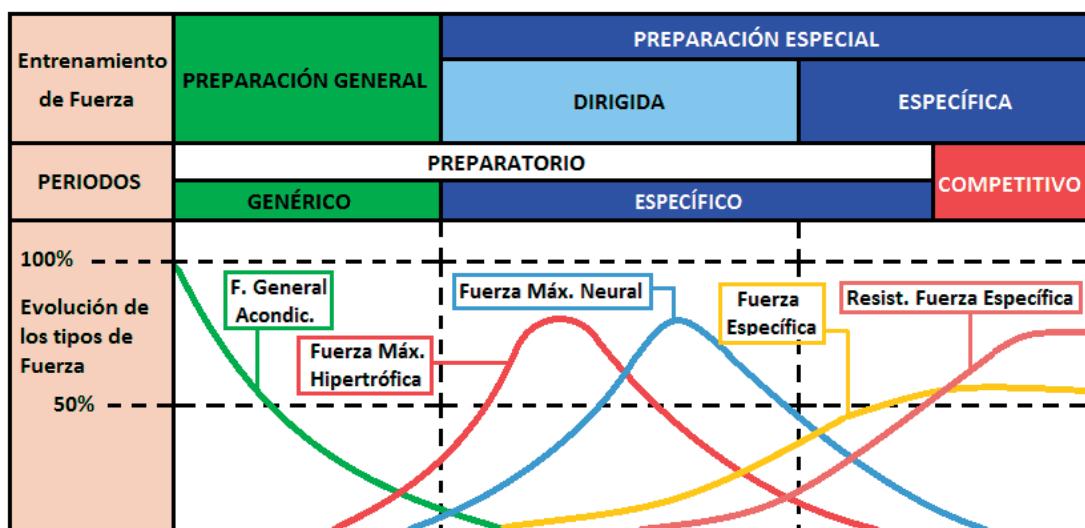
#### 1er Macrocielo:

- Trabajos de fuerza general.
- Trabajos de fuerza máxima y fuerza específica.
- Trabajos de fuerza específica y resistencia de fuerza específica.

Las combinaciones de regímenes de trabajo, las posibles agrupaciones de métodos y las probables variaciones de volumen e intensidad de los esfuerzos, todo en función de la especialidad deportiva, hacen inviable dar pautas concretas de planificación de esta cualidad.

A continuación exponemos unos esquemas generales que pueden ayudar a la planificación de la fuerza.

### EVOLUCIÓN DE LOS TIPOS DE FUERZA



### DIVISIÓN DE PERÍODOS

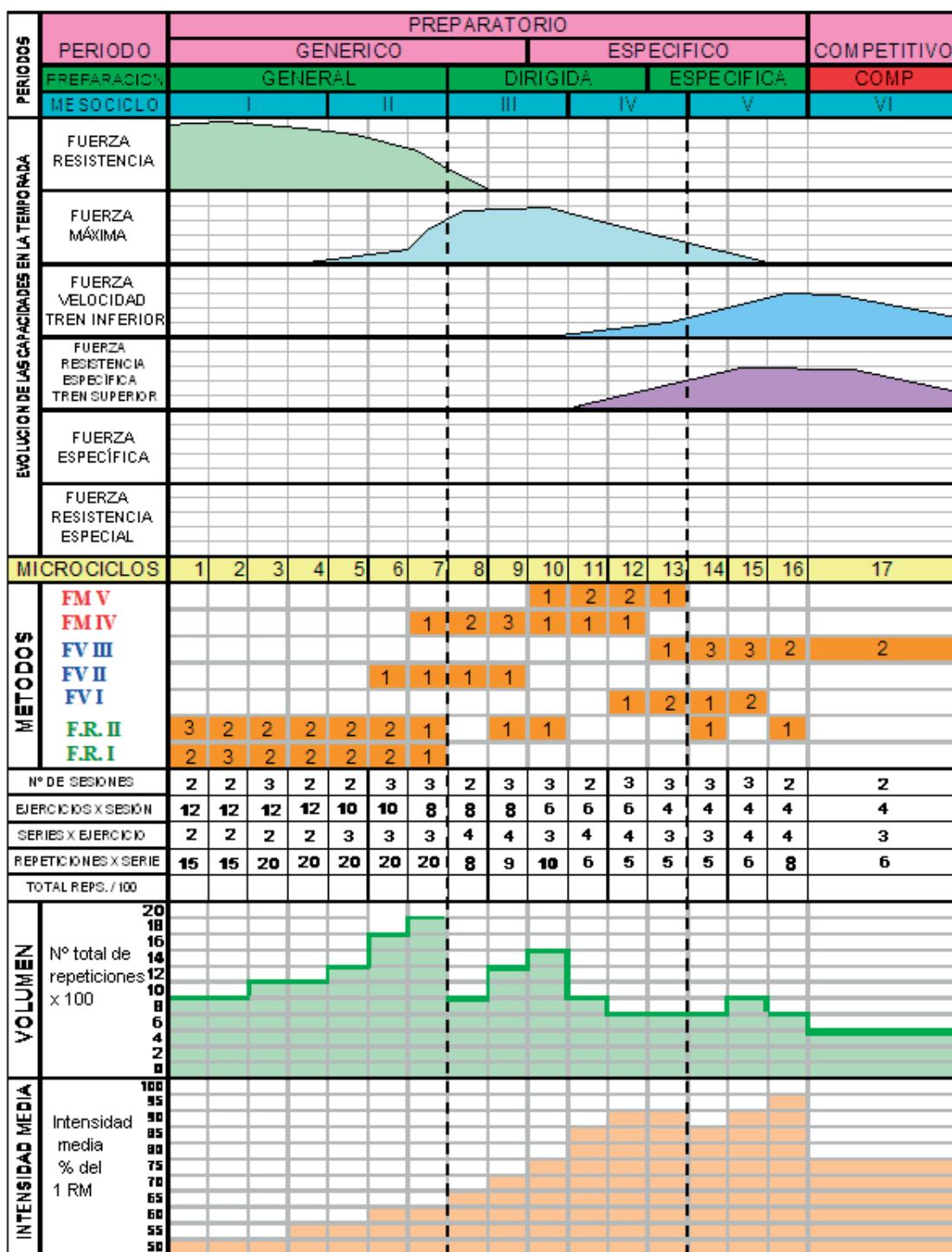
Entrenamiento de FUERZA	PREPARACION GENERAL		PREPARACION ESPECIAL	
	BASICA GENERAL ACONDICIONAMIENTO		DIRIGIDA	ESPECÍFICA
Ejercicios	GENERALES	DIRIGIDOS	ESPECÍFICOS	COMPETICIÓN
Tipo de Fuerza	BASICA-GENERAL RESIST. DE FUERZA	F. MÁXIMA, F.-VELOCIDAD, F. EXPLOSIVA	F. MÁXIMA Y F.-VEL. F. EXPLOSIVA	RESIST. FUERZA ESPECÍFICA
Flexibilidad	+	+++	+++	++
Técnica	+	++	+++	+++
Períodos	PREPARATORIO			COMPETITIVO
	GENÉRICO	ESPECÍFICO		
Tiempos Orientativos	4-5 SEMANAS	4-5 SEMANAS	3-5 SEMANAS	2-3 SEMANAS

## CLASIFICACIÓN DE LOS DEPORTES POR SU MANIFESTACIÓN DE LA FUERZA (COE)

	FUERZA ACTIVA MÁXIMA	FUERZA EXPLOSIVA			FUERZA REACTIVA
		CARGAS ALTAS	CARGAS MEDIAS	CARGAS LIGERAS	
BALONCESTO	+/++		+	++	+/++
BALONMANO	++		++	+/++	+/++
CARRERA CORTA	++		++	+	+/++
ESGRIMA	++		++	++	+
FÚTBOL	+/++		+/++	++	+
GIMNASIA DEPORT.	+++		++	++	+++
GIMNASIA RÍTMICA	+			+	++
HALTEROFILIA	++++	++++	++		+
HOCKEY HIERBA	+/++		+/++	++	+
JUDO	+/++	+	++	+	+/-
LANZAMIENTOS	+++	+/++	+/++	+	+/++
NATACIÓN FONDO	+		+	+	+/-
NATACIÓN VELOC.	++		++	++	+
PIRAGÜISMO	+++	++	++	+	
REMO	+++	++	++	+	
SALTOS	++		+++	+	++++
TENIS	+		+/++	++	
VOLEIBOL	+/++		+	++	+

El número de crucecitas indica los requerimientos de fuerza de las distintas especialidades: + requerimiento bajo, ++ requerimiento medio, +++ requerimiento alto, ++++ requerimiento muy alto.

## Gráfico de un hipotético plan general





# CAPÍTULO QUINTO

## LA VELOCIDAD

### 1. CONCEPTO Y DEFINICIONES

La Física define la **Velocidad** como la «Relación que existe entre el espacio recorrido por un móvil y la unidad de tiempo».

Evidentemente, este es el concepto más amplio, sin embargo no encaja totalmente en el contexto deportivo, ni tal como se concibe la velocidad en el entrenamiento físico, de ahí que haya que buscar otras definiciones, con el fin de aquilar más los conceptos. Empezaremos por distinguir entre velocidad relativa y velocidad absoluta.

#### **Velocidad relativa**

Se entiende como la «Capacidad de realizar gestos, movimientos o recorridos en el menor tiempo posible».

Este tipo de velocidad se relaciona siempre con la prueba o esfuerzo a realizar, y aunque indica que el esfuerzo debe realizarse en el menor tiempo posible, admite que el atleta, en muchos casos, dosificará sus energías con objeto de poder terminar la prueba.

Así, resulta confuso decir que un corredor de fondo es rápido o veloz porque consigue un buen registro en su prueba, cuando en realidad su cualidad más destacada es la resistencia.

#### **Velocidad absoluta**

Se conoce como la «Capacidad de realizar acciones motoras con eficacia, sin ahorro consciente de energías, en el mínimo tiempo posible».

Esta última definición se aproxima más a lo que entendemos por velocidad deportiva, ya que introduce aspectos como el no-ahorro de energías, eficacia y brevedad en las acciones.

Entendemos, por tanto, que la velocidad absoluta solo se puede expresar completamente en acciones donde el rendimiento máximo no esté limitado por cansancio, falta de implicación total o por la ineficacia de los gestos.

La velocidad absoluta se manifiesta, aún cumpliendo con lo definido, de muy diferentes formas según la especialidad deportiva.

No es la misma manifestación de velocidad la del tirador de esgrima, que la del futbolista o la del corredor de cien metros lisos, ni es lo mismo la velocidad de un gesto realizado con una mano, que la velocidad de una acción realizada con todo el cuerpo. Tampoco es lo mismo el realizar una acción de gesto único, que una de gestos encadenados o repetidos.

Se debe considerar además, que la velocidad casi nunca se presenta en la práctica del deporte, como una cualidad aislada o pura, sino que más bien la encontramos, en mayor o menor grado, relacionada con la técnica de la especialidad deportiva y con otras cualidades físicas básicas y derivadas.

## **2. FACTORES GENERALES DE LA VELOCIDAD**

Definimos como **Factores**, aquellos elementos que determinan o condicionan el desarrollo o manifestación de esta cualidad. Entre ellos destacamos:

### **2.1 FACTORES GENÉTICOS**

El más importante es el «talento», entendiendo como tal la predisposición natural o capacidad innata para la realización de gestos veloces.

También el sexo del ejecutante. Aunque no se han apreciado diferencias entre sexos en lo referente a la capacidad para la realización de movimientos veloces, se registran notables diferencias en los resultados de determinadas disciplinas, estimándose que es más por la relación que la velocidad tiene con la fuerza, cualidad más dominante en el hombre, que por la velocidad en sí.

Y también hay que considerar dentro de estos factores el biotipo, sin que todavía se hayan definido las proporciones más adecuadas para el velocista, variando de una disciplina a otra.

## **2.2 FACTORES EVOLUTIVOS Y DE APRENDIZAJE**

En estos hay que contemplar la edad, la técnica adquirida y el nivel de entrenamiento.

## **2.3 FACTORES PSÍQUICOS**

Destacan las capacidades de concentración, activación y relajación.

## **2.4 FACTORES CIRCUNSTANCIALES Y AMBIENTALES**

Son muy diversos, pero hay que tenerlos en cuenta, pues afectan notablemente en los resultados. Destacamos el estado de salud, la fatiga, el sueño, la hora del día, la temperatura ambiente, la altitud, etc.

## **2.5 FACTORES NERVIOSOS**

Constituidos por las vías y centros nerviosos responsables de la percepción y transmisión de estímulos, así como de la coordinación intramuscular e intermuscular.

## **2.6 FACTORES MUSCULARES**

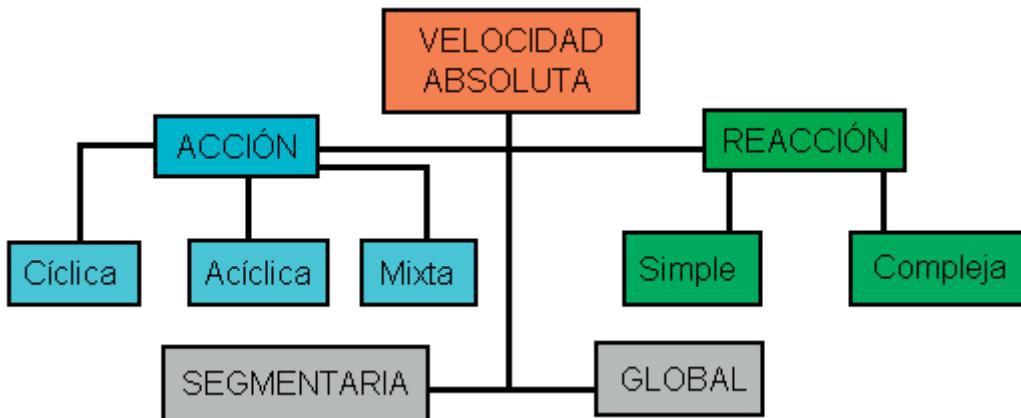
Son una serie de factores que facilitan el desarrollo de la cualidad, tales como el porcentaje favorable de fibras rápidas FT; la ajustada elasticidad muscular; una menor viscosidad intramuscular; los suficientes depósitos energéticos específicos, y un tono muscular adecuado.

Los gestos más o menos veloces son consecuencia de la permanente relación encadenada de la mayoría de los factores mencionados.

## **3. CLASIFICACIÓN DE LA VELOCIDAD**

Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente y la diversidad de matices encontrados en la bibliografía consultada, creemos que lo más útil es identificar la cualidad velocidad con el concepto de velocidad absoluta, y analizar a continuación sus diferentes aspectos expresados en el siguiente cuadro sinóptico, en el que se expresan las diversas formas de velocidad.

Hacemos la salvedad de que determinadas clases de velocidad pueden recibir distintos apelativos, pero en realidad el concepto es el mismo.



### 3.1 VELOCIDAD DE REACCIÓN

Se identifica con el «tiempo de reacción» y es el tiempo que transcurre desde que el individuo (consciente o inconscientemente, de forma voluntaria o refleja), «decide» realizar un gesto, hasta que la acción se inicia. En otras palabras, es el tiempo transcurrido desde que se produce un estímulo hasta que se inicia una respuesta motriz (una reacción mecánica apreciable).

El tiempo de reacción se suele medir en centésimas o milésimas de segundo, y es el resultado de la suma de los tiempos parciales que se pueden invertir en:

- La excitación de los órganos receptores.
- La transmisión aferente de los estímulos y en la elaboración de la respuesta.
- El tiempo empleado en la transmisión nerviosa eferente y en la excitación de las fibras musculares correspondientes.

El tiempo de reacción es poco entrenable por su marcado carácter genético y varía considerablemente según las siguientes circunstancias:

- Si la reacción esperada es consecuencia de una decisión voluntaria o inducida. Indudablemente, el tiempo de reacción es menor cuando el individuo decide voluntariamente actuar, que cuando el desencadenante es un estímulo exterior, aunque sea esperado.
- El tipo de órgano receptor estimulado: el tiempo de reacción es menor cuando los estímulos se reciben por vía auditiva, que por vía táctil o visual.
- La cantidad de órganos receptores estimulados: a mayor número de órganos excitados, menor es el tiempo de reacción.
- La duración e intensidad del estímulo: varía el tiempo de reacción según el tipo de señal, o que esta sea débil o fuerte, o corta o larga, no existiendo una proporción lineal.
- Los miembros que deben responder al estímulo: se ha comprobado que las extremidades superiores responden antes que las inferiores.

- Las características del individuo: su «talento», morfología, edad, nivel técnico y de entrenamiento, influyen también en los tiempos de reacción.
- Grado de fatiga y estado de salud: en situaciones de cansancio o enfermedad, el tiempo de reacción aumenta de forma importante.
- La predisposición para la acción: la adecuada posición de los segmentos corporales, el conocimiento de la respuesta y de la señal desencadenante, la concentración y el nivel de advertencia mejorarán (disminuirán) los tiempos de reacción.

### Clases de velocidad de reacción

Distinguimos dos clases de velocidad de reacción:

- Simple
- Compleja o discriminativa.

La **simple** es la producida cuando el individuo conoce y recibe un solo tipo de estímulo, y solo tiene posibilidad de una respuesta. Es el caso del corredor en una salida de atletismo.

La **compleja** se desarrolla cuando puede haber más de un estímulo o posibilidad de varias respuestas, contemplándose varias situaciones:

- A) El individuo recibe varios estímulos y debe decidir entre varias respuestas. Es el caso del jugador de baloncesto que, en la defensa en zona, tiene que atender a los movimientos de los adversarios, a los de los compañeros y al balón.
- B) El jugador puede recibir diferentes estímulos, pero solo debe ejecutar una respuesta. Se puede producir esta situación en una táctica preconcebida de contraataque en balonmano, donde un jugador tiene la orden de salir rápidamente por su banda hacia el campo contrario, en el momento en que, por cualquier circunstancia, el equipo adversario pierde o pueda perder la posesión el balón.
- C) El atleta debe estar atento a un único estímulo, pero tiene que elegir entre diferentes respuestas. Es el proceso de decisión del portero de fútbol ante el lanzamiento de un penalti.

En la mayoría de los deportes, estas situaciones se presentan reiteradamente, conllevando un notable esfuerzo y fatiga para el sistema nervioso. Por eso hay autores que especulan sobre la necesidad de entrenar, específicamente, la «resistencia de la velocidad de reacción».

A su vez, estas dos clases de velocidad de reacción pueden ser de dos tipos:

- **Segmentaria**, cuando solo es un miembro o un segmento corporal el que debe responder.
- **Global**, cuando la respuesta debe hacerla todo el cuerpo.

Aunque la velocidad de reacción, por su carácter hereditario, es poco entrenable, también es cierto que con el entrenamiento específico se mejoran los tiempos de reacción. Esto se debe sobre todo, al desarrollo de la capacidad de anticipación de la respuesta, porque con la repetición de situaciones de «señal-respuesta», se llegan a «intuir» determinados estímulos o señales, antes de que realmente se produzcan.

### 3.2 VELOCIDAD DE ACCIÓN

Se identifica con el «tiempo breve de acción», y es el tiempo que transcurre desde que se inicia la respuesta motora, hasta que concluyen los movimientos deseados o requeridos.

La velocidad de acción depende fundamentalmente de la rapidez gestual y en su caso, de la rapidez «frecuencial» cuando el gesto demanda reiteración.

También depende de otros aspectos, entre los que destacamos:

- A) La fuerza necesaria, acorde con la amplitud y rapidez de los gestos a realizar.
- B) La técnica o habilidad específica para la acción pretendida.
- C) Los factores circunstanciales, como fatiga, salud, etc.

#### Clases de velocidad de acción.

Tal como indicamos en el cuadro sinóptico, diferenciamos tres clases de velocidad de acción: La velocidad de acción cíclica, la velocidad de acción acíclica y la velocidad de acción mixta.



### a) **Velocidad de acción acíclica**

Se define como la «Capacidad de realizar un determinado gesto, sin ahorro de energías, en el más breve y mínimo tiempo posible».

Se caracteriza por un rápido incremento de la velocidad del movimiento desde la posición de partida, que puede ser estática o dinámica, hasta la terminación del gesto.

Existen multitud de gestos a englobar en este grupo. Como no es cuestión de profundizar en este aspecto, solo indicaremos que se reconocen como acciones acíclicas aquellas en las que los gestos no se repiten necesariamente.

Dentro de estas acciones veloces se pueden considerar las de gesto **único**, como la salida en atletismo, el directo en boxeo o el saque en tenis; y las de gestos **encadenados**, como el lanzamiento de disco en atletismo.

Esta clase de velocidad también se la identifica con conceptos tales como rapidez o velocidad gestual.

Cuando los gestos acíclicos se reiteran con pequeñas pausas, que no permiten la recuperación, se incide en lo que se llama «resistencia de velocidad acíclica».

### b) **Velocidad de acción cíclica**

Se entiende como la «Capacidad de repetir, con eficacia, unos determinados gestos el mayor número de veces, en el menor tiempo posible». También a este tipo de velocidad se la conoce como «velocidad frecuencial».

En el campo deportivo es habitual identificar la velocidad de acción cíclica con la velocidad de desplazamiento global o velocidad de locomoción. En este caso se consideran dos aspectos:

- La aceleración
- La velocidad máxima

El proceso de **aceleración cíclica**, consiste en un rápido incremento de la velocidad de desplazamiento, mediante gestos repetidos, desde la posición de partida hasta terminar la acción o hasta alcanzar la velocidad máxima.

La **velocidad máxima cíclica**, es la capacidad de conseguir el mayor número de repeticiones del gesto, y en su caso, con el mayor desplazamiento global, en el menor tiempo posible. Para que se produzca, suele ser necesaria la aceleración previa, y a partir de ahí, se alcanza la velocidad máxima cuando la aceleración y la desaceleración son nulas.

Cuando las acciones de aceleración y de velocidad máxima se reiteran o prolongan, se incide en lo que se ha venido a llamar «resistencia a la aceleración» y «resistencia a la velocidad máxima».

### c) **Velocidad de acción mixta**

Es el tipo de velocidad que nos encontramos en la mayoría de los deportes. Es una velocidad donde se mezclan fases de velocidad acíclica con otras de velocidad cíclica. Para soportar acciones repetidas de este tipo de velocidad, es preciso poseer también una específica resistencia a la velocidad.

## **4. EVOLUCIÓN DE LA VELOCIDAD CON LA EDAD**

Al igual que en las otras cualidades, la velocidad en el individuo sigue un proceso de crecimiento, estabilización y deterioro.

La evolución de la velocidad está muy ligada a la evolución de los «factores generales» que la determinan. Los grados de crecimiento, madurez y declinamiento de los mismos, marcarán la trayectoria de esta cualidad, pero al estar tan relacionados unos con otros, la mínima alteración de cualquiera de ellos influirá notablemente sobre la cronología de evolución y mejora de esta cualidad. De ahí que las secuencias publicadas sobre el desarrollo de los diferentes aspectos de la velocidad, no sean más que estimaciones orientativas y siempre muy relacionadas con la especialidad deportiva.

En lo que sí están de acuerdo casi todos los entrenadores, es en la necesidad de actuar en las fases «sensibles» de crecimiento neural, muscular y psíquico, para poder formar adecuadamente al velocista.

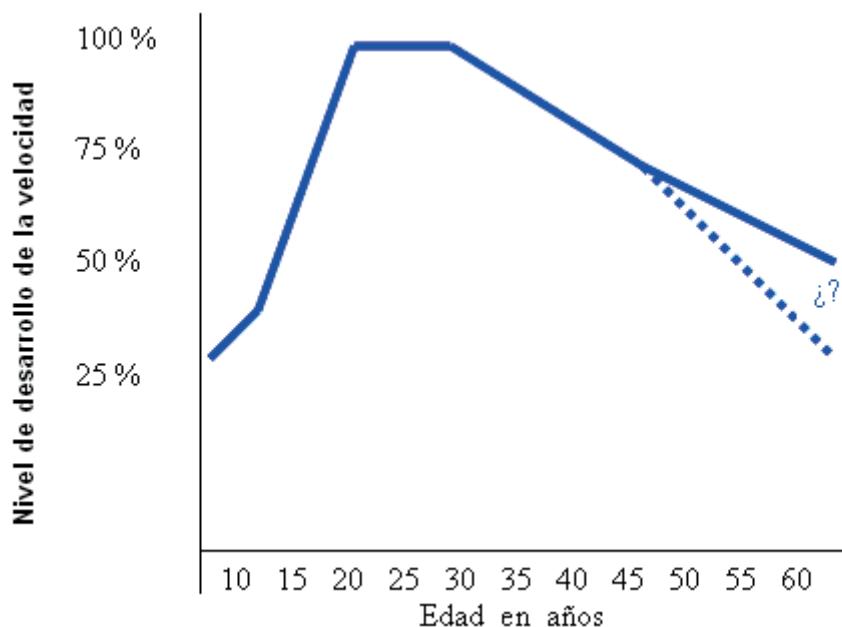
Referente a la velocidad, se estiman como «fases sensibles»:

- La prepubertad (entre los nueve y doce años), en lo referente a las capacidades neural y psíquica, para mejorar los aspectos de velocidad de reacción y velocidad frecuencial.
- La pospubertad (entre los trece y diecisiete años), para aumentar la capacidad muscular y para desarrollar las facultades de aceleración y velocidad máxima.

El siguiente gráfico informa, de forma general, sobre la evolución de la velocidad.

En él vemos un claro ascenso desde la niñez hasta que se alcanza la madurez, estimada alrededor de los veinte años. A partir de esa edad se observa una fase de estabilización, más o menos prolongada y condicionada por la especialidad deportiva, para a continuación pasar, inexorablemente, a una fase de declinación.

miento, consecuencia de la disminución de las capacidades neuromusculares para este tipo de esfuerzos.



## 5. LAS VÍAS ENERGÉTICAS DE LA VELOCIDAD

La velocidad absoluta, tal como la hemos definido, requiere un inmediato máximo flujo de energía por unidad de tiempo.

Esto solo es posible si la fuente energética y vía predominante, es la anaeróbica aláctica, que como sabemos, utiliza como sustratos los depósitos de ATP y CP musculares.

El problema surge cuando se pretende prolongar los esfuerzos de velocidad más de 6 - 8 segundos, pues los depósitos de fosfágeno disminuyen drásticamente y es necesario usar también la vía anaeróbica láctica, con objeto de suministrar la energía necesaria a los músculos, conllevoando un aumento de los residuos de lactato por encima de los 6 mmol, que terminan por menguar el rendimiento en velocidad.

Con entrenamiento, se pueden incrementar los depósitos de CP en más de un 60%, debido a que las fibras FT, principales protagonistas de los trabajos de velocidad, tienen la facultad de almacenar más CP que las ST, con lo que se puede aumentar el tiempo de acción en velocidad.

Además, está constatado que el entrenamiento adecuado mejora la actividad enzimática específica, lo que permite incrementar y mantener la velocidad de las contracciones musculares.

## **6. FATIGA Y RECUPERACIÓN EN LOS TRABAJOS DE VELOCIDAD**

Al describir los factores que influyen en la manifestación de la velocidad, indicábamos que la fatiga era un aspecto altamente perjudicial, pues sus efectos además de producir pérdida de la velocidad de acción, influyen negativamente en la concentración, causan imprecisión en el gesto y aumentan el tiempo de reacción.

En las acciones de velocidad, la fatiga puede tener distintos orígenes y presentarse de diferentes formas.

- Central
- Periférica
- Mental

La fatiga de origen **central** o **neural**, se supone que se debe a la saturación de estímulos en el sistema nervioso central, que terminan provocando procesos inhibitorios para la acción veloz, al parecer por alteraciones neurohormonales. Subjetivamente, el atleta puede encontrarse bien, y sin embargo su velocidad y precisión decrecen. Se aconseja, en estos casos, espaciar suficientemente los ejercicios para no caer en este tipo de cansancio.

La fatiga **periférica** o **muscular** puede aparecer por agotamiento, debido al ejercicio, de los sustratos anaeróbicos alácticos al no dar tiempo a la restauración del fosfágeno, lo que origina el empleo de la glucolisis anaeróbica, con la consecuencia de incremento de ácido láctico a niveles más limitantes.

El atleta se muestra poco fluido y agarrotado. Se recomienda para evitar esta contingencia, acortar los esfuerzos y aumentar las pausas.

La fatiga **mental** o **psíquica** aparece en situaciones de excesiva o escasa motivación o responsabilidad, y también por problemas personales o de adaptación al entrenamiento.

La consecuencia inmediata es la falta de concentración. Las actitudes del deportista pueden oscilar entre la apatía y la euforia excesiva, y en todos los casos se traduce en una falta de rendimiento. Se sugiere estar muy atentos a las reacciones del atleta, para poder corregir cuanto antes esta anomalía, acudiendo al psicólogo si fuese necesario.

Para no caer en estados de fatiga que comprometan la eficacia de los entrenamientos de velocidad, es imprescindible atender muy especialmente a la recuperación.

A continuación relacionamos algunos «tiempos» medios de recuperación.

- La recuperación completa del equilibrio neurohormonal después de una sesión intensa de velocidad, requiere al menos 72 horas.
- En aquellos ejercicios prolongados de velocidad en los que, dada su intensidad, se pueda incrementar el nivel de ácido láctico, se necesitan como mínimo 15 minutos de reposo para eliminar el 50% del exceso de lactato que se haya producido. Para llegar a niveles aproximados a los de reposo, hacen falta tres horas. Una recuperación «activa» puede acortar este tiempo.
- La restauración del fosfágeno sigue una trayectoria parabólica: a los 15 segundos de pausa se restaura el 50% del nivel inicial; a los 90 segundos se restaura el 90%, y a los 180 segundos casi el 100%.

## **7. EVALUACIÓN DE LA VELOCIDAD**

Como ya se indicó en el capítulo de BASES..., es imprescindible controlar el proceso de entrenamiento mediante pruebas específicas que orienten objetivamente.

En las actuaciones de velocidad, los mejores test son las pruebas en sí, pero al ser acciones globales, quizás se escapen importantes aspectos parciales; es por lo que se aconseja fraccionar la prueba en partes significativas y analizar los componentes de cada parte.

En la literatura deportiva se pueden encontrar cuantiosos test apropiados para especialidades concretas, para así determinar el nivel de desarrollo de cada manifestación parcial de la velocidad. Y también es fácil hallar test universales, utilizados preferentemente en el ámbito escolar, para evaluar diferentes matices de esta cualidad.

En estas páginas vamos a describir algunas de las pruebas de evaluación que utilizan los corredores de velocidad.

### **7.1 PARA LA VELOCIDAD DE REACCIÓN**

Salidas y primeros pasos «a la señal», desde distintas posturas, cronometrando las acciones.

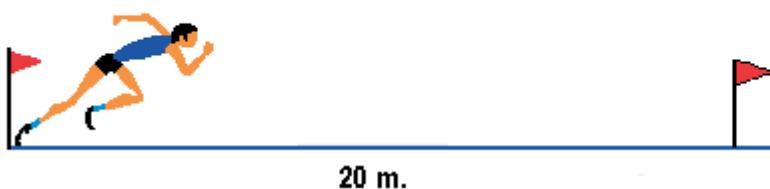
También se pueden comparar los registros con las mismas salidas realizadas «a voluntad» o provocar las salidas mediante diferentes señales.

VELOCIDAD DE REACCIÓN ESPECÍFICA
Realizar 7 salidas desde las siguientes posiciones:
1º.- Sentado, con piernas estiradas adelante y manos en los muslos
2º.- Sentado, con piernas flexionadas, abrazándose las rodillas
3º.- Arrodillado, sentado sobre los talones, con manos en los muslos
4º.- Arrodillado, con tronco vertical y manos en el suelo
5º.- Tumbado boca arriba, con pies en dirección a la carrera
6º.- Tumbado boca arriba, con cabeza en dirección a la carrera
7º.- Tumbado boca abajo, con cabeza en dirección a la carrera
Tomar tiempo a los 10 metros
Quitar el mejor y el peor, y hacer media

## 7.2 PARA LA ACELERACIÓN

Carreras cronometradas de 20 a 30 metros, con salida voluntaria en pie.

### Carrera de 20 m. salida voluntaria en pie desde parado



Báremo		
Muy bien	3"	
Bien	3"3	
Regular	3"6	
Mal	3"9	

### VELOCIDAD DE ACELERACIÓN 30 METROS SALIDA DESDE PARADO

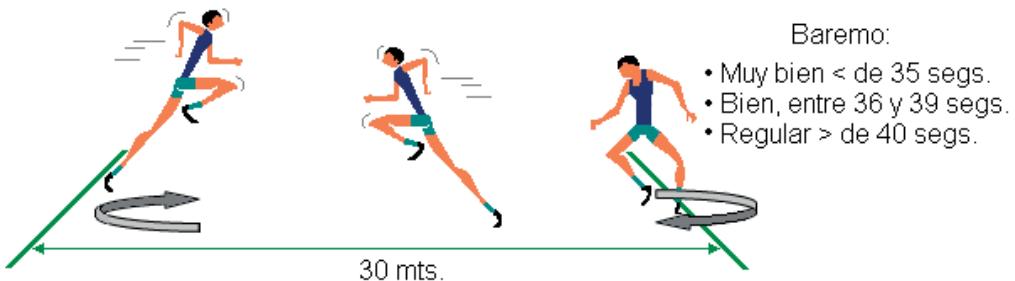
PUNTOS	HOMBRES	MUJERES
100	3:70	4:00
90	3:93	4:30
80	4:16	4:60
70	4:38	4:90
60	4:61	5:20
50	4:84	5:50
40	5:07	5:80
30	5:30	6:10
20	5:53	6:40
10	5:76	6:70
0	5:99	7:00

De pie, con un pie avanzado sobre la línea de salida y el otro retrasado.  
Se toma el tiempo a partir del momento en que se desplaza el pie retrasado

### 7.3 PARA LA RESISTENCIA A LA ACCELERACIÓN

Aceleraciones 7 x 30.

El test consiste en recorrer 7 veces la distancia de 30 metros, marcada en el suelo mediante unas señales, debiendo el corredor en cada giro pisar la señal. Se cronometra el tiempo empleado en recorrer los 210 metros.



### 7.4 PARA LA VELOCIDAD FRECUENCIAL

#### a) «*Skipping*»

Consiste la prueba en correr sobre el propio terreno, llevando los muslos hasta la horizontal, durante diez segundos. Se contabilizan el total de los pasos dados con la técnica correcta.



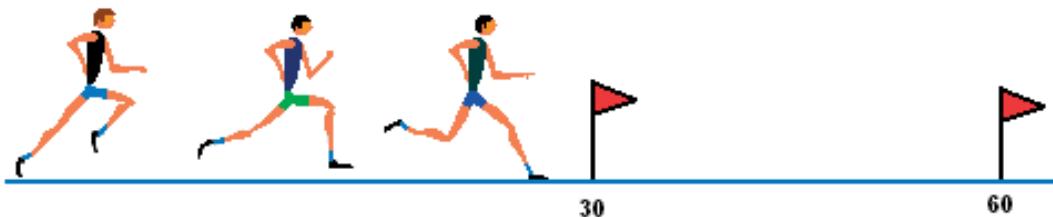
#### b) «*Tapping*»

Consiste en subir y bajar de un escalón de 20 centímetros de altura, de forma alternativa con uno y otro pie a la mayor velocidad posible, hasta conseguir que el pie derecho o izquierdo (dependiendo con qué pie se empiece) haya realizado 20 apoyos sobre el escalón. Se mide el tiempo invertido.



## 7.5 PARA LA VELOCIDAD MÁXIMA

Carrera lanzada de 30 metros. La prueba se basa en que el atleta inicie la carrera «a voluntad», poniendo en marcha el cronómetro a su paso por una señal situada a 30 metros de la salida y parándolo cuando llegue a los 60 metros, anotando el tiempo invertido en los 30 metros lanzado.



## 7.6 PARA LA RESISTENCIA A LA VELOCIDAD MÁXIMA

Puede servir el mismo test anterior, pero prolongando la carrera hasta los 100 o 120 metros y registrando, en cualquier caso, el tiempo invertido en los últimos 30 metros, marca que se comparará con la obtenida en el test de velocidad máxima.

Para atletas de más nivel se utiliza la prueba de 150 metros lanzados (con aceleración previa de 30 metros), registrando y comparando las marcas obtenidas entre los primeros, segundos y terceros 50 metros.

## 8. SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DE LA VELOCIDAD

Para ser efectivo, el entrenamiento de esta cualidad tiene que ir muy ligado a la especialidad deportiva, de ahí la cantidad de procedimientos y métodos que se pueden encontrar para desarrollar los diferentes componentes y capacidades de esta singular cualidad.

Nos parece oportuno, antes de describir algunos de los métodos, hacer una serie de consideraciones a modo de principios, que estimamos comunes a la mayoría de las especialidades de velocidad.

- La velocidad tiene un alto componente genético. Por eso se dice que el velocista «nace» y después «hay que hacerlo crecer».
- La velocidad se mejora con ejercicios y gestos veloces.
- Demasiado trabajo de velocidad, satura. Es necesario introducir variedad en los entrenamientos.
- No se puede entrenar la velocidad de ejecución de un ejercicio si no se tienen fuerzas sobradas para realizarlo.
- La fuerza ponderada y la velocidad forman una unidad dinámica indisoluble.
- No es posible entrenar la velocidad de un ejercicio sin dominar la técnica del mismo.

- La mayoría de los gestos veloces se realizan automáticamente.
- La velocidad depende, en gran medida, de la correcta activación de los reflejos.
- Los trabajos técnicos y de coordinación deben unirse habitualmente a los de velocidad.
- Una amplia y buena habilidad técnica es imprescindible en casi todos los casos.
- La velocidad, aunque sea en pequeñas dosis, debe entrenarse durante toda la temporada.
- Los trabajos de velocidad, para asegurar la eficacia, deben abordarse en condiciones de «frescura» física y psíquica (sin arrastrar cansancios).
- Los ejercicios de velocidad, una vez aprendidos, deben realizarse con intensidad máxima. Con intensidades menores se crean sensaciones y automatismos erróneos.
- Se ha de empezar por los gestos más sencillos y las distancias más cortas.
- Los grupos musculares deben ejercitarse, con frecuencia, en situación y forma similares a los de la prueba o deporte.
- Dado el carácter de los ejercicios, es conveniente que sean de corta duración.
- Las pausas deben ser amplias para asegurar la recuperación.
- Una buena base aeróbica propicia una mejor recuperación.
- La velocidad «pura» es poco entrenable. Por tanto, hay que incidir necesaria y ponderadamente en los otros componentes que la acompañan: fuerza, coordinación, flexibilidad, técnica, y en su caso, resistencia específica.
- Un buen entrenamiento de velocidad deberá incluir frecuentemente sesiones específicas de fuerza y flexibilidad.
- Debido a su alta intensidad, el entrenamiento de la velocidad ha de ir precedido de un meticuloso calentamiento donde no deberán faltar los estiramientos generales y específicos.

Los métodos y procedimientos para entrenar la velocidad son muy variados. A continuación, nos referiremos principalmente a los utilizados en atletismo, en el entendimiento de que muchos de ellos, con las lógicas adaptaciones, son aplicables a otras especialidades.

## 8.1 ENTRENAMIENTO DE LA VELOCIDAD DE REACCIÓN

A pesar de su componente genético, estudios experimentales han demostrado que, en las mejores condiciones, la velocidad de reacción simple se puede mejorar entre un 10% y un 15% como máximo, y la velocidad de reacción compleja, entre un 15% y un 30%. A ciencia cierta, no se conoce el auténtico origen de la mejora de la velocidad de reacción después de un entrenamiento adecuado. Se estima que puede ser por la suma de diversos motivos, entre

los que destacan una mejor asimilación de la técnica del ejercicio, una mayor capacidad de concentración, una mejorada posibilidad de percepción de los estímulos desencadenantes, y sobre todo, una más desarrollada «capacidad de anticipación».

Como, de hecho, la velocidad de reacción en el gesto deportivo va siempre ligada a una acción motriz, su entrenamiento también se plantea y realiza así, con acciones muy relacionadas con la técnica del deporte específico.

#### **a) Entrenamiento de la velocidad de reacción simple**

Para entrenar este tipo de velocidad de reacción, se suele emplear el procedimiento de realizar los gestos de modo parecido a los de la especialidad, de forma segmentaria o global, en repeticiones de corta duración y con pausas largas entre series.

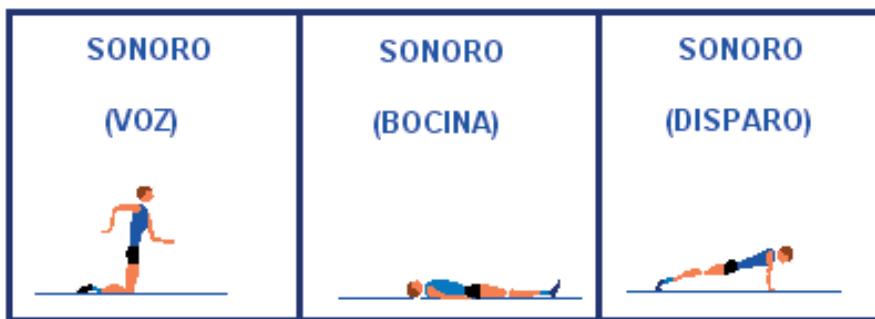
En atletismo son muy utilizadas las «salidas» y los juegos de reacción. Consisten estos procedimientos en realizar salidas y acciones veloces con diversas condiciones de partida.

#### DISTINTOS ESTÍMULOS POSICIONES VARIADAS



#### **b) Entrenamiento de la velocidad de reacción compleja**

#### ESTÍMULOS SIMILARES - POSICIONES VARIADAS



### MISMO ESTÍMULO POSICIONES SIMILARES



En este caso, en el entrenamiento de la velocidad de reacción, es conveniente conseguir que los elementos, situaciones, posiciones y estímulos, guarden una estrecha relación con la prueba o deporte específico.

Un método muy eficaz es el de crear situaciones similares a las del deporte en cuestión, pero incrementando el número y velocidad de los estímulos: máquinas lanza pelotas, adversarios electrónicos en esgrima, etc.; juegos con varios balones a la vez; medidas del campo de juego modificadas, o aumento del número de adversarios, que obliguen al atleta a decidir en condiciones más difíciles que las de la propia competición, etc.

También sirven para desarrollar las dos clases de velocidad de reacción, los juegos de persecución de tocar, pillar, relevos, etc.

## 8.2 ENTRENAMIENTO DE LA VELOCIDAD DE ACCIÓN

### a) Entrenamiento de la velocidad de acción acíclica y cíclica

También conocida como velocidad de movimiento, velocidad gestual o aceleración. Su valor es directamente proporcional a la aceleración, o sea, al incremento de velocidad por unidad de tiempo.

Para conseguir manifestar este tipo de velocidad, es imprescindible dominar la técnica y contar con un sistema muscular capaz de realizar con eficacia el gesto. De tal forma es así que, en determinados gestos deportivos, se equipara esta clase de velocidad con la capacidad de «fuerza explosiva».

Tanto en gestos globales como segmentarios, únicos o encadenados, cílicos o acíclicos, el entrenamiento debe ser muy específico. No obstante, indicamos a continuación, a modo de guía, algunos de los ejercicios que realizan los corredores de velocidad.

**a.1) Multisaltos de todo tipo:** horizontales, verticales, con sobrecarga, a pies juntos, a zancadas amplias, a «pata coja», con giros, desde diferentes puntos de

partida, sobre diversas superficies, salvando pequeños obstáculos, en subida, en bajada, en profundidad, etc.

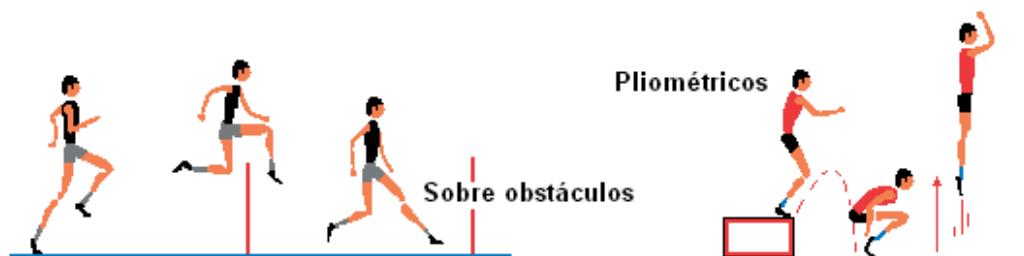
MULTISALTOS: PARA FUERZA REACTIVA



Pies juntos

Zancadas

Pata coja

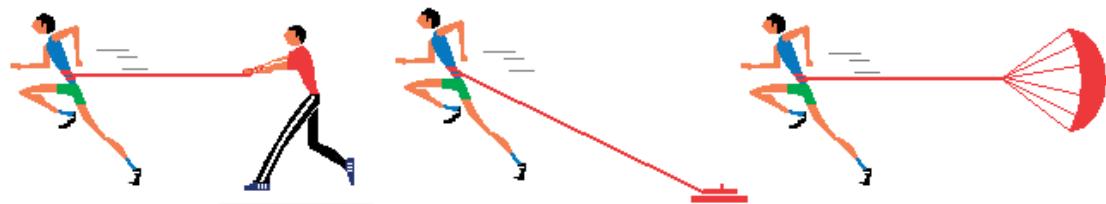


Sobre obstáculos

Pliométricos

a.2) **Sprints cortos:** desde distintas posiciones de partida, con chalecos lastrados, en pendiente ascendente, con la oposición de un freno elástico, realizando arrastres, etc.

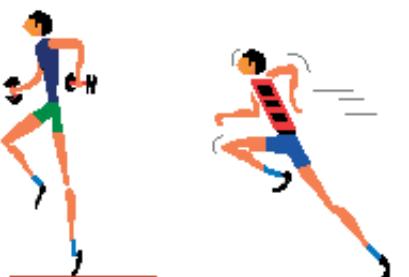
Arrastres



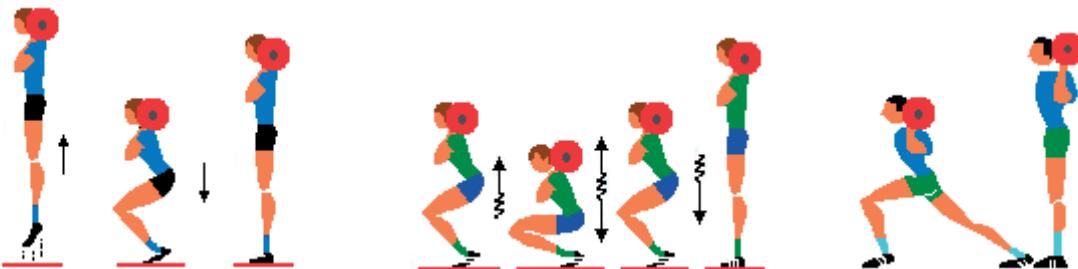
En pendiente



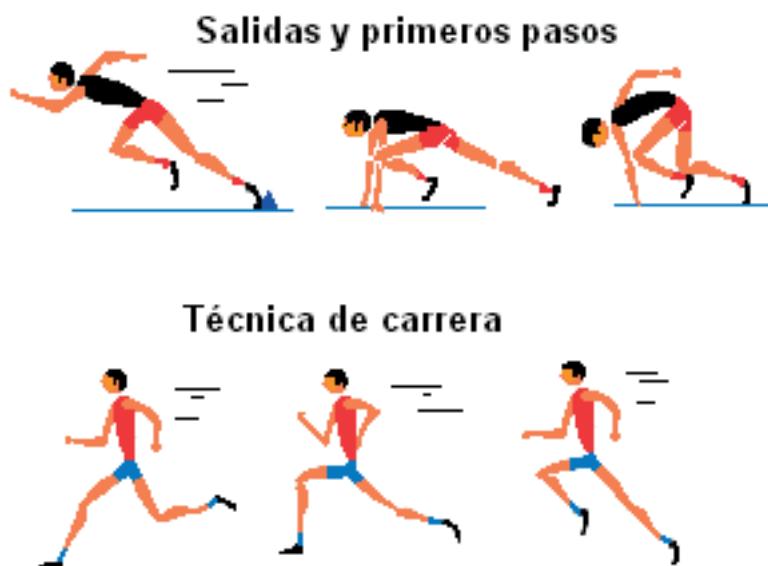
Con lastres



**a.3) Ejercicios de fuerza máxima, fuerza velocidad y fuerza explosiva, movilizando cargas:** con los requerimientos descritos en el capítulo de FUERZA.



**a.4) Ejercicios técnicos**



**b) Entrenamiento de la velocidad máxima cíclica**

Ya hemos apuntado que, por definición, la velocidad máxima se manifiesta cuando no hay posibilidad de acelerar más y no se produce desaceleración. Por tanto, para que haya velocidad máxima es imprescindible la aceleración previa.

La acción de velocidad máxima depende de la combinación de tres factores:

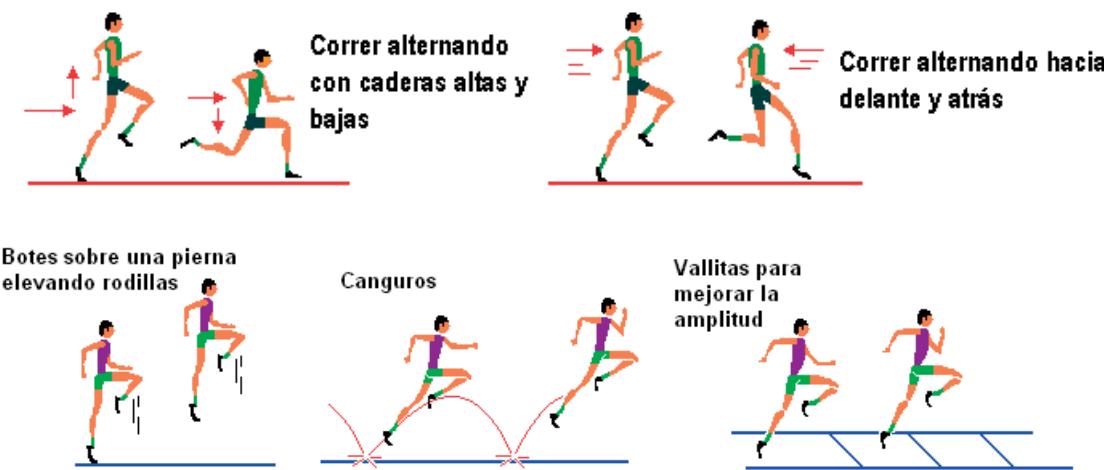
- La amplitud del gesto en cuestión.
- La frecuencia con la que se repita.
- La técnica que, adaptada al individuo, permita el mayor rendimiento posible.

Aunque cada especialidad tenga sus características propias, para el entrenamiento de la velocidad máxima siempre habrá que incidir en los tres factores indicados.

A modo de orientación, señalamos dos modelos de entrenamiento de corredores: el directo y el indirecto.

El **directo** consiste en, combinando la amplitud y frecuencia del gesto de zancada, realizar unas pocas repeticiones (4 a 8) «lanzadas» (previa aceleración) de fracciones de la prueba (de entre 5 y 8 segundos de duración), al 100% de las posibilidades máximas y con recuperación completa entre repeticiones.

El **indirecto** se basa en realizar ejercicios destinados a mejorar la amplitud, la frecuencia y la técnica del gesto, tales como carreras a la «pata coja»; carreras en pendiente descendente ligera; carreras con zancadas largas para amplitud o pasos cortos y rápidos para la frecuencia; «canguros» (segundos de triple, estirando la pierna atrasada); las carreras facilitadas por tracción; primeros y segundos de triple salto, pentasaltos; toda clase de *tapping* y *skipping* y sus combinaciones, en acciones de un sola pierna o con las dos alternativamente; con elevación de rodillas a la horizontal, con piernas estiradas (pasitos), con talones a glúteos, a «zarpazos» (como acción de pierna de ataque en vallas), con modulaciones de sus frecuencias (lenta, rápida, progresiva, máxima); modulaciones de frecuencia en la acción de brazos; modulaciones en amplitud; progresiones... Pasando de un gesto a otro, sin solución de continuidad, pero siempre respetando la norma de corta duración y amplia recuperación.



**Talones a glúteos y salida****Skipping y salida**

Todos estos trabajos se realizan a lo largo de todo el año, creciendo la dificultad a medida que avanza la temporada.

La mayoría de los corredores velocistas realizan algunos de estos ejercicios a modo de «rutinas» en todos los calentamientos.

### **8.3 ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA VELOCIDAD**

#### **a) Entrenamiento de resistencia a la velocidad de reacción**

El cansancio del SNC se traduce en falta de concentración y lleva a respuestas tardías o erróneas. Con el entrenamiento de resistencia específica se pretende paliar, en parte, los efectos de esta forma de fatiga.

Los métodos más comunes son:

- Procedimientos de preparación psicológica y de relajación mental.
- Método de repeticiones, segmentaria o global de gestos, en condiciones más exigentes que la misma competición.
- Aspectos del deporte en sí, ampliando el número y rapidez de los estímulos y posibilidades de respuestas.

#### **b) Entrenamiento de la resistencia a la velocidad de movimiento y aceleración**

La fatiga se origina por la reiteración de esfuerzos con recuperación incompleta, y se traduce en pérdida de velocidad y precisión en los gestos (se llega tarde).

El cansancio se produce, además de a nivel del SNC, en el sistema muscular por la disminución de los depósitos de energía y por posible acumulación de ácido láctico.

Entre los procedimientos para entrenar este tipo de resistencia, destacamos:

- Los trabajos de movilización de cargas, para mejorar la resistencia específica, descritos en el capítulo de FUERZA.

- Métodos de repeticiones explicados en el capítulo de RESISTENCIA, con la salvedad de que la duración debe ser muy corta. La intensidad máxima y las recuperaciones, aunque incompletas, sí deben ser suficientemente amplias para poder acumular trabajo.
- Aspectos del deporte en sí, incrementando la frecuencia de las acciones y siempre con recuperación incompleta.

**c) Entrenamiento de la resistencia a la velocidad máxima**

El cansancio se origina al alargar las acciones de velocidad máxima y como consecuencia, se producen en el atleta efectos no deseados que influyen notablemente en el rendimiento, tales como disminución en amplitud, soltura y frecuencia del gesto... El atleta se muestra agarrotado.

Las finalidades de este entrenamiento son las de prolongar las acciones de velocidad máxima el mayor tiempo posible acorde con la especialidad, o bien incrementar la capacidad de reiterar las acciones de velocidad máxima sin menoscabo de la eficacia.

Según la clase de prueba y su duración, este tipo de fatiga puede tener carácter anaeróbico aláctico o anaeróbico láctico predominantemente, además del mencionado agotamiento y cierta inhibición del SNC.

Los entrenamientos, por tanto, deberán ir encaminados a incrementar los depósitos de fosfágeno, la actividad enzimática específica y los tampones alcalinos para contrarrestar el ácido láctico, así como a acostumbrar al SNC a esta clase de esfuerzos.

A continuación indicamos algunos de los procedimientos utilizados en atletismo:

Para incrementar la capacidad aláctica, de forma que se mejore la actuación de las enzimas específicas, los depósitos de fosfágeno y la tolerancia de niveles medios de ácido láctico, se emplea el siguiente método:

- **D.**- 60 a 80 metros.
- **I.**- Entre 3 y 6 minutos.
- **T.**- 100% de posibilidades.
- **R.**- 2 series de 4 repeticiones.
- **A.**- Activa.

Para desarrollar la potencia láctica, con incremento de los depósitos de fosfágeno y aumento de la resistencia ante niveles altos de ácido láctico, se utilizan los siguientes factores:

- **D.**- 150 a 200 metros.
- **I.**- Entre 6 y 10 minutos.

- **T.**- De 95 a 100% de posibilidades.
- **R.**- 2 series de 4 repeticiones.

## 8.4 MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO HABITUALES EN DEPORTES DE EQUIPO

Además de los procedimientos señalados, describimos a continuación algunos de los métodos que suelen utilizar también algunos deportes de equipo.

### a) *Series cortas progresivas*

Para mejorar la resistencia a la aceleración, se utiliza este método que consiste en realizar aceleraciones, al máximo de posibilidades, en series de distancias cortas, aumentando las distancias de serie a serie, a la vez que aumentan los intervalos entre repeticiones y disminuyen el número de repeticiones. Lo aclararemos en el siguiente ejemplo:

**1<sup>a</sup> serie:** 5 repeticiones de 20 metros, con intervalo de 30 segundos entre repetición y repetición.

5 minutos de descanso.

**2<sup>a</sup> serie:** 4 repeticiones de 30 metros, con intervalo de 1 minuto entre repetición y repetición.

5 minutos de descanso.

**3<sup>a</sup> serie:** 3 repeticiones de 40 metros, con intervalo de 1 minuto y 30 segundos entre repetición y repetición.

5 minutos de descanso.

**4<sup>a</sup> serie:** 2 repeticiones de 50 metros, con intervalo de 2 minutos entre repeticiones.

También se realiza a la inversa, es decir, empezando por las distancias más largas.

### b) *Estímulos máximos*

Para desarrollar la velocidad de aceleración e incidir en la velocidad máxima.

- **D.**- 40, 50 o 60 metros.
- **I.**- 7 minutos (recuperación total).
- **T.**- 100%.
- **R.**- 5 a 6 repeticiones.
- **A.**- Ligeramente activa.

### c) *Tempo sprint o Ins-Outs*

Este es un procedimiento útil para incrementar la aceleración, la resistencia a la aceleración y algo la velocidad máxima, a la vez que se mejora la capacidad de recuperación.

El método se basa en correr series de 400 metros en los que se alternan tramos «cortos» en aceleración, con otros «medios» (del doble de la longitud de los cortos) en carrera «dejándose ir», hasta llegar a carrera continua lenta.

- **D.**- 400 metros (alternando 25 metros acelerando, con 50 metros dejándose ir).
- **I.**- 5 minutos cada 400 metros.
- **T.**- 100% en las aceleraciones.
- **R.**- 3 recorridos de 400 metros.
- **A.**- Ligeramente activa.

## 9. PLANIFICACIÓN DE LA VELOCIDAD

Al igual que en las otras cualidades, también aquí nos remitimos a lo indicado al respecto en el capítulo de BASES...

En los siguientes cuadros señalamos aspectos, secuencias y estrategias, que son aconsejables a la hora de entrenar la velocidad.

CUALIDADES Y ASPECTOS A CONSIDERAR EN EL ENTRENAMIENTO DE LA VELOCIDAD

VELOCIDAD	FUERZA	RESISTENCIA
VEL. REACCIÓN ACELERACIÓN RES. ACELERACIÓN VEL. MÁXIMA TÉCNICA FLEXIBILIDAD COORDINACIÓN	MÁXIMA F. VELOCIDAD (EXP.)  F. RESISTENCIA ?	AERÓBICA ANAER. ALÁCTICA  ANAER. LÁCTICA ?

El análisis de la prueba se iniciará con un examen, lo más pormenorizado posible, de todos los aspectos susceptibles de ser entrenados.

Para una carrera de velocidad en atletismo, sería lógico entrenar:

- La velocidad de reacción simple de la salida.
- La fuerza explosiva del primer gesto de la salida.
- La capacidad de aceleración cíclica de los primeros metros.
- La velocidad máxima cíclica de los metros siguientes.

- La resistencia a la velocidad máxima del tramo final.

Además de la coordinación, flexibilidad, fuerza y técnica necesarias.

En el caso del entrenamiento de la velocidad de un jugador de campo de balonmano, los aspectos más importantes serían:

- La velocidad de reacción compleja.
- La velocidad de movimiento o aceleración acíclica y cíclica.
- La resistencia a la velocidad de reacción compleja.
- La resistencia a la aceleración.

Incidiendo, por supuesto, en el obligado entrenamiento de la resistencia, fuerza, flexibilidad, coordinación y técnica precisas. Todo ello en una lógica evolución acorde con la especialidad.

En el siguiente cuadro indicamos una posible secuencia de la evolución de un entrenamiento de velocidad. Se señalan cinco pasos lógicos a seguir, sin que ello quiera decir que no se puedan simultanear dos pasos consecutivos o que no se realicen trabajos de velocidad en cualquiera de los pasos.

EVOLUCIÓN DEL ENTRENAMIENTO

1 ACONDICIONAMIENTO	2 FUERZA MÁXIMA Flexibilidad Coordinación Técnica	3 FUERZA VELOCIDAD FUERZA EXPLOSIVA Aceleración Velocidad gestual Velocidad frecuencial	4 Aceleración Velocidad máxima	5 RESISTENCIA A LA VELOCIDAD
------------------------	---	--	--------------------------------------	---------------------------------------

El estudio del atleta, además de considerar aspectos generales (edad, sexo salud, nivel de entrenamiento, historial deportivo, etc.), se debe basar en test que informen objetivamente de aspectos de la velocidad relacionados con la prueba.

Por si fuese de utilidad, a continuación reflejamos una tabla con los registros medios de atletas de diferentes categorías (internacional, nacional, regional...), en los siguientes test:

- 30 metros lisos, con salida desde parado (sp).
- 30 metros lisos, con salida lanzada (sl).
- 50 metros lisos, saliendo desde parado.
- 60 metros lisos, saliendo desde parado.

- 80 metros lisos, saliendo desde parado.
- 100 metros lisos, saliendo desde parado.
- 100 yardas.

BATERÍA TEST VELOCIDAD DE CARRERA

NIVEL	30 sp	30 sl	50	60	80	100 y	100
Internacional	3,63	2,87	5,60	6,50	8,31	9,33	10,10
	3,66	2,90	5,65	6,56	8,39	9,42	10,20
	3,70	2,92	5,70	6,62	8,46	9,51	10,30
Nacional	3,75	2,93	5,75	6,68	8,54	9,60	10,40
	3,80	2,94	5,80	6,74	8,63	9,70	10,50
	3,83	2,97	5,85	6,80	8,70	9,79	10,60
	3,86	3,00	5,90	6,86	8,80	9,88	10,70
	3,90	3,02	5,95	6,92	8,88	9,97	10,80
	3,95	3,03	6,00	6,98	8,95	10,06	10,90
Regional	4,00	3,04	6,05	7,04	9,03	10,15	11,00
	4,03	3,07	6,10	7,10	9,10	10,24	11,10
	4,06	3,10	6,15	7,16	9,18	10,33	11,20
	4,10	3,12	6,20	7,22	9,26	10,42	11,30
Provincial	4,13	3,15	6,25	7,28	9,33	10,51	11,40
	4,16	3,18	6,30	7,34	9,41	10,60	11,50
	4,20	3,20	6,35	7,40	9,50	10,69	11,60
	4,23	3,23	6,40	7,46	9,58	10,78	11,70
	4,26	3,26	6,45	7,52	9,67	10,87	11,80
	4,30	3,28	6,50	7,58	9,74	10,96	11,90
Rápido	4,33	3,31	6,55	7,64	9,81	11,05	12,00
	4,36	3,34	6,60	7,70	9,89	11,14	12,10
	4,40	3,36	6,65	7,76	9,97	11,23	12,20
	4,43	3,39	6,70	7,82	10,04	11,32	12,30
	4,46	3,42	6,75	7,88	10,13	11,41	12,40
	4,50	3,44	6,80	7,94	10,20	11,50	12,50
	4,53	3,47	6,85	8,00	10,29	11,59	12,60
	4,56	3,50	6,90	8,06	10,36	11,68	12,70

Lanzados

Yardas

Basándose en los test, se debe completar el análisis del atleta en función de los objetivos.

### Análisis del atleta

TEST	OBJETIVO NECESARIO O DESEABLE	MARCA REALIZADA	DIFERENCIA	VALORACIÓN
30 mts. lanzado	3"20	3"80	+0"60	XX
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....

X BAJO  
XX MEDIO  
XXX ALTO

Para estudiar la prueba, pueden seguirse los pasos que indicamos en el análisis de una carrera de cien metros lisos:

EJEMPLO ANÁLISIS DE LA PRUEBA	
CARRERA DE 100 m. LISOS	MANIFESTACIONES DE LA VELOCIDAD
Salida de tacos	Velocidad de reacción simple.
Primer impulso tacos	Aceleración segmentaria y global acíclica + Fuerza explosiva
Del 1º a los 30 - 40 metros.	Aceleración global cíclica + Fuerza Velocidad
De los 30 - 40 a los 60 - 80 mts.	Velocidad máxima global cíclica
De los 60 - 80 a los 100 mts.	Velocidad Resistencia global cíclica

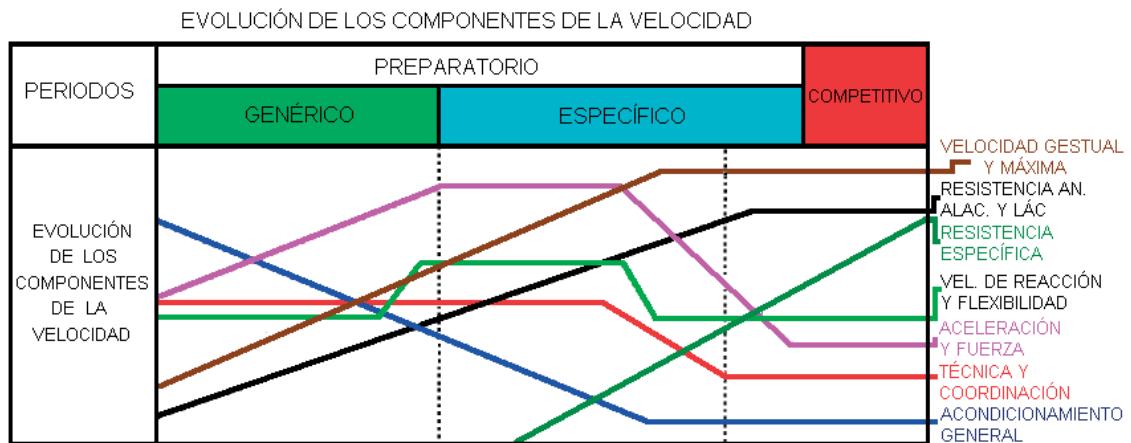
Para la confrontación de prueba y atleta, podría servir el siguiente modelo:

CUALIDADES Y ASPECTOS	INFLUENCIA DE LA PRUEBA	NIVEL DEL ATLETA	NECESIDAD DE ENTRENAMIENTO	PUNTOS FUERTES Y DÉBILES
V. DE REACCIÓN	XX	X	XX	
ACELERACIÓN	XXX	X	XXX	D
RES. ACCELERACIÓN	XX	XX	XXX	
VEL. MÁXIMA	XX	X	X	
RES. VEL. MÁXIMA	X	X	X	
TÉCNICA	XX	XX	X	
FLEXIBILIDAD	X	XX		
FUERZA MÁXIMA	XX	X	XX	
FUERZA VELOCIDAD	XXX	XX	XXX	D
FUERZA RESISTENCIA	X	XXX	-	F
RESISTENCIA AEROB.	X	XX	-	F
RESIST. AN/LAC.	X	X	X	
RESIST. AN/ALAC.	XXX	X	XXX	D
RESIST. ESPECÍFICA	XX	X	XX	

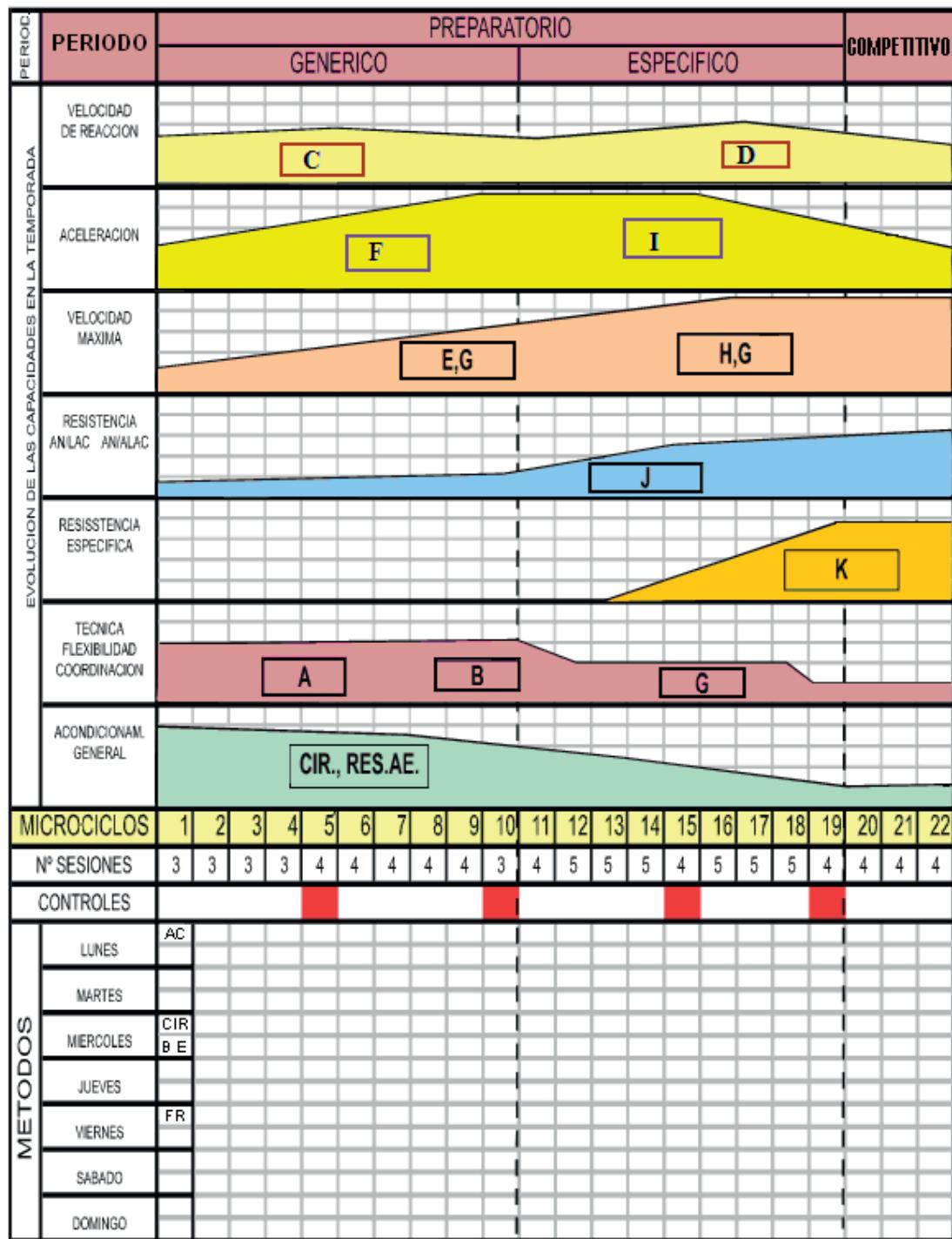
XXX	ALTO
XX	MEDIO
X	BAJO
D	DÉBIL
F	FUERTE

Analizados y confrontados todos los factores, lo inmediato es hacer pronósticos y marcar objetivos, así como distribuir el tiempo y en el tiempo las capacidades y esfuerzos a desarrollar.

Quizás puedan ser útiles los gráficos siguientes:



Las letras (A, B, C.....) pueden indicar los métodos a emplear.





# CAPÍTULO SEXTO

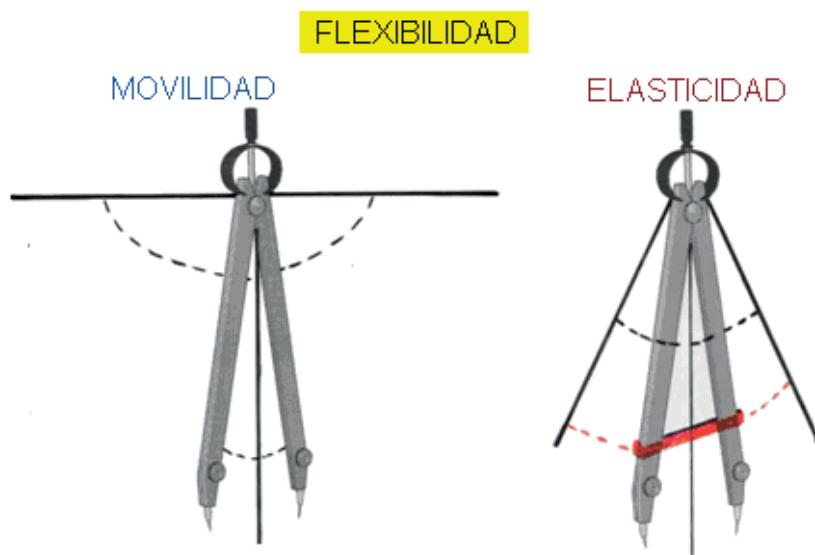
## LA FLEXIBILIDAD

### 1. CONCEPTO Y DEFINICIONES

El diccionario define a la **flexibilidad** como «Disposición de los cuerpos para doblarse con facilidad», y a la **elasticidad** como «Propiedad de los cuerpos por la que tienden a recobrar su forma y extensión, cuando cesa la fuerza que, actuando sobre ellos, los modificaba».

La **elasticidad** en fisiología, se define como la «Capacidad de determinados tejidos corporales para variar de forma y dimensión, pudiendo recobrar posteriormente sus parámetros originales con facilidad».

En el gráfico del compás se relacionan la movilidad posible y la elasticidad necesaria para desarrollar el gesto requerido; el eje superior del compás indica la máxima amplitud mecánica (su movilidad máxima 180°); la goma elástica, regula dicha movilidad y posibilita volver a la posición de origen.



La flexibilidad en el mundo del deporte es más concreta y se centra en analizar los aspectos de movilidad articular y elasticidad muscular necesarios en los gestos deportivos.

Apoyados en los conceptos anteriores definimos la **Flexibilidad Deportiva** como: «*Facultad de lograr, con facilidad y soltura, la máxima amplitud fisiológica de movimientos que permiten las articulaciones, pudiendo recuperar sin demora la posición inicial, sin que en ello se deteriore la estabilidad funcional de las articulaciones activadas, ni la eficacia muscular*».

## **2. FACTORES GENERALES DE LA FLEXIBILIDAD**

Son muchos los factores a considerar en el estudio de esta cualidad. Para una mejor exposición, los hemos englobado en tres grupos:

- Biomecánicos
- Neurológicos
- Conjunto de Genéticos y Circunstanciales

### **2.1 FACTORES BIOMECÁNICOS**

En este grupo se deberán analizar las estructuras articulares y musculares que participan en el movimiento.

Las estructuras **articulares** son las que determinan, en gran parte, el grado de movilidad y estabilidad. Por eso interesa saber su facultad fisiológica de movimiento, o sea, su capacidad de movilidad y estabilidad.

Se entiende como articulación no solo la unión física de dos segmentos óseos, sino el conjunto de elementos que estabilizan y posibilitan su función (cápsulas, ligamentos, cartílagos, sustancias lubricantes, superficies articulares, etc.), y se reconoce como articulación móvil, a aquella que es capaz de cubrir, con facilidad, todo el arco de movimiento fisiológicamente posible.

Referente a las estructuras **musculares**, habrá que analizar fundamentalmente la elasticidad y extensibilidad de la musculatura implicada. Sabiendo que el músculo está constituido por diferentes tejidos, habrá que tener en cuenta no solo las fibras musculares, sino también los tendones, para poder así determinar el grado de flexibilidad de todo el conjunto.

En este análisis, es importante considerar la composición y «disposición» relativa de las estructuras más significativas desde el punto de vista deportivo.

En general, los tendones se encuentran «dispuestos» de tal modo, que la mayoría de los filamentos que los componen discurren paralelos a los ejes de tracción.

Están constituidos fundamentalmente por colágeno, dando lugar a un tejido fibroso con relativa poca capacidad de estiramiento (entre un 3% y un 6% de su longitud en reposo), acorde con la misión que desarrollan. Es una elongación escasa en comparación con la de los tejidos de los ligamentos, que permiten un mayor estiramiento (hasta un 60% de su longitud en reposo) por estar formados esencialmente por elastina, y por su disposición con arreglo a los ejes de tracción, que suele ser cruzada.

Por último, hay que analizar las estructuras de fibras musculares, constituidas por filamentos de actina y miosina, que se disponen de forma paralela o ligeramente oblicua a los ejes de tracción, admitiendo un estiramiento de hasta un 50% de su longitud en reposo.

También hay que considerar que los músculos solo actúan aislados en experimentos de laboratorio. Normalmente, a la función protagonista de un músculo, se opone la acción de al menos un músculo antagonista, que en buena coordinación, ajusta el movimiento con un correspondiente grado de relajación, y en los casos de máxima amplitud se puede llegar a distender total y elásticamente para permitir la acción.

## 2.2 FACTORES NEUROLÓGICOS

Aunque ya se estudiaron con amplitud estos factores en el capítulo de FUERZA, los reiteramos ahora por la importancia que tienen en la flexibilidad.

Se analizan en este grupo a toda una serie de receptores, así como las respuestas reflejas que originan, con el fin de proteger las estructuras donde están inmersos, condicionando o facilitando la manifestación de la flexibilidad:

- Receptores nerviosos articulares y reflejo de estabilidad.
- Receptores nerviosos de las fibras musculares y reflejo de estiramiento o tracción.
- Receptores nerviosos de los tendones musculares y reflejo de antitracción.
- Informador de contracción muscular y reflejo de inhibición recíproca.
- Receptores nerviosos del dolor (articulares y musculares).

### a) **Receptores nerviosos articulares y reflejo de estabilidad**

Los receptores de Ruffini se localizan en las cápsulas articulares e informan de la dirección, ángulo, y posición relativa de la articulación en cualquier movimiento. Como consecuencia, se producen actos reflejos que inducen a la musculatura

implicada en la acción, a contraerse o relajarse con objeto de estabilizar la articulación y adaptarse al movimiento requerido.

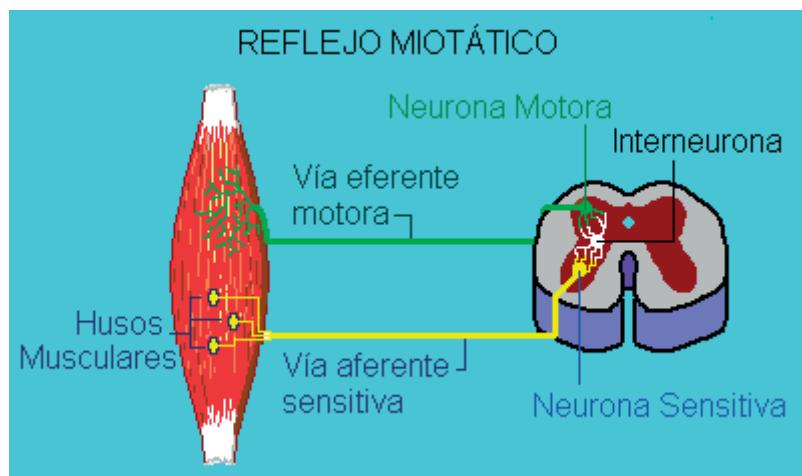
**b) Receptores nerviosos de las fibras musculares y reflejo de estiramiento o tracción**

Como ya comentamos en el capítulo de FUERZA, los husos musculares son receptores musculares que se encuentran diseminados entre las fibras de la mayoría de los músculos esqueléticos. Su misión es la de informar sobre el grado de estiramiento del músculo activado, así como de la velocidad de dicho estiramiento.

Como consecuencia de la información recibida, se puede desencadenar el denominado **reflejo miotáctico** o de estiramiento, con la siguiente secuencia:

1. Estiramiento muscular.
2. Activación de la estructura del huso.
3. Remisión de la información mediante nervio sensitivo aferente.
4. Llegada de la información al centro nervioso correspondiente y desencadenamiento de la respuesta refleja.
5. Traslado de la respuesta mediante nervio motor eferente.
6. Llegada de la respuesta a la fibra muscular y consecuente contracción del músculo, con la finalidad de proteger a la estructura muscular ante estiramientos rápidos o excesivos.

Los husos musculares tienen una gran sensibilidad y son esenciales para mantener la postura.



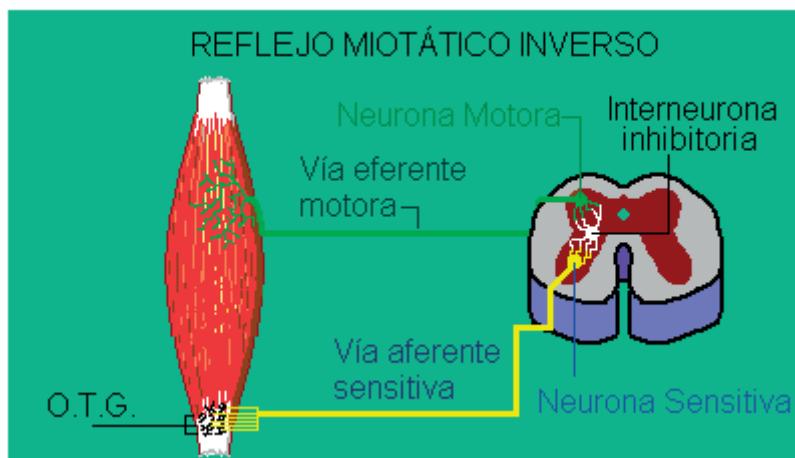
Recordemos el test del apartado 2.3 del capítulo de FUERZA, en el que mediante un pequeño golpe en el tendón rotuliano, se produce un pequeño estiramiento brusco del cuádriceps, que es acusado por los husos musculares de la zona,

desencadenando una inmediata contracción de dicho músculo, produciéndose la extensión de la pierna con respecto al muslo.

### c) Receptores nerviosos de los tendones musculares y reflejo antirtracción

También ya comentamos que los órganos tendinosos de Golgi son unos receptores nerviosos localizados en zonas próximas a las uniones músculo-tendinosas, con la misión de informar sobre el estiramiento forzado o intenso del tendón, con la siguiente secuencia:

1. Estiramiento intenso del tendón.
2. Activación de los órganos Golgi.
3. Envío de información mediante nervio sensitivo aferente.
4. Llegada de la información al centro nervioso correspondiente.
5. Desencadenamiento de la respuesta refleja y traslado de la respuesta mediante nervio motor eferente.
6. Llegada de la orden al músculo y relajación consiguiente de la musculatura implicada, para proteger a la estructura tendinosa ante las tracciones excesivas.



Debido a que su acción es contraria a la del reflejo miotáctico, se denomina a este reflejo **reflejo miotáctico inverso**

### d) Información de contracción muscular y reflejo de inhibición recíproca

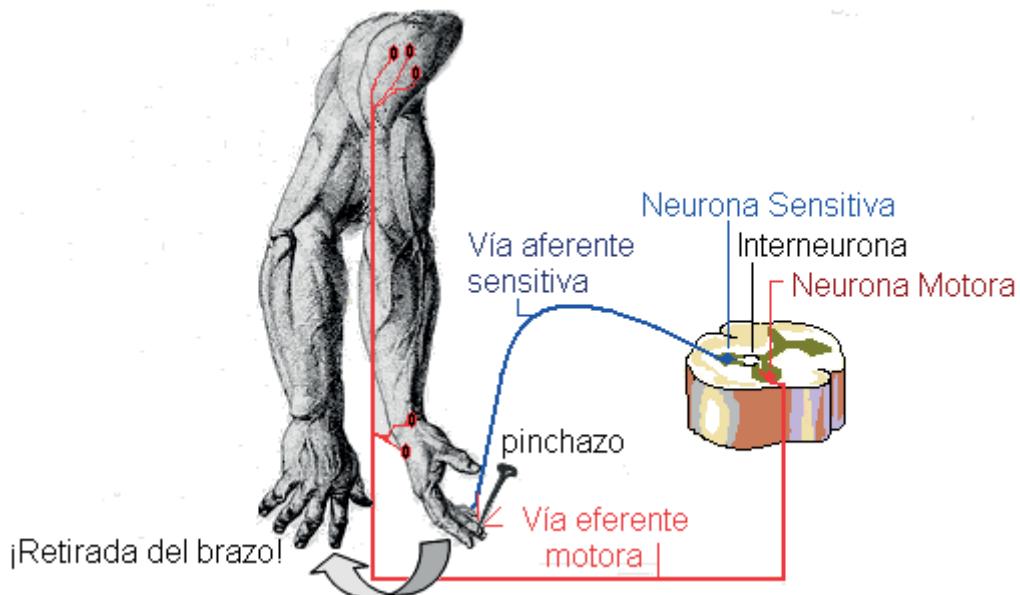
Existe una información cruzada entre los músculos protagonistas y antagonistas de una acción dinámica, de tal modo que cuando un músculo se contrae, por vía refleja, su antagonista se relaja en la misma proporción.

A esta coordinada acción muscular se la conoce como **reflejo de inhibición recíproca**.

### e) Receptores nerviosos del dolor (articulares y musculares)

Son los nocioceptores y se encuentran diseminados por todo el organismo. Cuando detectan una agresión que, por su intensidad, pueda dañar las estructuras, envían un mensaje doloroso, con objeto de provocar una respuesta para que cese la actividad o proteger de algún modo la estructura. La respuesta es muy diversa según el daño y lugar del organismo en que se haya producido. Lo normal es una contracción involuntaria de la musculatura protagonista de la acción para «apartarse» del foco del dolor, cuestión importante cuando se produce sobresolicitación en los ejercicios de flexibilidad.

A esta acción refleja algunos textos la denominan «reflejo de retirada»



## 2.3 FACTORES GENÉTICOS Y CIRCUNSTANCIALES

### a) Factores genéticos

No cabe duda de que la herencia genética predispone para la flexibilidad, pero al ser una cualidad específica y muy dependiente del entrenamiento que se haga, puede suceder que un atleta consiga ser muy flexible en una zona del organismo, y no al mismo nivel en otra zona.

El sexo influye, y aunque no hay datos estadísticos fehacientes, se admite como cierto que la mujer, en general, es más flexible que el hombre; particularmente lo es en la zona pélvica, quizás por configuración anatómica o debido a una disposición natural para afrontar la tarea de dar a luz.

**b) Factores circunstanciales**

La temperatura interna y la viscosidad muscular son fenómenos contrapuestos: a más temperatura, menos viscosidad y viceversa. De ahí que se aconseje un calentamiento previo al entrenamiento específico de la flexibilidad.

El estado emocional es relevante, pues situaciones de ansiedad, nerviosismo o estrés, conllevan incremento de la rigidez y del tono muscular, que al final interfieren en la flexibilidad.

La inactividad, enfermedad, fatiga, deshidratación, posturas forzadas o patológicas, y el entrenamiento inadecuado, son factores contraproducentes en el desarrollo y mantenimiento de la flexibilidad.

Los excesos de movilidad, por encima del nivel fisiológico, son negativos desde el punto de vista de la flexibilidad, pues seguro que la ampliación de la movilidad en una dirección, va en detrimento de la misma en otra dirección o es a costa de la estabilidad articular.

**3. CLASIFICACIÓN DE LA FLEXIBILIDAD**

A efectos de entrenamiento, estudiamos esta cualidad del siguiente modo:

**3.1) Por las zonas, miembros o articulaciones implicadas**, se clasifica el entrenamiento de la flexibilidad en:

- General o global.
- Específico o parcial, según la cantidad de articulaciones consideradas.

**3.2) Por la amplitud** requerida en los gestos, se clasifica el trabajo en:

- Absoluto, cuando se solicita, en la zona corporal en cuestión, el máximo de flexibilidad posible.
- Restringido, cuando solo se recaba la flexibilidad necesaria para el gesto técnico más un margen de seguridad.

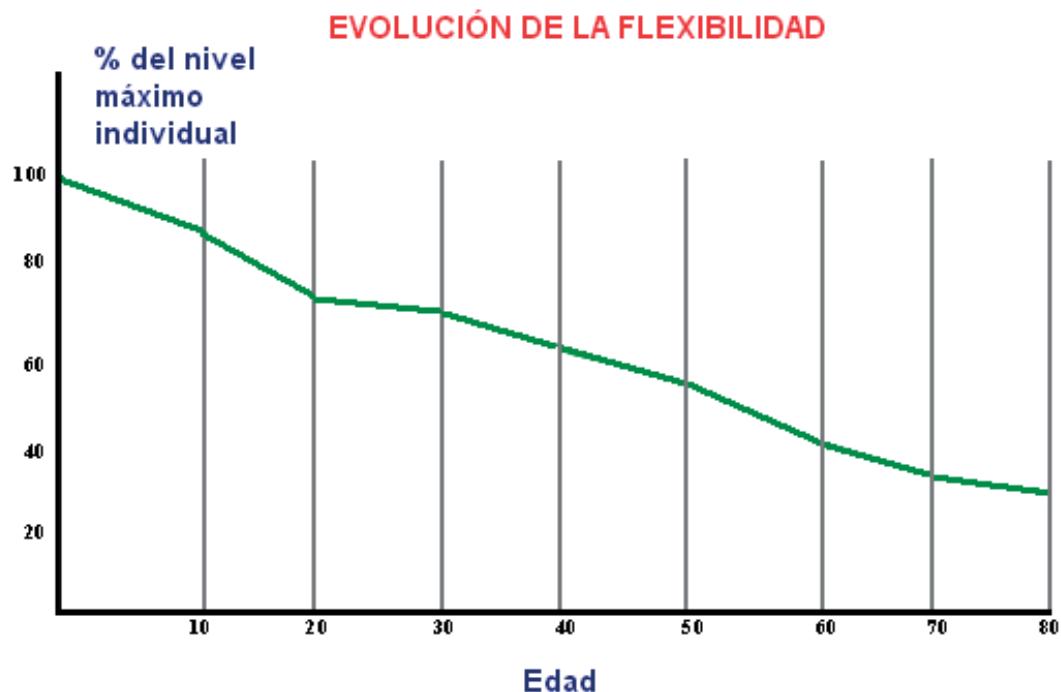
**3.3) Por las características de las acciones**, el entrenamiento se divide en:

- Trabajos estáticos o lentos.
- Trabajos dinámicos, cuando la velocidad de las acciones son moderadas o rápidas.

#### **4. EVOLUCIÓN DE LA FLEXIBILIDAD CON LA EDAD**

Se puede decir que, en muchos aspectos, la flexibilidad es una cualidad involutiva, pues normalmente se deteriora con la edad.

- Hasta los 10-12 años, el detrimiento es mínimo, e incluso en algunos casos, con un entrenamiento adecuado, puede que la manifestación de la flexibilidad siga un camino ascendente.
- Entre los 5 y los 12 años, se considera como la edad más «sensible» al entrenamiento de esta cualidad.
- Es, una vez superada la pubertad, entre los 14 y 18 años cuando se entra en la edad «crítica», donde se produce un apreciable deterioro, quizás por el mayor incremento de la masa muscular. Por eso se aconseja simultanear los entrenamientos de fuerza con los de flexibilidad.
- A partir de los 18 años hasta los 30, la flexibilidad general se mantiene e incluso se puede incrementar la flexibilidad específica, pero sobrepasada esa edad y hasta la senectud, lo normal es que la capacidad de flexibilidad descienda, de forma más o menos acusada, dependiendo del atleta y del entrenamiento que realice. Y es que, ineludiblemente, a partir de esas edades se van perdiendo propiedades elásticas en la masa muscular y pueden aparecer alteraciones en las articulaciones que limiten una movilidad fluida.



## 5. EVALUACIÓN DE LA FLEXIBILIDAD

La evaluación de esta cualidad puede ser un problema cuando se pretende comparar con exactitud a diferentes atletas entre sí o cuando se quiere analizar el progreso de un individuo en la «edad de crecimiento». En ambos casos, las diferencias antropométricas (por pequeñas que sean) inducen a error, cuando se emplean exclusivamente test de campo. Son necesarios, por tanto, para un juicio realmente fiable, sofisticados aparatos de medición de laboratorio.

Describimos a continuación, como ejemplo, pruebas de campo de evaluación de la flexibilidad, que solo se deben utilizar para comparar un atleta consigo mismo en distintos períodos de su entrenamiento y siempre que haya superado la etapa de crecimiento.

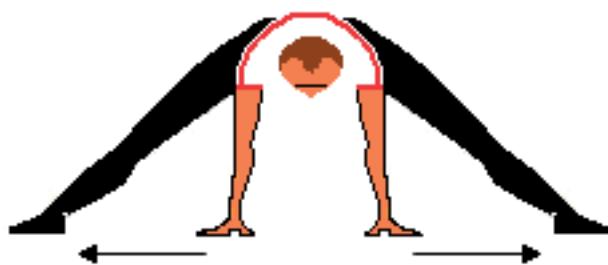
En todos los demás casos, aún aplicando coeficientes de corrección, los valores obtenidos solo deberán tener carácter orientador.

### Prueba nº 1: Apertura de piernas estiradas con apoyo de manos

Objetivo: medir la flexibilidad de la articulación coxofemoral en el gesto.

Medida: distancia entre talones.

Coeficiente corrector: longitud de las piernas.

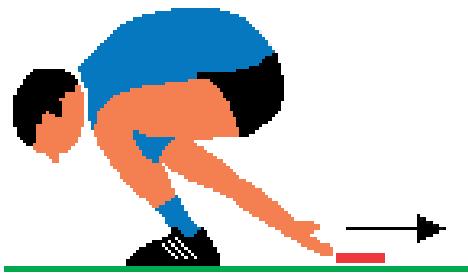


### Prueba nº 2: Flexión profunda

Objetivo: medir la flexibilidad general (especialmente de tronco en el plano del movimiento).

Medida: distancia entre punta de los dedos y línea de talones.

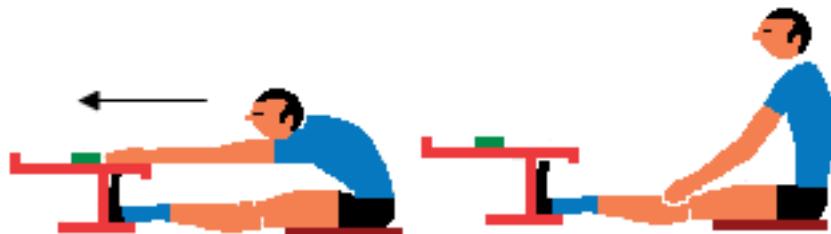
Coeficiente corrector: longitud de los brazos.



#### Prueba n° 3: Flexión de tronco adelante

Objetivo: medir la flexibilidad de la columna en el gesto (principalmente en la zona lumbar) y capacidad de estiramiento de la musculatura isquiotibial.

Medida: distancia entre la punta de los dedos y la línea de talones.



Coeficiente corrector: longitud de brazos o piernas (si hay desproporción).

#### Prueba n° 4: Hiperextensión de tronco atrás

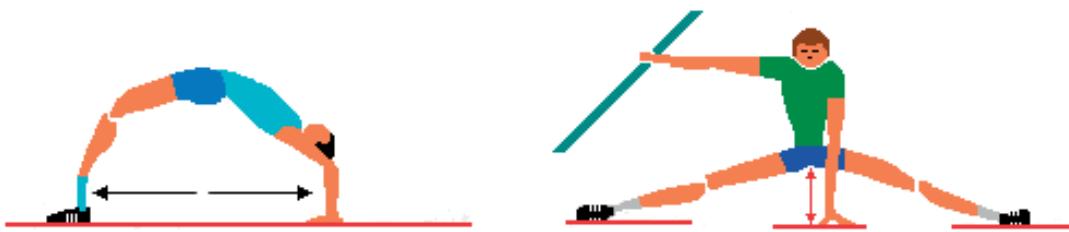
Objetivo: medir la flexibilidad de la columna en ese plano.

Medida: distancia entre la escotadura traqueal del manubrio del esternón y el plano horizontal.



Coeficiente corrector: longitud del tronco.

#### Otras pruebas de difícil baremación (Puente y Spagat)



## **6. SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DE LA FLEXIBILIDAD**

Entendemos como sistema de entrenamiento de la flexibilidad, el conjunto de «actividades físicas sistemáticas», encaminadas a mejorar o mantener la movilidad articular fisiológica, así como la extensibilidad y elasticidad muscular de todo el organismo o de segmentos específicos.

Básicamente existen cuatro formas de trabajo que engloban todos los métodos conocidos para el entrenamiento de la flexibilidad:

### **6.1 FORMAS ACTIVAS**

En ellas, el ejecutante alcanza las posiciones requeridas en el ejercicio, dentro del arco fisiológico articular, mediante su propio control y acción muscular voluntaria sin utilizar la inercia o ayudas exteriores. El atleta hace lenta o moderadamente los ejercicios. Algun autor llama a este tipo de trabajo «dinámico lento».

### **6.2 FORMAS PASIVAS**

Donde el ejecutante llega a posiciones algo más extremas, con la ayuda de un compañero o de un aparato. El atleta se «deja hacer», controladamente y de forma siempre lenta. A esta manera de trabajo, dado su escaso dinamismo, se le ha denominado «estático».

### **6.3 FORMAS CINÉTICAS**

En este caso se alcanzan las posiciones límites dinámicamente, con la ayuda de la inercia, compañero o aparatos. Todos los ejercicios se engloban en el concepto de «dinámicos». El ejecutante «hace y se deja hacer». Algunos textos los denominan ejercicios «dinámicos rápidos» o «balísticos».

### **6.4 FORMAS MIXTAS**

Son procedimientos de trabajo donde se realizan combinaciones de las formas descritas anteriormente.

## 7. MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO

Los procedimientos para entrenar la flexibilidad son muy diversos. Para definirlos, los hemos englobado en tres clases:

### 7.1 MÉTODOS ESPECIALES

Exclusivos de la medicina rehabilitadora y fisioterapia, y que un entrenador sin conocimientos y titulación específica nunca debe emplear, por los riesgos de lesión que este tipo de trabajos conllevan.

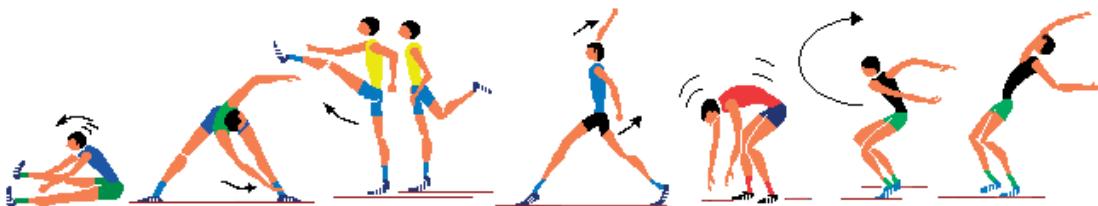
Suelen ser métodos pasivos. Se incluyen en este grupo las manipulaciones y las tracciones.

### 7.2 MÉTODOS TRADICIONALES

Constituyen el conjunto de procedimientos que agrupan todos los de ejercicios de flexibilidad (activos, pasivos y cinéticos), utilizados para el entrenamiento de aspectos de la gimnasia formativa, rítmica o deportiva.

Son ejercicios clásicos de estos métodos las flexiones, torsiones, circunducciones, estiramientos, oscilaciones, balanceos, rotaciones y los pequeños rebotes. Normalmente se insiste en la movilidad y estabilidad articular.

Dada la cantidad de ejercicios posibles, no nos vamos a detener en ellos, aunque nos interesa recalcar que estos métodos o ejercicios son fundamentales e imprescindibles en el entrenamiento de la flexibilidad de cualquier especialidad deportiva.



### 7.3 MÉTODOS MODERNOS

Agrupamos bajo este epígrafe a la serie de procedimientos que, aunque conocidos desde hace tiempo, solo se han empleado ampliamente en las últimas décadas.

En estos métodos se hace más hincapié en la extensibilidad muscular. Se conocen universalmente con el nombre de «stretching», y agrupan un amplio repertorio de ejercicios de elongación muscular, con el aspecto común de utilizar

formas de trabajo activas o pasivas, siempre de manera lenta, con incidencia de los factores neurológicos.

Dada su falta de dinamismo, deben considerarse como formas de trabajo complementarias a los métodos tradicionales, con las ventajas de ampliar la amplitud del movimiento, prevenir las lesiones y facilitar la recuperación, terminado el esfuerzo.

Describiremos a continuación las características de los métodos más conocidos.

#### a) «*Stretching simple*» o *estiramiento sencillo*

Consiste este procedimiento en adoptar de forma activa, determinadas posturas que permiten estirar lenta y selectivamente grupos musculares concretos.

Cada ejercicio se realiza en dos fases:

En la primera, llamada **estiramiento fácil**, el atleta adopta lenta y progresivamente la posición deseada, hasta notar una moderada o suave tensión en el grupo muscular estirado, permaneciendo en esa posición de 10 a 30 segundos, hasta sentir que la tensión disminuye, a la vez que respira con profundidad y de forma pausada.

La segunda fase o **estiramiento evolucionado**, se realiza inmediatamente después de la primera, con un aumento de la amplitud del estiramiento y con la misma técnica anterior, hasta notar de nuevo la tensión. Se debe ahora permanecer en esa postura, respirando pausada y profundamente, de diez a treinta segundos.

<b>1<sup>a</sup> FASE</b> <b>ESTIRAMIENTO FÁCIL</b>	<b>2<sup>a</sup> FASE</b> <b>ESTIRAMIENTO EVOLUCIONADO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entre 10 y 30 segundos</li> <li>- Estiramiento progresivo</li> <li>- Hasta notar suave tensión</li> <li>- Notar la disminución de la tensión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tras el estiramiento fácil.</li> <li>- Aumento progresivo de la tensión</li> <li>- Notar tensión suave</li> <li>- Entre 10 y 30 segundos</li> </ul>
 <b>RESPIRACIÓN:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lenta</li> <li>- Rítmica</li> <li><b>y</b></li> <li>- Controlada</li> </ul>	

Este tipo de estiramiento lento y progresivo, reduce o anula la respuesta refleja de los husos musculares (HM), permitiendo una mayor elongación del elemento contráctil muscular.

Los beneficios de este método de trabajo están demostrados, pues los músculos previamente estirados, tienen la posibilidad de contraerse con más fuerza, permiten movimientos más amplios, se lesionan menos y se recuperan mejor.



### b) «*Stretching fuerza*»

Se diferencia del método anterior en que utiliza también la inhibición muscular producida por la respuesta refleja de los órganos tendinosos de Golgi (OTG).

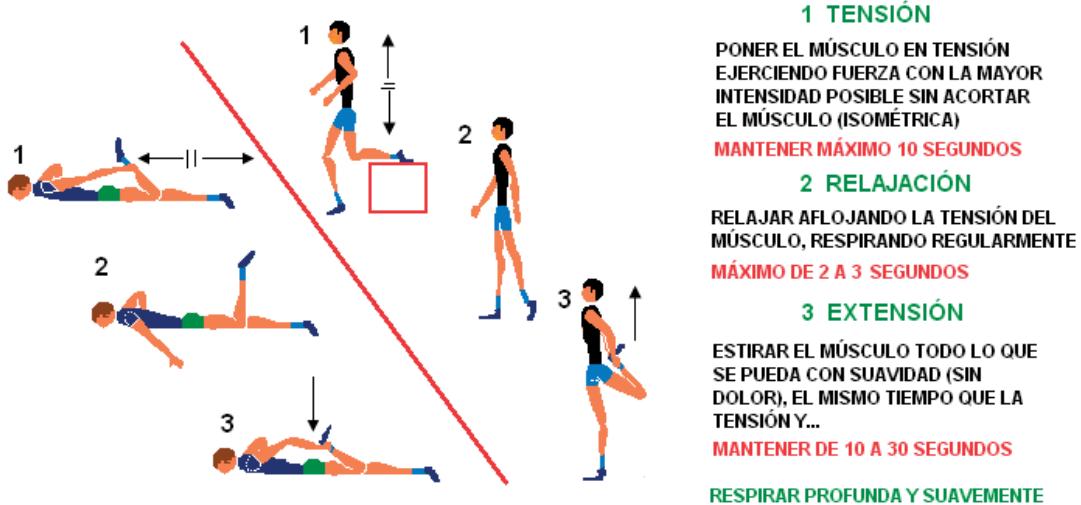
El procedimiento se ejecuta en tres fases:

La primera es de **tensión**, y consiste en realizar una contracción isométrica máxima durante 10 segundos del grupo muscular que se pretende estirar.

Inmediatamente se entra en la fase de **relajación**, en la que hay que relajar la musculatura implicada durante un corto espacio de tiempo (2 ó 3 segundos).

La última fase es la de **extensión**, que es igual que el *stretching simple* explicado con anterioridad.

El beneficio fisiológico añadido en esta modalidad, es que durante la primera fase de «tensión», si se hace correctamente y con la fuerza necesaria, se desencadena, por la activación de los OTG, una respuesta inhibitoria de la musculatura implicada, que se mantiene unos segundos al cesar el esfuerzo, lo que reduce el tono de dicha musculatura y permite una mayor elongación en la fase de extensión.



Hay otro beneficio añadido con este método, pues además de ampliar los del stretching simple, de forma indirecta, se mejora la fuerza de la musculatura activada.

Una variante de este procedimiento preconiza que es más efectivo reducir los tiempos de tensión isométrica a 4 ó 6 segundos. Indudablemente, este tiempo está más en consonancia con la posibilidad de realizar tensiones isométricas máximas.

### c) «Stretching asistido»

Aunque no es un entrenamiento habitual, lo reseñamos aquí porque nos permite repasar los efectos de los entrenamientos descritos anteriormente.

Se suele emplear por fisioterapeutas en la recuperación, después de una lesión, para mejorar la amplitud de movimiento en un determinado grupo muscular. Son actuaciones en los que se necesita la ayuda física de un asistente para su realización.

Su origen es la fisioterapia, donde se le denominó **facilitación neuromuscular propioceptiva** (FNP).

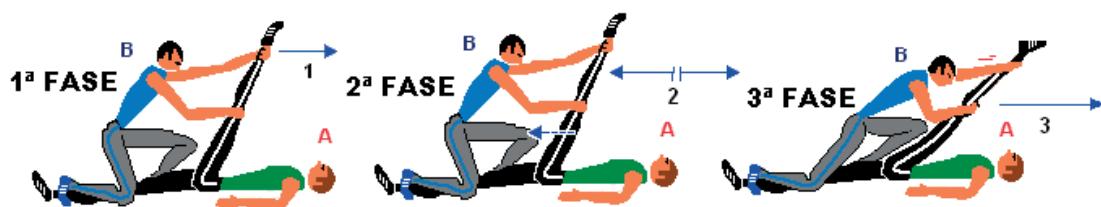
Es una forma mixta de trabajo, con un conjunto de acciones «facilitadoras», enfocadas a provocar respuestas, en su mayoría reflejas, que propicien una mayor amplitud en un gesto dado.

Existen diversas variantes de este método. Exponemos a continuación las más conocidas, con la ayuda de figuras esquemáticas de un ejercicio adecuado para el estiramiento de los músculos flexores de la pierna sobre el muslo (bíceps crural, semitendinoso y semimembranoso).

En los próximos dibujos esquemáticos:

- Las puntas de las flechas indican la dirección de los esfuerzos.
- Las flechas con trazos continuos, las acciones con movimiento.
- Las flechas «opuestas» señalan las acciones sin movimiento.
- Las flechas con trazos discontinuos, los esfuerzos isométricos del ejecutante.
- Los números indican el orden de realización de las acciones.

**1º)** Situados el ejecutante A y su asistente B en la posición de partida adecuada, se realiza el ejercicio con la siguiente secuencia:



**1<sup>a</sup>- Fase de estiramiento pasivo.**

Mientras «A» se relaja y se «deja hacer», «B» empuja progresivamente hasta que «A» le avisa que ha llegado próximo al «punto de dolor». Permaneciendo ambos en esa posición extrema de 10 a 15 segundos (la lentitud y progresión en el estiramiento, reduce la acción de los husos musculares implicados).

**2<sup>a</sup>- Fase de contracción isométrica.**

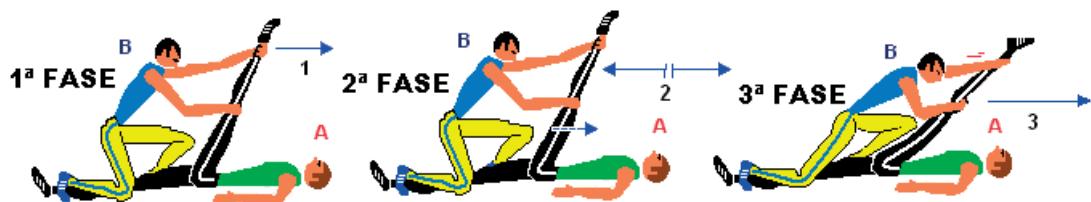
Desde la posición en la que se terminó la fase anterior, «A» empuja fuerte y progresivamente durante 6 u 8 segundos en dirección contraria al movimiento de la primera fase; «B» se opone firmemente para conseguir que el esfuerzo de «A» sea isométrico (con esta maniobra se pretende activar los OTG, para provocar una respuesta inhibitoria en la musculatura a estirar).

**3<sup>a</sup>- Fase de nuevo estiramiento pasivo.**

Donde «A» se relaja y «B» vuelve a empujar progresivamente, hasta las proximidades de un nuevo «punto de dolor», permaneciendo ambos en esa posición final de 10 a 15 segundos.

Como vemos, el procedimiento es muy parecido al de «Stretching fuerza», con las diferencias de que los estiramientos son pasivos y que se alcanzan posiciones más extremas, pues al hacerlo «pasivamente» permite más relajación del ejecutante. Además, si el asistente es experto, no permitirá movimientos compensatorios por parte del ejecutante.

**2º)** En la misma situación y posición de partida que el ejemplo anterior



1<sup>a</sup>- Fase estiramiento pasivo.

Igual que en el ejercicio anterior.

2<sup>a</sup>- Fase contracción isométrica de 6 a 8 segundos.

Desde la posición en que terminó la fase anterior, pero en este caso, «A» debe intentar realizar el esfuerzo máximo en la misma dirección del movimiento de la primera fase; «B» se lo impide y mantiene la posición.

Con esta operación se pretende activar el reflejo de inhibición recíproca, que como sabemos, actúa relajando proporcionalmente la musculatura antagonista, ante la contracción dinámica de los músculos protagonistas de una determinada acción.

3<sup>a</sup>- Fase

Igual que en el ejercicio anterior.

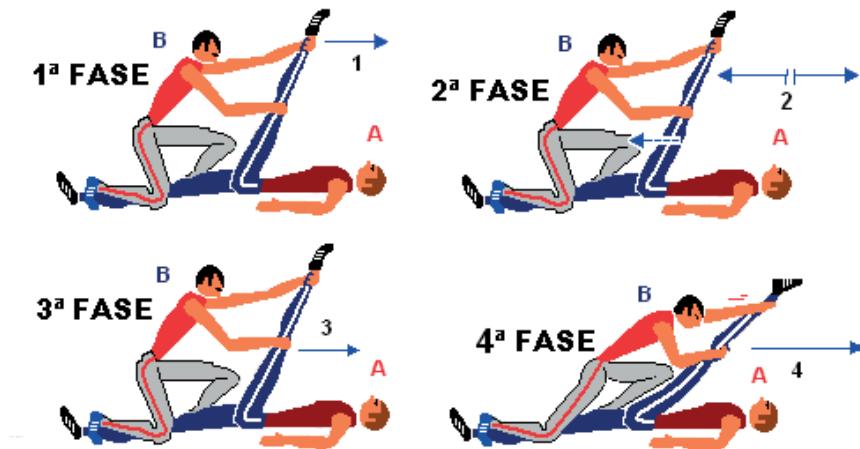
**3º)** En las mismas posiciones que en el primer ejercicio.

1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup>- Fases idénticas a las del primer ejercicio.

3<sup>a</sup>- Fase de contracción isotónica.

«A» intenta activamente ampliar el movimiento, y «B», en este caso, se lo permite (de este modo, al actuar dinámicamente la musculatura antagonista a la que se pretende estirar, se activa más el reflejo de inhibición recíproca, aumentando la relajación conseguida con la segunda fase).

4<sup>a</sup>- Fase, igual que en el primer ejercicio.



4º) En las mismas posiciones de ejecutante y auxiliar.

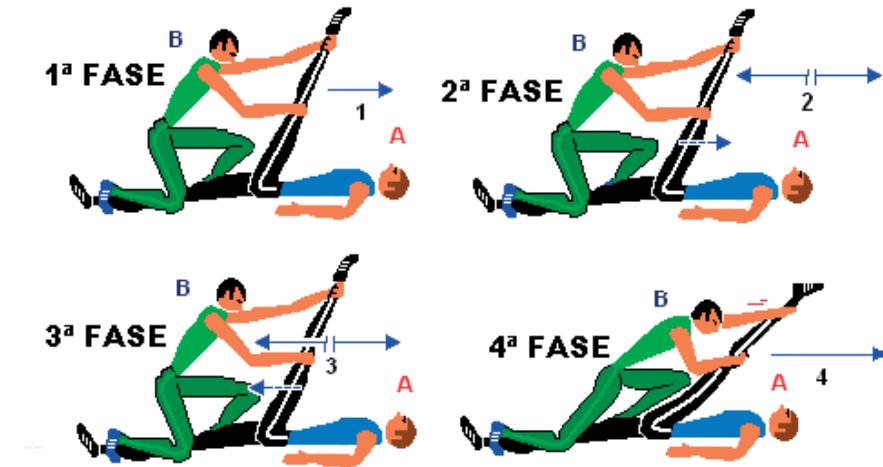
1ª- Fase igual que en el ejercicio anterior.

2ª- Fase, idéntica a la del segundo ejercicio.

3ª- Fase, contracción isométrica de la musculatura antagonista.

Ahora el esfuerzo se dirige en dirección contraria (de este modo, además de los reflejos OTG, se pretenden activar, con contracción isométrica, los de inhibición recíproca).

4ª- Fase, igual que en todos los ejercicios.



Las acciones isométricas también se pueden lograr aplicando, en su momento, electroestimulación en la musculatura adecuada.

Aunque hay en la actualidad tendencia a utilizar, casi con exclusividad, los métodos «modernos», recomendamos encarecidamente no dejar de emplear con frecuencia

los «tradicionales», pues es imprescindible atender a la movilidad articular y al dinamismo, para aproximarse a las exigencias de la especialidad deportiva.

Hay otros métodos no específicos para el entrenamiento de la flexibilidad deportiva, que mejoran esta cualidad, entre ellos destacamos el Yoga, el Tai Chi o el Pilates.

Antes de emplear cada uno de los métodos que hemos descrito, nos parece oportuno hacer las siguientes recomendaciones prácticas:

- Es conveniente tener conocimientos de las estructuras anatómicas y funcionales de las articulaciones y músculos que se van a trabajar.
- Un calentamiento previo, que incluya ejercicios suaves de movilidad articular de la zona, es esencial.
- El método de trabajo a utilizar, debe ser perfectamente conocido y adecuado al nivel y especialidad del atleta.
- Sea el procedimiento que sea, es fundamental la participación eficiente y concentrada del ejecutante.
- En todos los métodos, la exactitud, orden y progresión, deben ser norma de aplicación, controlando todas las acciones para evitar que se produzca la lesión.
- Hay que emplear el tiempo necesario a cada ejercicio, sin improvisar ni hacerlo a la ligera.
- Es aconsejable no insistir y menos sobrepasar el «punto de dolor».
- Es conveniente evaluar el progreso de forma periódica, mediante los mismos test.
- Hay que dar continuidad y variedad al entrenamiento.
- Se debe tener en cuenta que la flexibilidad es una cualidad a atender en todo tiempo y en cualquier tipo de especialidad deportiva, dedicándole la atención necesaria.

El entrenamiento de la flexibilidad, si se realiza correctamente, tiene notables ventajas:

- Mejora la aptitud física general y específica.
- Amplía las capacidades mecánicas.
- Posibilita el desarrollo técnico.
- Incrementa la coordinación intermuscular.
- Mejora la relajación.
- Facilita la recuperación muscular.

A veces se considera a la cualidad fuerza como limitante de la flexibilidad, pero no tiene necesariamente que ser así si se entrena conjuntamente. Es más, en muchos casos, la fuerza es coadyuvante en la estabilidad articular y en el dinamismo del gesto flexible.



# CAPÍTULO SÉPTIMO

## COORDINACIÓN Y EQUILIBRIO

### **1. CONCEPTO DE COORDINACIÓN**

La gama de movimientos humanos posibles es incalculable, pero hasta el gesto más sencillo es producto de la activación e interacción de numerosas y diferentes unidades motoras, que a su vez pueden responder de muy diversa forma, según los estímulos que desencadenen su acción.

El centro que organiza, ajusta y regula todos estos movimientos voluntarios del cuerpo, radica en el área motora del cerebro y cerebelo.

El ser humano está diseñado para el movimiento. Desde que nace e incluso antes, va adquiriendo experiencias motrices que almacena de algún modo en su memoria. Aquellas experiencias que se reiteran, se convierten en habituales, pudiéndose transformar en acciones automáticas inconscientes. Sin embargo, para que un nuevo gesto sea aprendido, es necesario el control consciente y el apoyo en otros gestos registrados en la memoria motora.

Todo movimiento nuevo se asienta sobre experiencias anteriores y lo auténticamente nuevo son las «combinaciones» de las acciones aprendidas con anterioridad.

Se puede afirmar que excepto los gestos llamados genéticos, como por ejemplo la acción de mamar en los bebés u otros reflejos innatos, todos los demás son movimientos aprendidos.

Como en todo aprendizaje, cuanto más amplia, veraz y sólida sea la base o memoria motriz, habrá muchas más posibilidades de perfeccionamiento.

## 2. DEFINICIÓN DE COORDINACIÓN

Son numerosos los sinónimos de la palabra «coordinación», y de ahí la cantidad de definiciones posibles. Centrándonos en el aspecto deportivo, estimamos como la más correcta la siguiente: «*Capacidad para crear, reproducir y ejecutar las acciones físicas demandadas, con facilidad, dinamismo, precisión y soltura, sin aparente gaste de energía*».

También son válidas estas otras:

- «Capacidad de sincronización de los músculos productores del movimiento deseado, en el momento preciso, con la velocidad e intensidad adecuadas».
- «Capacidad intramuscular e intermuscular para reproducir un gesto, adaptándose con facilidad a sus posibles variables».
- «Relación óptima entre el sistema nervioso y el sistema muscular, para realizar los movimientos requeridos con facilidad y dinamismo».

De las definiciones se desprende que para considerar a un movimiento como coordinado, se deberían cumplir los siguientes requisitos:

- Precisión en su ejecución, tanto en tiempo como en espacio.
- Esfuerzo muscular proporcionado a la exigencia del movimiento.
- Independencia muscular: solo debe intervenir la musculatura necesaria y en la medida justa, sin posibles acciones parásitas ajena al movimiento deseado.
- Exactitud: el movimiento debe coincidir con lo que se siente y quiere hacerse.
- Facilidad: el gesto aunque requiera concentración y esfuerzo muscular, debe sentirse y dar la sensación de que se realiza con fluidez y soltura.

De todo lo anterior se deduce que la coordinación es una cualidad compleja muy relacionada con las otras cualidades físicas y dependiente de diversas capacidades.

## 3. CLASES DE COORDINACIÓN

Son tantos los aspectos que se pueden considerar, que las clasificaciones, por lógica, tienen que ser cuantiosas. Detallamos a continuación las más conocidas:

- **La coordinación intermuscular:** se refiere a la perfecta relación que debe existir, en un movimiento coordinado, entre las acciones de los músculos agonistas, antagonistas y sinergistas.
- **La coordinación intramuscular:** se ocupa de la acción selectiva de las fibras del músculo aislado, para conseguir la acción deseada con la fuerza precisa y a la velocidad requerida.
- **La coordinación gestual:** se aplica al control preciso del cuerpo. Puede ser global o parcial. La coordinación global es la que atañe a todo el cuerpo,

y la coordinación parcial o segmentaria, es la que concierne exclusivamente a determinadas partes del cuerpo.

- **La coordinación locomotora:** se refiere al ajuste preciso de los segmentos corporales en los desplazamientos globales (carreras, saltos, giros etc.).
- **La coordinación espacial o deportiva:** es la que versa sobre el control preciso del propio cuerpo, pero en relación con el espacio disponible, con los movimientos del adversario o con el control de determinados artefactos (pelotas, raquetas, mazas etc.).

#### **4. LAS CAPACIDADES COORDINATIVAS**

Actualmente se habla y se escribe más sobre las cualidades o capacidades coordinativas, que de la coordinación en sí.

Se conoce como **Capacidades Coordinativas** a aquellas que posibilitan, desencadenan, regulan, ajustan o controlan el movimiento y que, en su conjunto, determinan el grado de coordinación del individuo.

Estas capacidades son interdependientes, de tal modo que el fallo de una sola de ellas compromete la eficacia y el buen resultado del gesto deportivo.

Las capacidades coordinativas se engloban en tres grandes grupos:

- **Capacidad de aprendizaje:** entendida como la facilidad para adquirir y asimilar experiencias motoras. Depende de la memoria motriz previa, de la capacidad de percepción (cinestésica, vestibular, visual y auditiva), de la capacidad mental y de la predisposición del atleta para aprender (motivación, atención y concentración).
- **Capacidad de realización motora:** o posibilidad para reproducir y crear gestos con exactitud. No se basa solo en las facultades de fuerza, velocidad o flexibilidad necesarias, sino también en el nivel de otros sentidos, como el del ritmo, la orientación o el equilibrio.
- **Capacidad de readaptación o de rectificación:** es la facultad de crear y realizar, de inmediato, un nuevo gesto ante el error o cambio de situación.

Para conseguir un buen y ponderado desarrollo de estas capacidades, son necesarios, además de una predisposición genética, un entrenamiento oportuno, una adecuada maduración biológica, unas experiencias previas fieles, una amplia memoria motriz, y una acorde capacidad física.

#### **5. EVOLUCIÓN DE LA COORDINACIÓN**

Es una cualidad que mejora con la edad, debido a que va muy ligada a la maduración biológica.

Tiene una fase positivamente sensible en la niñez, entre los 6 y 11-12 años, y una fase de crisis en la pubertad y primera adolescencia hasta aproximadamente los 14 años, en la que la coordinación se estabiliza e incluso puede descender, para volver a crecer hasta alcanzar la madurez estimada en los 20 años. En esta última fase, el mejoramiento de esta cualidad es menos palpable y se considera que, de existir, se debe más al incremento de la condición física que al desarrollo de la coordinación.

## **6. SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DE LA COORDINACIÓN**

Se comete un error al identificar el entrenamiento de la coordinación con el aprendizaje de algunas habilidades propias de un deporte determinado, pues aunque esas destrezas lleguen a estar muy conseguidas, no serán más que unas reducidas experiencias, que si no tienen la base de una coordinación general previa, limitarán al atleta para otras habilidades e incluso para mejorar las de su especialidad.

Para actuar con lógica, el entrenamiento debe ir enfocado a mejorar todas y cada una de las capacidades que determinan esta cualidad. Para ello es fundamental actuar en los años sensibles, con actividades que mejoren sobre todo la coordinación general, sin por ello desatender la específica.

Entendiendo el entrenamiento de la coordinación como un aprendizaje, se deben respetar las condiciones del mismo, yendo paulatinamente de lo fácil a lo difícil, de lo simple a lo complejo y de lo lento a lo veloz.

Clasificamos los trabajos para mejorar la coordinación en tres grupos:

**A)** Trabajos en los que no se moviliza ningún artefacto o solo se usan para apoyo o suspensión del propio cuerpo. En este primer grupo se incluyen todos los ejercicios encaminados al conocimiento y exacto control de los distintos segmentos corporales, mediante gestos globales o parciales de desplazamientos, equilibrios, volteretas, giros, saltos, etc., en acciones sucesivas, simultáneas, simétricas, asimétricas, enlaces de unos ejercicios con otros, con cambios de posición y de ritmo.

**B)** Tareas conducentes a manejar con habilidad diversos artefactos (pelotas, aros, picanterías, mazas, etc.), a las que se suman los ejercicios y variantes del primer grupo. Aquí se deben practicar todo tipo de conducciones, lanzamientos, recepciones, equilibrios, cálculo de trayectorias de diversos móviles y adaptación corporal para la recepción de los mismos, etc.

**C)** El tercer grupo comprende toda la gama de habilidades propias de la técnica de la especialidad deportiva.

Como propuesta para un correcto entrenamiento, sugerimos empezar por los trabajos de coordinación general entre los 6 y los 12 años, mediante destrezas básicas del primer y segundo grupo, simultaneándolas en menor medida con habilidades coordinativas específicas del tercer grupo. A partir de trece o catorce años, el trabajo ya debe ser más específico y con más requerimientos de fuerza y velocidad.

Superados los 18 años, ya es muy difícil asimilar una buena base coordinativa, y por eso es preferible dedicarse al aprendizaje y perfeccionamiento de las destrezas específicas.

Como mejores procedimientos indicamos, por su carácter lúdico y estimulante, toda clase de juegos de habilidad simples o complejos, con modificaciones progresivas en dificultad de las condiciones de ejecución. En la consulta de textos adecuados y en la técnica de la especialidad encontrará el entrenador elementos suficientes para mejorar esta cualidad.

## **7. EQUILIBRIO**

Siendo un sentido, en ocasiones se le ha dado la condición de cualidad física por su notable influencia en el deporte, donde los desequilibrios y ajustes equilibradores son frecuentes en cualquier especialidad.

Aunque forma parte de las llamadas «capacidades coordinativas», lo analizamos y ampliamos, un poco aparte, por la gran influencia que su entrenamiento tiene en la mejora de la capacidad de rectificación ante el error, así como en el perfeccionamiento de la percepción cinestésica, visual y vestibular.

## **8. CONCEPTO Y DEFINICIÓN DEL EQUILIBRIO**

El sentido del equilibrio no es innato, sino adquirido y por tanto, muy relacionado con el aprendizaje y susceptible de ser muy mejorado con el entrenamiento.

El mantenimiento del equilibrio se aprende por experiencias vitales y se acaba convirtiendo en automático, pero siempre con participación de los centros cerebrales superiores. Cualquier nueva tarea tiene que apoyarse en experiencias anteriores.

En el ser humano, en la mayoría de las situaciones activas, el equilibrio es inestable. Su nivel de estabilidad va a depender del grado de sensibilidad de determinados órganos perceptores y de la capacidad de respuesta motora equilibradora.

Los órganos aludidos están localizados principalmente en el oído interno y constan de unos receptáculos (utrículo, sáculo y canales semicirculares) en los

que mueven una especie de cristales (otolitos) y un líquido (endolinfa). Ante cualquier movimiento de la cabeza, el desplazamiento del líquido en los canales semicirculares y la presión de los otolitos en utrículo y sáculo, activan unos receptores nerviosos, enviando la información al cerebelo, donde se analiza y dispone la adecuada respuesta motora.

Otros órganos importantísimos que intervienen en el mantenimiento, y en su caso, recuperación del equilibrio, son la vista, informando sobre posiciones con respecto al espacio que nos rodea, y los receptores situados en la piel, músculos y tendones, mandando informes, en función de los cambios que por posición, presión o estiramiento, se produzcan con respecto a una situación inmediatamente anterior. Sin olvidar los factores psicológicos como el acostumbramiento a la altura, la emotividad, el miedo, etc.

En física se define el **Equilibrio** como: «Estado mecánico de un cuerpo, solicitado por un sistema de fuerzas, cuya resultante es cero».

En el ámbito deportivo entendemos el **Equilibrio** como: «Capacidad coordinativa que permite mantener y controlar una posición del cuerpo (estática o dinámica) posible y requerida».

## 9. SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DEL EQUILIBRIO

Como es lógico, sigue las mismas pautas que las indicadas en el entrenamiento de la coordinación, con ejercicios que perfeccionen todos y cada uno de los órganos del equilibrio. La fase más sensible se sitúa entre los 8 y 13 años.

De forma general, indicamos algunos ejercicios convenientes para el desarrollo del equilibrio:

- Disminución de la base de sustentación.
- Cambios de altura del centro de gravedad.
- Pérdidas y recuperación voluntaria de posiciones estables.
- Saltos, giros diversos y volteretas.
- Cambios frecuentes de trayectorias y velocidad en desplazamientos.
- Equilibrios de objetos sobre la cabeza, manos y pies.
- Locomociones sobre bases reducidas, fijas o móviles y a diferentes alturas.

Estos ejercicios con los ojos tapados o aumentando su dificultad combinándolos, reduciendo los apoyos, o provocando desequilibrios mediante empujones o tracciones (inesperados o no vistos por el ejecutante), constituyen un buen medio para el desarrollo básico de este sentido.

# CAPÍTULO OCTAVO

## NUEVOS MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO

### *1. INTRODUCCIÓN*

En este libro hemos pretendido detallar y fundamentar conceptos y métodos para el desarrollo y la mejora de las diferentes cualidades físicas. Interiorizando sus contenidos, el entrenador habrá logrado un buen nivel de conocimientos para poder entrenar a sus atletas, cualquiera que sea la disciplina, edad, sexo, nivel o carencias físicas a mejorar, y con recursos sobrados para hacer frente a cualquier contingencia relacionada con la preparación física.

El conocimiento y dominio de la anatomía humana, la fisiología del ejercicio, las diferentes cualidades físicas y su combinación y periodización, dotan al entrenador para aplicar correctamente los entrenamientos adecuados, y para crear sus propios métodos. Por ello, hemos huido de recetas y de fórmulas cerradas, muy de moda últimamente. Y están de moda porque se han unido, en un cóctel de escasa seguridad, dos realidades:

La primera realidad es un desmedido culto a la imagen física, quedando bastante relegados otros objetivos como la mejora de ciertas cualidades físicas o la mejora de la salud, en favor de otro objetivo, el de mejorar la imagen, sea como sea, cueste lo que cueste: entrenamientos inadecuados; anabolizantes para aumentar masa muscular; termogénicos para quemar grasas; batidos de proteínas «recetados» por auténticos ignorantes a jóvenes que se inician en el entrenamiento en gimnasios ... En esta primera realidad encontramos el primer peligro.

La segunda realidad está relacionada con la anterior y con una triste tendencia cada vez más extendida: la de «ir a lo fácil». Saber entrenar es algo que se consigue con formación, esfuerzo, experiencia y tiempo, pero la sociedad tiene mucha prisa. Prisa por todo. No quiere formación. Quiere métodos. Quiere

fórmulas. Pero los métodos y las fórmulas chocan de frente contra muchos principios básicos del entrenamiento, sobre todo contra la individualización, la progresión y la periodización. Y lo que es peor: las fórmulas y métodos, por su simpleza, pueden ser impartidas por personas sin conocimientos ni recursos. Este es el otro gran peligro.

Pero de cualquier modo, como hemos dicho, es la realidad. Y como entrenadores, nuestra obligación es la de conocer las nuevas tendencias, e impartir estos nuevos métodos, pero dotándolos de la base, orientación, alternancia, recuperación y planificación que les está faltando en muchos casos, casi siempre por falta de escrúpulos o conocimientos.

Así pues, para un altísimo porcentaje de la población «deportivamente activa», el objetivo de su actividad es lograr mejor apariencia física. Ganar masa o tono muscular, y perder grasa. Para conseguir estos objetivos, el entrenamiento «popular no dirigido» ofrecía pocas salidas, y las más extendidas eran el entrenamiento de culturismo en el gimnasio (trabajo con pesos y máquinas de aislamiento de grupos musculares) para aumentar musculatura; el *jogging* o carrera continua de larga duración para la pérdida de grasa, y aerobic o similares para tonificación y quema de grasa.

Todos estos métodos tienen sus pros y sus contras. Sus pros ya todos los conocemos, pues los hemos estudiado y nos hemos beneficiado de ellos durante décadas. Pero veamos algunos de sus contras:

- El método de culturismo para ganancia de fuerza y masa muscular es un método que aísla grupos musculares para desarrollarlos por separado de un cuerpo que debe funcionar como un todo. Si no se alterna convenientemente con otros entrenamientos (y por lo preciso y cuadriculado en número de repeticiones, intervalos de descanso, series y repeticiones), puede entrar en conflicto con una concepción del atleta como alguien capacitado para combatir exitosamente cualquier dificultad física que se le presente en el «mundo real».

Por otro lado, aunque depende mucho del tipo de entrenador que al deportista le tocara en suerte, lo habitual era y es que las rutinas de entrenamiento de gimnasio estén destinadas a construir un músculo más para presumir que para utilizar, ya que se trabaja en un ángulo de tracción con muy poca variación, con un rango de movimiento muy concreto y durante un tiempo o número de repeticiones también muy concreto, por lo que toda situación real (diferente en duración, carga, repeticiones, rango y/o angulación) en la cual ese deportista tuviera que mostrar su aparente capacidad, inevitablemente se convertía en fracaso, o al menos en algo mucho menor de lo esperado.

- El *jogging* o la carrera continua de media-baja intensidad es un excelente recurso de entrenamiento, pero como único método para la pérdida de grasa corporal (tal y como se promocionó desde los años 70), e incluso como única

actividad física para mantenerse en forma, tiene también algunas contras: excesivo desgaste en las articulaciones del tren inferior; aumento de hormonas catabólicas (cortisol) en sangre que dificultan la utilización de la grasa como combustible y consumen tejido muscular; actividad muy prolongada, en muchos casos pesada o poco motivante (sobre todo cuando se realiza en cinta, rodeado de paredes y luz artificial)... En definitiva, un buen recurso, pero si no se combina como hemos detallado en el capítulo de RESISTENCIA, tiene estos inconvenientes y sus resultados tienden fácilmente al estancamiento.

Basado en sus estudios sobre el impacto metabólico que el entrenamiento intervalado producía en los atletas, en 1996, el Dr. Izumi Tabata publicó sus conclusiones en las que afirmaba que un corto entrenamiento a breves intervalos de alta intensidad, producía mayores avances en el deportista a nivel cardiovascular, metabólico, anaeróbico e incluso aeróbico que un entrenamiento aeróbico tradicional. Siendo justos, tampoco era una novedad, ya que en 1940, el Dr. Reindell ya relacionó los esfuerzos cortos e intensos con mejoras a nivel cardiovascular incluso para pacientes enfermos, y que en los años 50, Emil Zatopek marcó grandes diferencias con los atletas de su época gracias al entrenamiento intervalado. Pero esta concepción tan «concentrada» del *interval training* atrajo a muchos adeptos, iniciándose con ello una de las nuevas corrientes de entrenamiento que vamos a desarrollar: el HIIT.

## 2. **HIIT**

**HIIT** (High Intensity Interval Training) es la denominación genérica de varios tipos de entrenamiento con los siguientes rasgos comunes:

- Utilización por lo general de un único ejercicio, muy global, que involucre a un gran número de grupos musculares, y con clara y positiva transferencia a movimientos o esfuerzos posibles en la vida cotidiana.
- Trabajo en intervalos cortos de alta-muy alta intensidad (del 80% al 100%), combinados con pausas o descansos cortos.
- Poca duración de las sesiones de entrenamiento, por la intensidad del mismo.

Aunque no el único, el objetivo principal del HIIT es la pérdida de grasa del ejecutante, sin comprometer a su masa muscular. Esto se consigue gracias a que las altas intensidades aceleran notoriamente el metabolismo para que el organismo pueda restablecer su equilibrio homeostático. Como ya sabemos, al terminar un ejercicio (y mucho más a mayor intensidad del mismo), se necesita pagar la deuda de oxígeno acumulada, recargar glucógeno, resintetizar ATP, reparar daños celulares, aclarar el lactato producido... El organismo hace frente a todos estos compromisos activando el sistema aeróbico y obteniendo de las grasas la energía necesaria para ello. Este proceso, común a todos los entrenamientos de cierta

intensidad, en el caso de los HIIT es más intenso y duradero que el que generan otros entrenamientos.

La merma de la masa muscular del deportista mientras pierde masa grasa, inevitable en entrenamientos aeróbicos prolongados, se debe a que durante esa actividad, el organismo tiende a reducir la producción de hormonas anabólicas (testosterona, GH e IGF) y a aumentar la producción de hormonas catabólicas (cortisol), que consumen masa muscular, aparte además de dificultar algo la utilización de grasas como combustible. Pero con entrenamientos intervalados de alta intensidad, la producción de hormonas anabólicas aumenta y la de hormonas catabólicas se inhibe, por lo que no se produce destrucción de masa muscular, y los bajos niveles de cortisol no interfieren en la combustión de las grasas.

Para que la combustión mantenida de las grasas sea realmente apreciable, el HIIT debe mantenerse en un ratio de trabajo-descanso de 2:1 como mínimo y 1:4 como máximo (ratio de 2:1 podría ser 20 segs. de trabajo y 10 segs. de descanso; Ratio de 1:4 podría ser de 15 segs. de trabajo y 60 segs. de descanso). El HIIT puede realizarse entre 2 y 3 veces a la semana, y debe complementarse con otros entrenamientos.

El HIIT tiene sus precursores más lejanos en el *interval training* y en el tradicional entrenamiento en circuito. Más cercano en el tiempo, encontramos el método *cross training*, un entrenamiento tipo circuito consistente en una actividad de 30 minutos, durante la cual se realizarán diferentes ejercicios funcionales (globales, no localizados, y de positiva transferencia a movimientos de la «vida real») de sencilla ejecución, sin material o con material ligero (mancuernas, combas, cajones, *push up bars*, cinturón ruso para sentadillas), con 60 segundos de ejecución a ritmo normal y 30 segundos de descanso entre ejercicios. El ritmo de ejecución no es muy alto, e incluye gran variedad de ejercicios en la misma sesión, por lo que no sería posible su inclusión en los métodos HIIT (más bien es un HIT, que explicaremos más adelante). Sin embargo, por la considerable elevación de la frecuencia cardíaca, por los efectos metabólicos que produce, por su aceptación y porque aclaró el camino hacia los HIIT que inició el *circuit training*, hemos querido mencionarlo.



FONDOS CON PUSH UP BARS

Los siguientes métodos, ya son puramente HIIT, y utilizan un único ejercicio para toda la sesión. Estos ejercicios pueden ser pedaleo, carrera/*sprint*, remo en máquina... etc. Comenzaremos citando los sencillos métodos Little-Gibala y Timmons.

El método **Little-Gibala** está inicialmente ideado para carrera o bicicleta, y consiste en realizar 3 veces por semana de 8 a 12 series de 1 minuto de muy alta intensidad, con un descanso de 1'15" entre series. Dada la gran exigencia de este método, los propios creadores del mismo idearon una versión facilitada para principiantes, consistente en realizar 3 veces por semana 10 series de 1 minuto a intensidad del 60% aproximadamente, con un descanso de 1 minuto entre series.

El método **Timmons** también está inicialmente concebido solo para bicicleta, aunque es aplicable a otras formas de ejercicio. Consiste en realizar 3 veces por semana 3 series de 2 minutos de pedaleo suave + 20 segundos de pedaleo *sprint*. Es un método apto para principiantes, por su sencillez y poca duración. Aunque creemos que es demasiado premio darle tanto bombo a un sistema que no pasa de ser un pequeño fartlek en bicicleta.

Pero el método HIIT por excelencia es el método **Tabata**, consistente en un cortísimo entrenamiento de 4 minutos de duración en el que se realizan 8 series de un mismo ejercicio (*sprint*, pedaleo, remo, empujes, tracciones...) a máxima intensidad durante 20 segundos, con una breve pausa de 10 segundos entre series. Según estudios del propio Dr. Tabata, las mejoras no solo anaeróbicas, sino también aeróbicas con solo estos 4 minutos de entrenamiento, superarían a las de otros entrenamientos aeróbicos de una duración 10 veces mayor, y a nivel de consumo de grasa, se cuantifican en el triple, gracias a la puesta en marcha la respuesta hormonal post ejercicio y del pago de la deuda de oxígeno, ambos anteriormente tratados.

El método Tabata no suele generar muchas lesiones (sobrecargas en su mayoría), pero a nivel cardiopulmonar es muy duro, y desaconsejable para personas sin una aceptable base aeróbica y anaeróbica y/o con cardiopatías.

Para principiantes o para quienes quieran realizar un progresivo acercamiento a este método (minimizando así el impacto de sus rigores), es una buena opción reducir el tiempo de actividad, aumentar el tiempo de descanso, o ambas cosas (por ejemplo, ciclos de 15 segs. de ejercicio y 15 de descanso), tal y como hemos sugerido anteriormente al hablar de las ratios actividad-descanso de los HIIT.

### 3. HIT

Paralelos al HIIT, encontramos otros métodos actuales que comparten la idea de las altas intensidades, pero no se consideran entrenamientos intervalados,

ya que las pausas de recuperación no responden a ningún patrón preciso. Estos métodos reciben la denominación de HIT (High Intensity Training), y entre todos ellos, aparte del anteriormente citado cross training, los más conocidos serían, el *power 90 extreme* el *Insanity*, y sobre todo el *crossfit*.

### 3.1 P 90 X

El **Power 90 Extreme** (abreviado **P90X**) es un intenso programa de ejercicios «caseros». Le denominamos así porque necesitan de muy poco equipamiento: una esterilla, un juego de mancuernas, unos agarres para fondos o *push-up bars*, bandas elásticas, una barra de dominadas y poco más. Su objetivo también es lograr un cambio metabólico, consumo de grasas y tonificación muscular general en 90 días, entrenando 6 días por semana en sesiones de alrededor de una hora de duración, y de forma variada cada día para crear lo que llaman «confusión muscular», o lo que es lo mismo, evitar que el músculo se adapte al mismo tipo de esfuerzo.

Para ello utilizan multitud de ejercicios en la misma sesión, realizados a intensidad media-alta, con cortos intervalos de recuperación cada cierto número de ejercicios (variable y aleatorio) y rápidas transiciones entre ejercicios para mantener la intensidad. Cada jornada está destinada a un trabajo diferente. La periodización de estos 90 días se hace en 3 ciclos de 4 semanas. En el primer ciclo, las 3 primeras semanas se trabaja con el siguiente plan:

#### Primer Ciclo

- Lunes: entrenamiento de musculatura pectoral y dorsal.
- Martes: entrenamiento pliométrico.
- Miércoles: entrenamiento de deltoides y brazos.
- Jueves: Yoga.
- Viernes: entrenamiento de piernas y dorsales.
- Sábado: técnicas de artes marciales.
- Domingo: descanso.

En la 4<sup>a</sup> semana o «semana de descarga», se trabaja 6 días alternando un día entrenamiento aeróbico, otro día yoga y otro día entrenamiento de la musculatura central estabilizadora del cuerpo, conocida genéricamente como «core».

En el segundo ciclo se mantiene la misma organización, pero cambia el plan diario:

#### Segundo Ciclo

- Lunes: entrenamiento de musculatura pectoral, deltoides y tríceps.
- Martes: entrenamiento pliométrico.
- Miércoles: entrenamiento de dorsales y piernas.

- Jueves: Yoga.
- Viernes: entrenamiento de dorsales y bíceps.
- Sábado: técnicas de artes marciales.
- Domingo: Descanso.

En la 4<sup>a</sup> semana, se hará lo mismo que en la semana de descarga anterior.

En el Tercer Ciclo, las 2 primeras semanas se entrena como en el primer ciclo, y las dos últimas como en el 2º ciclo.

El P 90 X ha tenido versiones posteriores, en las que se reducen a la mitad la duración de las sesiones y sus contenidos abarcan desde Pilates hasta ejercicios con plataformas inestables (*fitballs* y *bosus*), algo que trataremos un poco más adelante.

Los riesgos del P90X son los mismos que los de otros sistemas en los que llevamos el ritmo cardíaco a regímenes altos y mantenidos. También el hecho de trabajar con poco material específico hace que algunas articulaciones se vean sobrecargadas, por estar constantemente soportando peso y posiciones forzadas un ejercicio tras otro.

### 3.2 INSANITY

Es un programa de 60 días cuyo objetivo también es conseguir reducir grasas, lograr un cambio metabólico y firmeza muscular, aunque tampoco es un método eficaz para ganar fuerza.

Las sesiones de Insanity duran alrededor de 45 minutos y en ellas se entrena con multitud de sencillos ejercicios corporales (sin material), muy globales (que implican a muchos grupos musculares), realizados a alta intensidad durante 3 minutos, permitiendo un descanso entre ejercicios de 30 segundos.

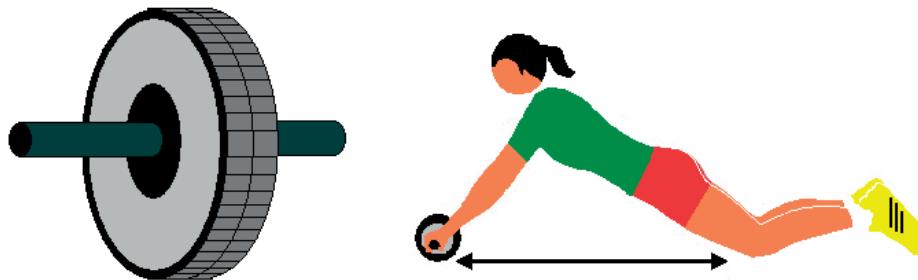
El método propone entrenar 6 días a la semana, por lo que el apelativo de «Insanity» (Locura), está más que justificado.

Creemos que el riesgo de lesión o de sobreentrenamiento es más que posible, así como un evidente riesgo cardíaco, sobre todo en personas que no tengan una buena forma física. Aunque sí podrán adaptarlo a su nivel con intervalos de actividad más cortos y pausas más prolongadas.

### 3.3 CROSSFIT

El **Crossfit**, concebido en 2002 por Greg Glassman, es una corriente de entrenamiento muy actual y extendida, cuyo objetivo es la formación de atletas completos pero no especializados. Está basada en la realización de muy variados ejercicios funcionales, realizados a alta intensidad. Estos ejercicios pueden ser con

o sin desplazamiento, y con o sin material. Cuando se utiliza material, este suele ser también variado y a la vez muy simple: barras de suspensión, sacos terreros, carretillas, *ab-wheels*, cuerdas de trepa, pesas rusas, neumáticos de tractor, etc.



### Abdominales con Ab-Wheel

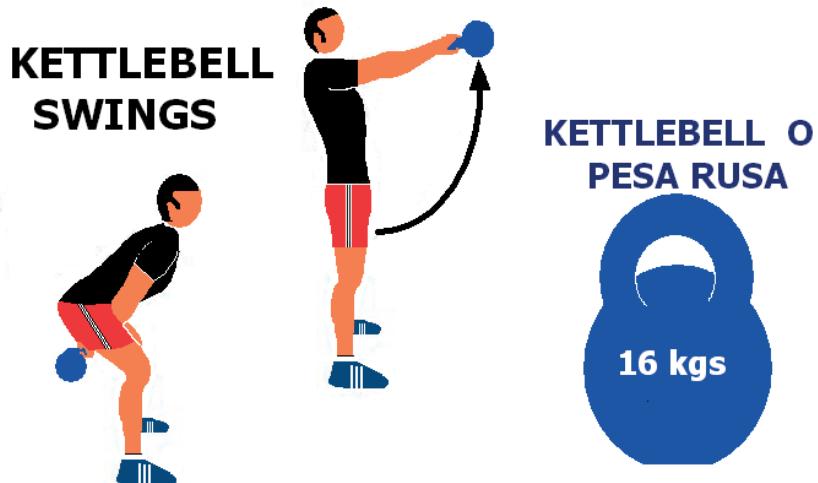
El *crossfit* lógicamente incluye pausas intermedias de recuperación entre intervalos de alta intensidad, pero esos intervalos y esas pausas no están reguladas ni delimitadas como en el HIIT, sino que las marca la necesidad de descanso del atleta, y pueden ser muy variables tanto en número como en duración. Lo que asegura la alta intensidad es el propio carácter competitivo del entrenamiento, que se suele hacer contrarreloj y cuyos resultados, o tiempos, o repeticiones/series se anotan públicamente en pizarras expuestas para mantener la motivación y el espíritu competitivo de los atletas del «box» (así llaman al gimnasio *crossfit* sus usuarios).

Las sesiones de entrenamiento, también llamadas «WOD» (Workout Of the Day) se plantean casi aleatoriamente. No hay una programación previa, pues otro de sus objetivos es evitar la adaptación muscular mediante el trabajo sorpresivo. Aunque a su vez, este es uno de sus grandes inconvenientes, ya que para progresar sabemos de sobra que es fundamental programar el entrenamiento. Para aquellos atletas que buscan solo pérdida de peso o mejoras metabólicas, esto no tendrá importancia, pero aquellos que busquen progresar cualquiera de sus cualidades físicas, tendrán que buscar otros métodos.

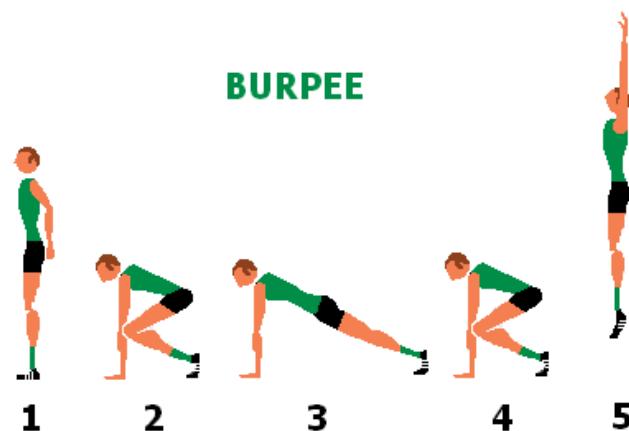
Una sesión de *crossfit* constará de un calentamiento previo de unos 10-12 minutos y tras una breve pausa comenzará el WOD, que puede ser de diferentes tipos. Vamos a poner algunos ejemplos:

- **AMRAP** de 15 minutos de este mini-circuito: 10 fondos + 20 sentadillas + 10 burpees. AMRAP significa «As many reps as possible» o lo que es lo mismo, hacer tantas vueltas al circuito como sea posible en un tiempo determinado (en este caso, 15 minutos). Cada deportista anotaría en la pizarra su nombre y el número de rondas realizadas.
- Circuito de 5 ejercicios: 10 dominadas + 20 *kettlebell swings* + 10 abdominales en barra + 10 lanzamientos de balón medicinal contra pared + 10

saltos a cajón. Hacer 4 rondas en el menor tiempo posible. Cada deportista anotaría en la pizarra su nombre y el tiempo total invertido.



- **EMOM** de 12 minutos de: 5 dominadas + 8 repeticiones de escalador con cada pierna + 5 lanzamientos a dos manos desde el pecho con balón medicinal. EMOM significa «Every minute on a minute» o lo que es lo mismo, tienes 1 minuto para hacer estos 3 ejercicios. El tiempo que te sobre, es el tiempo que descansas.
- **DEATH BY** Fondos: La fórmula «death by» es un tipo de EMOM, pero solo se realiza un ejercicio y a cada minuto se aumenta una repetición, hasta que ya no es posible seguir por falta de descanso. En este caso, comenzaríamos con 4 fondos; al siguiente minuto serían 5; al siguiente, 6. Aumentando cada minuto una repetición, disminuye por consiguiente el tiempo de descanso antes de empezar la siguiente serie, hasta llegar a la extenuación por no poder completar las repeticiones estipuladas.
- 120 *burpees* en el menor tiempo posible. Cada deportista anotaría en la pizarra su nombre y el tiempo total invertido.



Estos son solo ejemplos. La variedad de los planteamientos es inmensa, así como la variedad de ejercicios aplicables: trepas por cuerda, volteos a neumáticos grandes, dominadas, fondos, *splits*, arrastres de carga, empujes de carga, sentadillas de todo tipo, *kettlebell swings* (balanceos con pesa rusa), *sprints*, saltos a pies juntos a un cajón en altura, abdominales «toes to head» colgados de una barra con las manos, llevar los pies a la cabeza, agitar las maromas, *burpees* (agacharse-estirar piernas atrás de un salto-encogerlas de un salto-saltar hacia arriba)...



Como se puede comprobar, los planteamientos del *crossfit* son muy abiertos. Tal vez demasiado. Y eso propicia que cualquier persona sin conocimientos básicos en materia de entrenamiento pueda aventurarse a plantear WOD sin problemas. En entrenamientos tan intensos y potencialmente peligrosos son necesarios esos conocimientos, aunque solo sea para evitar sobreentrenarse una sesión tras otra con ejercicios enfocados a los mismos grupos musculares o que sometan a mucho stress a determinadas articulaciones. Esta circunstancia, unida a que la alta competitividad entre los atletas suele hacerles olvidar la necesidad de realizar correctamente los ejercicios con tal de «acabar el primero», convierten al *crossfit* mal dirigido en una auténtica fábrica de lesionados por sobrecargas musculares, roturas fibrilares y tendinopatías.

Asimismo, el *crossfit* necesita un buen nivel de base para ser realizado, y aunque se pueden plantear WOD poco exigentes para principiantes o personas con poca preparación, siempre será mejor que no se opte por este entrenamiento si no se tiene una buena base aeróbica y probada salud cardíaca, ya que se somete al corazón a regímenes muy altos de pulsaciones.

#### **4. MÉTODOS RÍTMICOS**

Surgieron como alternativa al «aerobic» de los años 80, manteniendo como característica común, la ejecución de ejercicios al ritmo que marca la música. Hay infinidad de modalidades de métodos rítmicos (¡cada club deportivo tiene

el suyo propio!). Aquí citaremos a los dos más extendidos: El *Body Pump* y el *Body Combat*.

#### 4.1 BODY PUMP

El **Body Pump** es un sistema de entrenamiento colectivo consistente en la realización de ejercicios propios del culturismo (*squat*, *press* militar, *curl* bíceps, *press* tríceps, peso muerto, arrancada...) con peso ligero (normalmente una barra corta con dos discos ligeros, escogidos por el propio deportista según su capacidad), y al ritmo de la música, en sesiones de entre 45 minutos y 1 hora. La velocidad de ejecución de cada ejercicio y las pausas intermedias están marcadas por la duración de la música y el espacio entre canciones. El objetivo de este método es la tonificación muscular general, aceleración metabólica y pérdida de grasa.

#### 4.2 BODY COMBAT

El **Body Combat** es un sistema de entrenamiento que consiste en realizar al ritmo de la música, todo tipo de movimientos propios del boxeo, *kárate* o *tae-kwondo* (katas, patadas, rodillazos, directos, *crochets*, *uppercuts*...) en series o combinadas. La duración de las sesiones suele ser de entre 45 minutos y 1 hora, y la intensidad global de la sesión es media-alta, con las pausas cortas.

El objetivo es la mejora de la flexibilidad y agilidad general, aceleración metabólica y pérdida de grasa.

Como ya hemos dicho, hay otros muchos más métodos rítmicos: *body attack*, *power jump* (con minitramps), *body kangoo* (con calzado rebotante)... Cada día aparece uno nuevo o cada gimnasio lo llama de una forma diferente. Nos volveríamos locos si intentáramos tratarlos todos.

### 5. OTROS MÉTODOS

Desarrollaremos ahora otras corrientes de entrenamiento actuales: El *Bootcamp*, la Calistenia, el *MovNat* y el Pilates.

#### 5.1 BOOTCAMP

El **Bootcamp** («Campo de Entrenamiento») es un método ecléctico ideado por militares de EEUU y exportado a Europa en 1999. Los «WOD» del *bootcamp* suelen ser tan aleatorios como los planteados en *crossfit*, introduciendo en ellos ejercicios de carrera, entrenamientos a intervalos de diferentes intensidades y duración, y ejercicios con el peso corporal: *squats*, fondos, *burpees*, *jumping jacks* (saltos con apertura y cierre lateral de brazos y piernas), escalador...

intercalados con carreras de diferentes intensidades y duración, y con juegos competitivos. La inmensa mayoría de las actividades que plantean no precisa material, y de utilizarlo, es un material ligero y transportable.

La duración de los entrenamientos es también muy variable y no está sujeta a ningún patrón delimitante. Solo se aconseja realizar los *wod* en grupos de varios deportistas para mantener alta la motivación y estimular el espíritu competitivo.

Creemos que no es más que una versión moderna del método natural de Hebert. Nada nuevo bajo el sol.

## 5.2 CALISTENIA

Pese a ser otra de las nuevas corrientes de entrenamiento popular, la **Calistenia** tiene dos siglos de existencia. Es un sistema de entrenamiento centrado en conseguir la corrección y la belleza de los movimientos, más que en el esfuerzo necesario para realizarlos. Por ello, la Calistenia incide mucho en la técnica y el control de cada ejecución. El manejo del propio peso corporal es a la vez objetivo y herramienta.

La Calistenia no utiliza materiales móviles. Todos los ejercicios se realizan sin material, o con barras altas, barras paralelas o cuerdas de trepa, y se hacen todo tipo de variaciones de ejercicios de fitness ya conocidos (*squats*, fondos, dips en paralelas, abdominales, dominadas...). Por ejemplo, partiendo del ejercicio de dominadas, los atletas de calistenia idean y llevan a cabo dominadas con salida superior, volteos, cambios de agarre, frenadas y mantenimiento de posición a mitad de recorrido... todo tipo de variaciones partiendo de un simple ejercicio base, en el que se intenta conseguir una ejecución lo más correcta y artística posible. Como podemos ver, la calistenia está muy relacionada con la gimnasia deportiva.

Con este sistema se consigue con ello un desarrollo armónico y un aumento de la fuerza, la flexibilidad, el equilibrio y la agilidad.

Los inconvenientes de la calistenia son los propios de cualquier bloque de ejercicios dirigido por personas sin conocimientos básicos en materia de entrenamiento: es un entrenamiento de moda entre jóvenes que se reúnen en un parque en torno a unas barras de suspensiones y realizan un día tras otro las figuras que se les ocurren, por lo que las lesiones, sobre todo tendinopatías, sobrecargas y roturas fibrilares, están al orden del día.

## 5.3 MOV NAT

Al igual que todos los métodos citados hasta ahora, el *MovNat* también carece de un objetivo concreto de desarrollo de alguna calidad física, y por tanto,

también carece de metas cuantificables sobre las cuales programar un entrenamiento. **MovNat** es otra corriente de entrenamiento que busca el desarrollo global de la capacidad física del deportista, pero sin poner el énfasis en conseguir el cambio metabólico y la quema de grasas, prioritarios en otros métodos citados anteriormente, ya que esta corriente deja total libertad al deportista para diseñar su propio entrenamiento tanto en contenido, como en duración, como en intensidad. Lo único que propugna es la utilización no ya de ejercicios, sino de los 13 movimientos que han servido al género humano para su supervivencia desde hace miles de años. Estos movimientos son:

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| 1) Andar                     | 8) Lanzar                                   |
| 2) Sprintar                  | 9) Tirar, empujar y transportar cargas      |
| 3) Saltar                    | 10) Levantar cargas                         |
| 4) Reptar y gatear           | 11) Atrapar, interceptar y esquivar móviles |
| 5) Trepar y escala.          | 12) Golpear                                 |
| 6) Desplazarse en equilibrio | 13) Luchar                                  |
| 7) Nadar y bucear            |   |

Por todo lo comentado antes, podemos decir que *MovNat* es más una filosofía, pues realmente como sistema, *MovNat* no existe. Y el hecho contrastado de su creciente auge no es precisamente por lo novedoso (ya que es una versión actual del entrenamiento total de Raúl Mollet), sino por la necesidad de romper con los habituales entornos de entrenamiento, que a muchos practicantes les resultan claustrofóbicos y artificiales, y conseguir su desarrollo físico en la naturaleza y con medios totalmente naturales.

#### 5.4 PILATES

Aunque ha tenido su auge a comienzos del s.XXI, el método **Pilates** fue ideado un siglo antes con el objetivo de alcanzar el perfecto equilibrio corporal valiéndose de un desarrollo armónico de la musculatura que interviene en la corrección postural, tanto en tonificación como en flexibilización. Dada su baja intensidad, es muy apropiado como actividad rehabilitadora, como actividad para sedentarios habituales, o como complemento al entrenamiento de atletas de diferentes especialidades. Da mucha importancia al control mental del movimiento, a la relajación y a la respiración. Utiliza un material específico ligero (aros flexibles, *bosus*, *fitballs*, bandas flexibles...), aunque en otras modalidades del propio sistema, se utilizan máquinas específicas (ideadas por el propio Joseph Pilates) de movimientos tridimensionales, o columpios de cuerdas o

lonas, ideados para el trabajo en suspensión, en el que el equilibrio juega un papel decisivo (aeropilates).

## 6. NUEVA IMPLEMENTACIÓN DEPORTIVA

Unido a los nuevos métodos y formas de entrenamiento, en los últimos años han aparecido nuevos elementos o aparatos, o han sido recuperados del olvido otros muchos que llevan décadas entre nosotros. Entre estos últimos se encuentran por ejemplo las pesas rusas, la rueda de abdominales, el saco terrero o las asas para fondos, a los que hemos empezado a llamarles por su nombre anglosajón (*kettlebells, ab-wheel, sand bag, push-up bars...*), no sabemos bien por qué.

En cuanto a los nuevos elementos, muchos de los cuales hemos mencionado con anterioridad, nos gustaría destacar los siguientes:

### Bosu

Es una gran semiesfera inflable, sobre la cual podemos cargar nuestro propio peso (en pie, o a una sola pierna, o saltando y mantenerse sobre ella, o sobre apoyo de codos en el suelo colocando las puntas de los pies en su superficie plana, o al contrario, como en la figura...), con el objeto de mantener una posición estática que nos fuerce a equilibrarnos a costa de esfuerzo muscular y propioceptividad ligamentosa.



### Planck abdominal sobre superficie inestable (Bosu)

Basado también en la conservación del equilibrio durante un movimiento, ejercicio o posición estática, tenemos el **fitball**, similar al *bosu*, pero en esfera completa.

### Cinturon ruso

También llamado «tirante musculador», no es más que una ancha banda de cuero o plástico resistente de unos 80 cms, con un hueco en cada extremo para introducir las piernas. Enlazando la parte central del cinturón a un barrote, permite al atleta entrenar sus sentadillas, con una incidencia mayor en el

tercio distal del cuádriceps, aspecto este que lo hace muy aconsejable también para la rehabilitación tras una lesión de rodilla y como protector de esta articulación. Como punto negativo hemos encontrado que suele ser necesario en muchos casos un tope o una cuña en el suelo para apoyar los pies y evitar el deslizamiento hacia adelante de los mismos durante el ejercicio. También puede resultar molesto a deportistas con problemas en ligamento cruzado anterior, ya que el cinturón ruso fuerza el «cajón anterior» o deslizamiento hacia adelante de la tibia. Aparte de entrenar sentadillas, el cinturón ruso permite también entrenar ejercicios para isquiotibiales y glúteos.

### **Theraband o flexband**

No es más que una banda elástica de látex de 150 cms aproximadamente, con diferente dificultad de extensibilidad según su grosor. Por su ligereza y su enorme gama de posibilidades, resulta un material muy interesante. Mención especial merece su versión circular (*theraband circular*), a modo de cinturón flexible, que colocado en muslos, rodillas, bajo las rodillas o en los tobillos, y manteniéndolo tenso en todo momento al mismo tiempo que se hacen desplazamientos laterales, oblicuos, frontales, o balanceos, constituyen un modo muy eficaz de entrenar la musculatura de tren inferior.

### **TRX**

El TRX es el nombre comercial original de un sencillo aparato de ejercicios ideado por militares del ejército norteamericano para poder entrenar el tren superior durante sus misiones en el exterior. Consiste en una larga banda (ajustable en longitud) con dos agarres en sus extremos y un enganche en la parte central de la misma. Colgándola del techo o de un anclaje en la parte alta de un muro o un tronco, pueden realizarse diferentes ejercicios en semisuspensión o en tierra inclinada. Las versiones más complejas poseen varias argollas en diferentes puntos de la banda y agarres móviles. Es un aparato interesante por su versatilidad y ligereza, aunque también bastante limitado en cuanto a posibilidades.

### **Vertimax**

El Vertimax es el nombre comercial patentado de un aparato de entrenamiento para la mejora de la velocidad, potencia, capacidad de aceleración, etc. Consiste en una plataforma dotada de argollas, poleas y cuerdas retráctiles que se pueden enganchar en un arnés y/o en varias abrazaderas que el atleta se puede ceñir en sus tobillos, rodillas, muslos, muñecas o brazos, con el objetivo de retener en su avance a todo el cuerpo del atleta y a la vez al segmento o a los segmentos enganchados, y en todas las direcciones en las que se mueva. En principio, su acción podría asemejarse al entrenamiento con lastres, paracaídas de frenada o trineos de arrastre, pero es mucho más completa, por varias razones:

- La retención es a la vez general de todo el cuerpo y local de cada segmento.
- La retención es uniforme, constante en cuanto a intensidad en todo momento, algo que con bandas elásticas no se conseguiría.
- A diferencia del trabajo de impulsión de tren inferior con otros sistemas de retención, el poder contar con una cuerda para cada segmento tiene como ventaja poder mejorar la potencia de la pierna libre (la que no está impulsando) en su recorrido de avance en el aire en cada zancada, que es de vital importancia, pues implica a una musculatura diferente que en la fase de impulsión.
- Puede trabajarse en todos los planos de movimiento y en todos los ángulos, adaptándose (gracias a sus poleas giratorias) a cualquier cambio de los mismos, por brusco que sea, pudiendo con ello recrear cualquier gesto técnico, simple o complejo.
- Mejora mucho las prestaciones que se consiguen con tobilleras o muñequeras lastradas, ya que la retención se consigue en todos los planos (no solo en la dirección de la fuerza gravitatoria) y también se evitan sobreaceleraciones del segmento por inercias. No desvirtúa el gesto técnico.

### **Trajes de electroestimulación integral (electrofitness o wb-ems)**

Ya sabemos del uso, aplicaciones y beneficios de la electroestimulación, como ayuda para la rehabilitación de lesiones con recuperación del tono muscular localizado, recuperación post esfuerzo o como complemento del entrenamiento «voluntario». El *electrofitness* basa su hipotética eficacia en la combinación al mismo tiempo de electroestimulación y trabajo voluntario. Sus adeptos argumentan notorias ganancias en tono muscular general y apreciables pérdidas de grasa en poco tiempo. Con 2-3 sesiones semanales de 25-30 minutos aseguran estos resultados. Sus detractores cuestionan su eficacia por varios motivos:

- No observan apenas diferencias en el aspecto de tonificación y pérdida de grasa con respecto a entrenamiento voluntario de la misma intensidad y duración.
- No aprecian mejoras en el rendimiento deportivo, pues niegan transferencias positivas de este tipo de entrenamiento involuntario al voluntario, y más bien al contrario, según estudios que afirman que el *electrofitness* produce «interferencias neurofisiológicas que obstaculizan las adaptaciones neuronales de las que depende la producción de fuerza».
- Cada persona, por muy parecidas que sean en talla, peso y complexión, es diferente a las demás, y así, por muy bien ajustados que queden los trajes, los electrodos nunca quedarán todos correctamente situados en los puntos precisos, perdiéndose por ello mucha eficiencia en el trabajo.

### Tops de control

Muy extendidos sobre todo en el mundo del fútbol, es una especie de camiseta de tirantes muy corta y ceñida, que incluye en su interior un pulsómetro y un GPS gracias a los cuales, quedan registrados todos los desplazamientos del futbolista, sus velocidades y su respuesta cardíaca.

### Plataformas vibratorias

Aunque de una forma más sofisticada que el *bosu* o el *fitball*, las plataformas vibratorias también basan su eficacia en el trabajo de reequilibrio. La vibración provoca pequeños y constantes desequilibrios a los que la musculatura responde con otras tantas maniobras de reequilibrio, imperceptibles a ojo, pero realmente eficaces, y mucho más al combinarlas con un ejercicio estático o dinámico (por ejemplo, mantenerse a pata coja con la pierna de apoyo en semiflexión, o realizar sentadillas sobre la plataforma vibrando).

Los efectos no solo son positivos a nivel fibrilar, sino también a nivel neuromuscular, mejorando la propiocepción y la sensibilidad del reflejo miotáctico.



# CAPÍTULO NOVENO

## PLANIFICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO CONJUNTO DE VARIAS CUALIDADES

Es un autentico problema el entrenamiento conjunto de varias cualidades, no solo porque hay que armonizar y rentabilizar los esfuerzos dedicados a cada capacidad, sino porque se pueden producir transferencias negativas entre cualidades.

Al principio de la preparación física y sobre todo en deportistas noveles, cuando se entrena una cualidad, las otras también mejoran. Sin embargo, al cabo de un tiempo de entrenamiento, se pueden manifestar efectos colaterales no deseables.

Recordamos lo indicado en el capítulo de BASES... al respecto:

### **Relaciones beneficiosas o positivas entre cualidades:**

- Fuerza-velocidad
- ¿Fuerza-resistencia?
- Velocidad-fuerza
- Coordinación-velocidad
- Coordinación-fuerza
- Coordinación-equilibrio
- Coordinación-resistencia
- Flexibilidad-velocidad
- Flexibilidad-coordinación
- Equilibrio-velocidad
- Equilibrio-coordinación

### **Relaciones perjudiciales:**

- Fuerza-coordinación
- ¿Fuerza-flexibilidad?

- \*Velocidad-resistencia
- Flexibilidad-fuerza
- Resistencia-fuerza
- Resistencia-velocidad
- \*Fuerza-resistencia

Desde el punto de vista del entrenamiento conjunto, las relaciones más conflictivas son las de la fuerza con la resistencia y las de la velocidad con la resistencia.

La relación de la fuerza y la flexibilidad, a priori es negativa. No obstante, si se entranan adecuadamente, la transferencia llega a ser positiva, como es el caso de los gimnastas deportivos.

Analicemos los efectos perjudiciales principales del entrenamiento simultáneo de resistencia y fuerza.

La fuerza y la resistencia son cualidades incompatibles si se pretende conseguir el máximo nivel en ambas. Las adaptaciones, producidas por el entrenamiento sobre todo a nivel periférico (muscular) son totalmente contrapuestas, y lo son aún más en las manifestaciones extremas de las dos cualidades, tales como la fuerza máxima y la resistencia aeróbica.

Desde el punto de vista fisiológico, el entrenamiento de fuerza máxima mejora entre otros aspectos:

- La actividad de las fibras de tipo II.
- La concentración enzimática anaeróbica.
- Los niveles de testosterona.
- La hipertrofia muscular.
- Favorece el reclutamiento selectivo de las fibras-II, a la vez que suele disminuir la densidad capilar y mitocondrial.

Por el contrario, el entrenamiento de la resistencia aeróbica:

- Activa y desarrolla las fibras del tipo I.
- Incrementa la densidad capilar y mitocondrial.
- Mejora la actividad enzimática oxidativa.
- Puede transformar fibras II en fibras I.
- Cambia el modelo de reclutamiento.

Como consecuencia, en el entrenamiento conjunto de ambas cualidades, la posibilidad de desarrollar fuerza es menor en la fuerza máxima y en la fuerza explosiva. La hipertrofia tanto de las fibras I como de las fibras II es menor, y la adaptación hormonal es menos favorable. En una palabra, se dificulta la ganancia de la fuerza.

Referente a la cualidad resistencia, con el entrenamiento conjunto también se perjudica, sobre todo en lo que atañe a fibras, enzimas y adaptación hormonal, pero puede mantener ciertos niveles del volumen máximo de oxígeno y mejorar algo el umbral anaeróbico. En resumen, hay más posibilidad de mantener o mejorar algunos valores aeróbicos.

Está demostrado que desde el punto de vista motor, un atleta especialista en pruebas de resistencia, cuando realiza un entrenamiento conjunto con la fuerza, se puede beneficiar a nivel periférico de la mayor fuerza en su musculatura, compensando en parte lo que le afecta negativamente a nivel central.

Sin embargo, el entrenamiento de resistencia solo aporta a la fuerza una mayor capacidad de recuperación tras el esfuerzo.

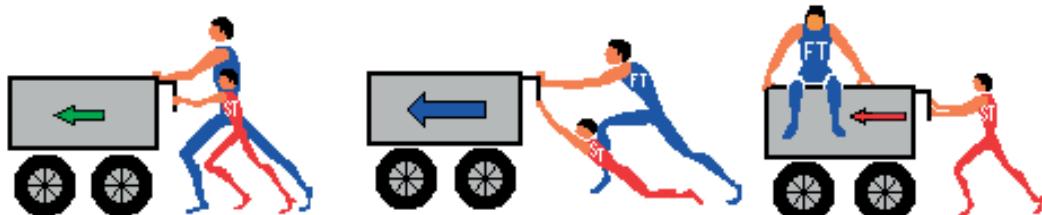
En el entrenamiento conjunto de la resistencia y la velocidad, se pueden hacer las mismas consideraciones que se han hecho con la relación de la resistencia y la fuerza, ya que la velocidad y determinadas manifestaciones de la fuerza están muy vinculadas.

Hacemos la consideración de que en los esfuerzos de velocidad, prima la estructura neural sobre morfológica, lo que permite que las relaciones negativas puedan ser algo menores.

A modo de simple ejemplo, representamos a dos individuos que representan a dos fibras (ST y FT) amarradas a un vehículo y tratando de desplazarlo a la máxima velocidad posible.

Cuando la velocidad del carro no es alta, la colaboración en el «empuje» es beneficiosa, pero cuando la velocidad supera las posibilidades de la fibra ST, su desarrollo (masa muscular de fibras ST), puede constituir un auténtico lastre para la fibra FT, que tendrá que arrastrar un peso muscular añadido.

Algo parecido ocurre cuando el esfuerzo, aunque no sea de alta intensidad, se prolonga en el tiempo y como consecuencia las fibras FT se fatigan, dejan de empujar y terminan por «subirse al carro», constituyendo una carga añadida para la acción de las fibras ST.



A los entrenamientos de resistencia de fuerza o de fuerza-resistencia, hay que considerarlos como una prolongación de acciones de fuerza específica, que permiten continuar los esfuerzos en el nivel requerido. Por tanto, no se pueden contemplar como entrenamiento conjunto de cualidades antagónicas.

Volviendo al tema, la solución para el entrenamiento simultáneo es difícil, por lo que es necesario buscar alternativas.

Entre ellas, parece acertado:

- «Conciliar» los tipos de esfuerzos.
- «Distanciar» los esfuerzos de cada clase.
- «Unificar» los procedimientos.

Con el término «conciliar», queremos decir emplear aquellos métodos que, por sus características, interfieran menos en la otra cualidad, por ejemplo en el caso de la resistencia, emplear los métodos fraccionados o variables. En el caso de la fuerza, acercarse a métodos de carácter neural más que a los morfológicos.

Con la palabra «distanciar», indicamos dejar un espacio de tiempo entre las sesiones de entrenamiento de las dos cualidades, que asegure una recuperación aceptable de cada una de ellas.

Con la expresión «unificar», señalamos que hay que buscar métodos de entrenamiento polivalentes, aunque no sean los más idóneos para las cualidades tratadas individualmente.

Otro procedimiento puede ser el de concentrar las cargas específicas de cada cualidad de forma aislada, incrementando hasta un determinado nivel una cualidad y después, aprovechando los efectos «residuales», dedicarle el tiempo y los esfuerzos mínimos, solo para mantener parte del nivel alcanzado.

Las capacidades motoras que tienen mayor efecto residual (que mantienen sus efectos más tiempo), son la fuerza máxima y la resistencia aeróbica; le siguen la resistencia anaeróbica láctica y la resistencia de fuerza, y por último, la resistencia anaeróbica aláctica y la velocidad.

Por ejemplo un corredor de 800 metros, al que se le detecta una falta notable de fuerza, podría dedicar un tiempo inicial a desarrollar prioritariamente su fuerza máxima o fuerza velocidad, para a continuación, una vez logrado el nivel requerido, solo emplear el esfuerzo imprescindible para mantener parte de la fuerza conseguida, dedicando la mayoría del tiempo al desarrollo de la resistencia y resistencia específica.

Como orientación, para la planificación de entrenamiento conjunto de varias cualidades de un individuo, vamos a analizar la estrategia que se sigue al prepa-

rar las pruebas combinadas atléticas, de las que el *decatlón* es la más exigente y diversa, en lo referente a cualidades y capacidades a desarrollar.

La característica de esta disciplina es el número (diez) y variedad de las pruebas parciales, así como la realización sucesiva de las mismas, con un corto tiempo de recuperación entre ellas.

Es incuestionable que cuantas más pruebas parciales haya y más diversas sean, más difícil será entrenarlas, pues los atletas, aún siendo polifacéticos, tienen una determinada capacidad de adaptación al esfuerzo y nada se soluciona con aumentar exageradamente las horas de entrenamiento, ya que la facultad de asimilar grandes dosis de trabajo es siempre limitada y se corre el peligro, si se abusa, de llegar a la lesión o al sobreentrenamiento.

Además, al haber cualidades distintas a trabajar, se pueden producir transferencias negativas si se entrena de forma simultánea.

Por eso los entrenadores de pruebas combinadas, en sus planes de trabajo, buscan ante todo la eficacia, con el criterio de lograr, en todo el conjunto, el mayor rendimiento al más bajo coste.

Para conseguir este objetivo, desglosan en componentes cada una de las pruebas parciales que integran la prueba combinada. A continuación, estudian cuáles son los componentes comunes, los afines y los únicos, en las distintas pruebas parciales, así como la viabilidad de entrenamiento conjunto de varios componentes. También las posibles transferencias positivas o negativas entre ellos, analizando su grado de importancia o influencia en el resultado final de la prueba combinada.

La secuencia del análisis de factores podría ser la siguiente:

1. En el estudio de la prueba combinada, lo primero es analizar por separado cada prueba parcial, y a su vez, dividirla en componentes significativos. A continuación, valorar la «importancia» de dichos componentes en el resultado de la prueba parcial.
2. El siguiente paso es hacer una relación de los componentes comunes o afines en varias de las pruebas parciales y así mismo, hacer otra lista con los componentes no comunes o únicos.
3. En las dos relaciones hay que determinar el valor relativo que cada componente tiene con respecto a su prueba parcial y a la prueba total o combinada, y también qué grado de influencia o transferencia, positiva o negativa, se puede producir cuando se haga entrenamiento conjunto de varios componentes o pruebas parciales.
4. Para el estudio del atleta, se deberán usar test acordes con los componentes previamente analizados, estimando el valor del atleta en cada uno de ellos

y sus necesidades de entrenamiento, localizando de este modo cuáles son sus capacidades «fuertes» y cuáles sus puntos «débiles».

5. En el estudio de tiempo y medios, el entrenador valorará mucho la disponibilidad de los mismos para poder entrenar, teniendo muy en cuenta la necesaria recuperación.

De la confrontación de los factores se deducirán las posibilidades, y en función de ellas, se podrán marcar los objetivos y la estrategia a seguir para alcanzarlos.

Elegida la estrategia, será la hora de escoger los procedimientos más adecuados.

Por regla general, se emplean métodos polivalentes o comunes para el desarrollo de varios componentes.

Habrá que decidir también qué esfuerzo y tiempo se va a dedicar a cada componente.

Otro problema surge cuando es necesario trabajar varios componentes, no afines, en el mismo ciclo de entrenamiento.

En este caso, es muy importante armonizar las transferencias entre componentes, respetando los tiempos de recuperación, supercompensación y adaptación de cada cualidad, de tal modo que las interferencias sean mínimas aunque sea a costa de no realizar la secuencia lógica de entrenamiento, que se seguiría si solo se trabajase un componente.

Para paliar, en parte, esta contingencia, una solución es el entrenar las cualidades «conflictivas» de forma aislada, mediante un ciclo concentrado, intentando subir el nivel de rendimiento imprescindible, para luego solo dedicarle esfuerzo y tiempo al mantenimiento de la cualidad.

Los siguientes gráficos pueden orientar al respecto:

- El nº 1 puede servir para detectar y analizar los componentes de una especialidad combinada de siete subpruebas.
- El nº 2, para valorar cada uno de los componentes, así como su influencia en el total de la prueba y su relación con los demás componentes.
- El nº 3 se utilizaría para saber cuánto «vale» el atleta en cada uno de los componentes.
- El nº 4 se empleara para confrontar al atleta con los componentes y deducir las necesidades de entrenamiento.
- El nº 5 es un modelo general gráfico, similar a los indicados en otras cualidades, entendiendo que en principio se entrenarán más los componentes que las subpruebas.

**COMPARACIÓN ATLETA-PRUEBA****Nº1**

CUALIDAD	RESISTENCIA	FUERZA				VELOCIDAD				VARIAS		
		Componentes				Componentes				Componentes		
TIPO	CAP	POT	CAP	POT	F	F	F	RF	V	V	V	RES
	AE	AE	LAC	LAC	RE	MAX	POT	EX	REAC	ACEL	MAX	COORFLEX TEC
Nº	SUB	PRUEBAS	COMPARACIÓN DE VALORES DE LOS ANALISIS 1 Y 2									
1	PRUEBA	ATLETA										
		DIFERENCIA										
2	PRUEBA	ATLETA										
		DIFERENCIA										
3	PRUEBA	ATLETA										
		DIFERENCIA										
4	PRUEBA	ATLETA										
		DIFERENCIA										
5	PRUEBA	ATLETA										
		DIFERENCIA										
6	PRUEBA	ATLETA										
		DIFERENCIA										
7	PRUEBA	ATLETA										
		DIFERENCIA										
	T O T A L											
	P O R C E N T A J E											

\* P=PRUEBA A=ATLETA DIF=DIFERENCIA DE PUNTOS (+-) F=FUERTE D=DEBIL

N°2

ANALISIS DE LA PRUEBA COMBINADA

Este análisis completa el anterior

**Nº3**

CUALIDAD	RESISTENCIA			
	Componentes			
	CAP	POT	CAP	POT
TIPO				
CAP	F	F	F	RF
POT	AN	AN	MAX	ESPE
AE	AE	LAC	POT	EX
LAC			SIESTA	CL

Nº	VALOR EN FUNCIÓN DE TEST DEL 0 AL 10			
	PRUEBAS			
	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
TOTAL				

VELOCIDAD	TEST DEL 0 AL 10			
	Componentes			
	V	V	V	RES
REAC				
ACEL				
MAX				
V				


\* VALORACIÓN DE 0 A 10

### ANALISIS DEL ATLETA (en función del test)

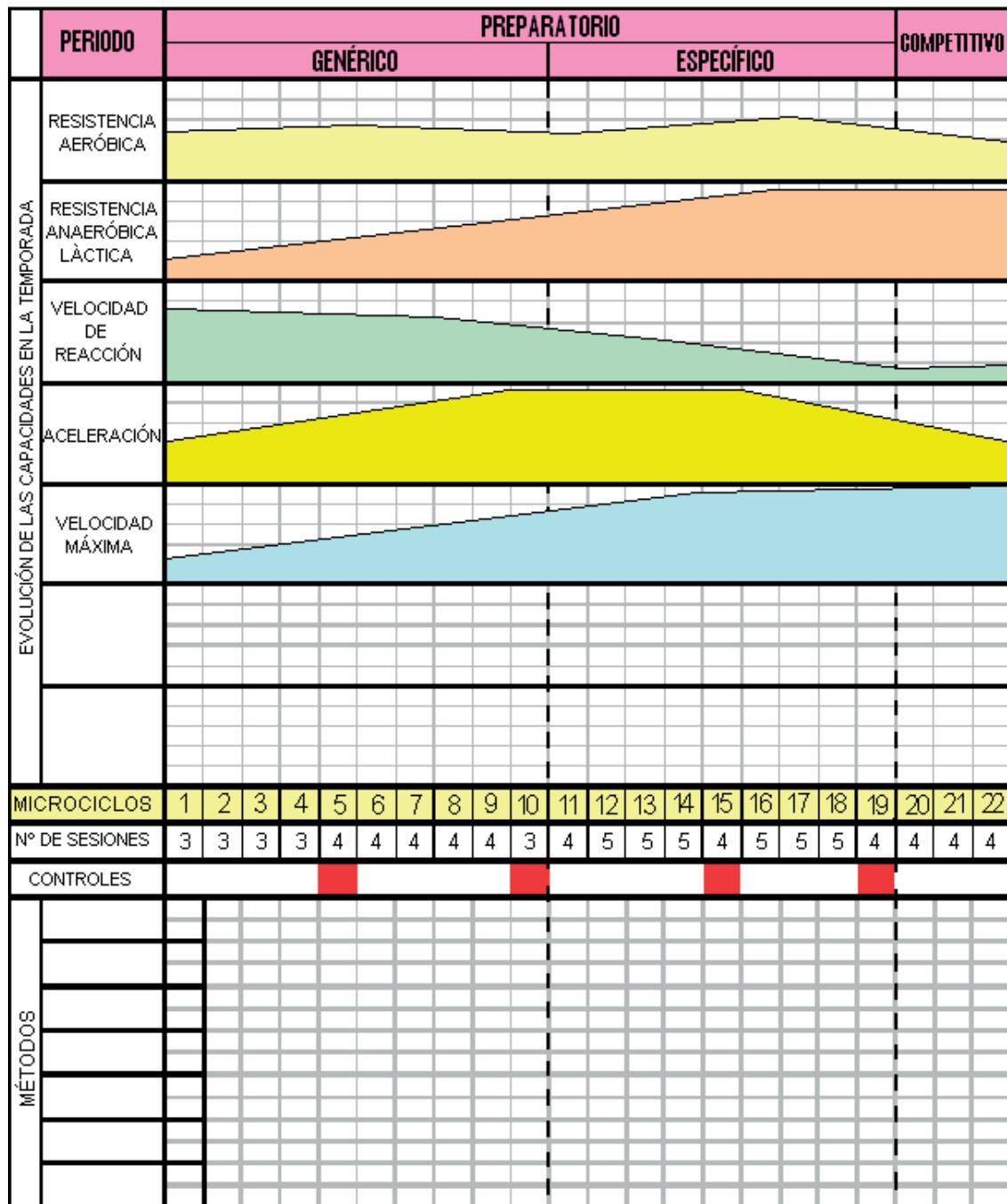
### COMPARACIÓN ATLETA-PRUEBA

Nº 4

CUALIDAD	RESISTENCIA	FUERZA				VELOCIDAD				VARIAS				
		Componentes				Componentes				RES				
		CAP	POT	CAP	POT	F	F	F	RF	V	V	V	COOR	FLEX
TIPO						RE	MAX	POT	EX	ESPE	REAC	ACEL	MAX	V
		AE	AE	LAC	LAC	SIST					FLO	CI		
Nº	SUB	COMPARACIÓN DE VALORES DE LOS ANALISIS 1 Y 2												
1	PRUEBA													
	ATLETA													
	DIFERENCIA													
2	PRUEBA													
	ATLETA													
	DIFERENCIA													
3	PRUEBA													
	ATLETA													
	DIFERENCIA													
4	PRUEBA													
	ATLETA													
	DIFERENCIA													
5	PRUEBA													
	ATLETA													
	DIFERENCIA													
6	PRUEBA													
	ATLETA													
	DIFERENCIA													
7	PRUEBA													
	ATLETA													
	DIFERENCIA													
	T O T A L													
	PORCENTAJE													

\* P = PRUEBA A = ATLETA DIF = DIFERENCIA DE PUNTOS (+ -) F = FUERTE D = DEBIL

Nº5





## BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ DEL VILLAR, C. «Preparación física del fútbol basada en el atletismo». Ed. Gymnos. Madrid, 1981.
- ANDERSON, B. «Estirándose». Ed. RBA. Madrid, 2009.
- ASTRAND, P. y RODAHL, K. «Fisiología del Trabajo Físico». Ed. Médica Panamericana. Madrid, 1985.
- BOMPA, T. «Periodización del entrenamiento deportivo». Ed. Paidotribo. Barcelona, 2004.
- Bosco, C. «La valoración de la fuerza con el test de Bosco». Ed. Paidotribo. Barcelona, 1994.
- CHU, D.A. «Ejercicios pliométricos». Ed. Paidotribo. Barcelona, 2006.
- COMETTI, G. «El entrenamiento de la velocidad». Ed. Paidotribo. Barcelona, 2002.
- COMETTI, G. «La Pliometría». Publicaciones INDE. Barcelona, 1998.
- COMETTI, G. «Los métodos modernos de musculación». Ed. Paidotribo. Barcelona, 1996.
- COMITÉ OLÍMPICO ESPAÑOL. «Módulos del Master de Alto Rendimiento Deportivo». Madrid, 1995.
- DELAVIER, F. «Guía de los movimientos de musculación». Ed. Paidotribo. Barcelona, 2001.
- EHLENZ, H., GROSSER, M. y ZIMMERMAN, E. «Entrenamiento de la fuerza». Ed. M. Roca. Barcelona, 1991.
- FERRANDIZ SANTIVERI, S. y FONT BOIX, F. «Atlas de Fisiología». Ed. Edibook. Barcelona, 1989.
- FOX, E.L. «Fisiología del Deporte». Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires, 1989.
- FRAILE OVEJERO, A. «Atlas del cuerpo humano». Ed. Jover. Barcelona, 1987.
- FRANCONE, J. «Anatomía y Fisiología Humanas». Ed. Interamericana. México D.F. 1974.
- GARCÍA MANSO, J.M. «La Fuerza: Fundamentación, valoración y entrenamiento». Ed Gymnos. Madrid, 1999.
- GARCÍA MANSO, J.M., NAVARRO VALDIVIESO, M. y RUIZ CABALLERO, J.A. «Bases teóricas del entrenamiento deportivo». Ed. Gymnos. Madrid, 1996.
- GARCÍA MANSO, J.M., NAVARRO VALDIVIESO, M. y RUIZ CABALLERO, J.A. «Pruebas para la valoración de la capacidad motriz en el deporte». Ed Gymnos. Madrid, 1996.
- GROSSER, M. «Entrenamiento de la velocidad: Fundamentos, métodos y programas». Ed M. Roca. Barcelona, 1992.

- GROSSER, M. y NEUMAYER, A. «Técnicas de Entrenamiento». Ed. M. Roca. Barcelona, 1986.
- HEGEDÜS, J. «La Ciencia del entrenamiento deportivo». Ed. Stadium. Buenos Aires, 1988.
- LAMB, D. R. «Fisiología del Ejercicio: Respuestas y Adaptaciones». Ed. Pila Teleña. Madrid, 1985.
- LÓPEZ CHICHARRO, J. «Ejercicio físico y stress medioambiental». Ed. Master Line. Madrid, 2000.
- LÓPEZ CHICHARRO, J. y FERNÁNDEZ VAQUERO, A. «Fisiología del Ejercicio». Ed. Médica Panamericana. Madrid, 1998.
- LÓPEZ CHICHARRO, S. y LEGIDO, J. «Umbral anaeróbico. Bases fisiológicas y aplicación». Ed. Interamericana. Madrid, 1991.
- MARCHANTE, D. «Power Explosive». Ed. Luhu. Alcoy, 2013.
- MATVEIEV, L. P. «El proceso del entrenamiento deportivo». Ed. Stadium. Buenos Aires, 1982.
- NOCKER, J. «Bases Biológicas del Ejercicio y del Entrenamiento». Ed. Kapelusz. Buenos Aires, 1980.
- NORRIS, C.M. «Guía completa de los estiramientos». Ed. Paidotribo. Barcelona, 2004.
- ODRIOZOLA, J.M. «Nutrición y deporte». Ed. Eudema. Madrid, 1994.
- PLATONOV, V.N. «El entrenamiento deportivo. Teoría y Metodología». Ed. Paidotribo. Barcelona, 1999.
- RUIZ ALONSO, G. «Fuerza y Musculación. Sistema de entrenamiento». Ed. Agonos. Madrid, 1994.
- SCHERRER, J. «La Fatiga». Ed. Paidotribo. Barcelona, 1991.
- SCHOLICH, M. «Entrenamiento en circuito». Ed. Stadium. Buenos Aires, 1989.
- SERGEYEVICH MISHCHENKO, V. y DMITRIYEVICH MONOGAROV, V. «Fisiología del deportista». Ed. Paidotribo. Barcelona, 1995.
- SHEPHARD, R. J. y ASTRAND, P. «La Resistencia en el deporte». Ed. Paidotribo. Barcelona, 1996.
- SOLVEBORN, S. «Stretching». Ed. M. Roca. Barcelona, 1992.
- TOUS FAJARDO, J. «Nuevas tendencias y fuerza y musculación». Ed. Tous Fajardo. Barcelona, 1999.
- VINUESA, M. y COLL, J. «Teoría Básica del Entrenamiento». Ed. Esteban Sanz. Madrid, 1984.
- WILMORE, J.H. y COSTILL, D.L. «Fisiología del esfuerzo y del deporte». Ed. Paidotribo. Barcelona, 2000.
- ZINTL, F. «Entrenamiento de la resistencia: Fundamentos, métodos y dirección del entrenamiento». Ed. M. Roca. Barcelona, 1991.