

Manual de la condición física del bombero



Programa de la condición física del bombero

**Manual
de la condición física
del bombero**

Manual de la condición física del bombero

Instituciones que promueven el Manual:

Secretaria General de l'Esport (Departament de Cultura)
Direcció General d'Emergències i Seguretat Civil (Departament de
Justícia i Interior)
Centre d'Alt Rendiment Esportiu de Sant Cugat del Vallès (CAR)

Equipo de trabajo:

CAR de Sant Cugat

Pérez Recio, Guillermo (Coordinador del Proyecto)

Mirallas Sariola, Jaume A. (Editor)

González de Suso Janáriz, José Manuel

Vela Fernández, José Manuel

March, Jordi (Ilustrador)

Direcció General d'Emergències i Seguretat Civil

Prat Serra, Ramon (Coordinador del Proyecto)

Borrell Pujadas, Joan Francesc

Cabré Lladó, Martí

Duran, Anna (Ilustradora)

INEFC - Barcelona

Cos Morera, Francesc

© Generalitat de Catalunya

Editat: Secretaria General de l'Esport

Direcció General d'Emergències i Seguretat Civil

Centre d'Alt Rendiment Esportiu de Sant Cugat del Vallès (CAR)

Impresión: Imprenta Duran Muñoz

ISBN: 84-393-6195-5

Dipòsit legal: B-34526-2003

Julio 2003

PRESENTACIÓN



Me complace saludar muy cordialmente a todos los bomberos con motivo de la celebración de los X Juegos Mundiales de Policías y Bomberos.

Barcelona se enorgullece de acoger uno de los acontecimientos deportivos más importantes del mundo después de los Juegos Olímpicos y del Mundial de Fútbol, ya que reúne a unos 10.000 atletas de 80 países.

Desde la Secretaría General del Deporte queremos que los Juegos Mundiales de Policías y Bomberos constituyan un reconocimiento social a todos los cuerpos de seguridad, que muchas veces arriesgan la vida para defender a los ciudadanos.

Los bomberos, verdaderos atletas, deben prepararse día a día como si fueran profesionales del deporte para afrontar los retos laborales y, por este motivo, resulta útil una publicación del estilo del Manual de preparación física del bombero, una iniciativa que aplaudimos desde la Secretaría General del Deporte.

Pero como no todo es competición y esfuerzo físico, paralelamente a las más de 65 pruebas de los Mundiales de Policías y Bomberos, se han organizado exposiciones culturales, simposios y conferencias que permitirán a la gente conocer mejor la labor que desarrollan los cuerpos de seguridad y que servirán para homenajear su dedicación. En definitiva, para acercar a los policías y bomberos todavía más a los ciudadanos.

Como secretario general del Deporte, me gustaría felicitar al cuerpo de bomberos por su labor diaria y animar a todos los participantes de los X Juegos Mundiales de Policías y Bomberos, que seguro que serán todo un éxito.

JOSEP MALDONADO I GIL
Secretario General del Deporte



La constante evolución de la actividad que tienen que prestar los bomberos requiere tanto un alto componente de profesionalidad como, y sobretodo, unas condiciones físicas y psíquicas idóneas para esta prestación.

En este sentido, el mantenimiento de una condición física correcta se convierte en un requisito imprescindible tanto de cara a la propia seguridad del bombero y a la sus compañeros, como sobretodo a la de terceras personas que, de manera general, se pueden ver inmersas en la actuación de los bomberos.

Por otro lado, los avances en investigación en el ámbito de la condición física comportan que hoy esta actividad tenga que realizarse con criterios de profesionalidad y enmarcados dentro de la evolución general de la carrera profesional de los bomberos.

De esta manera, la Dirección General de Emergencias y Seguridad Civil de Cataluña encargó a profesionales del mismo cuerpo y a organismos altamente competentes en esta materia, la elaboración de un estudio que reflejara los criterios para un correcto mantenimiento de las condiciones físicas de los profesionales integrantes del cuerpo de bomberos de la Generalitat.

Este manual, pues, tiene que ser una herramienta que, de manera cotidiana y regular, se utilice en el día a día de la vida en los parques, así como uno de los referentes imprescindibles de cara a la evaluación que regularmente tiene que realizarse de la condición física de los bomberos.

Es por este motivo que el estudio que se ha plasmado en la elaboración de este manual es una más de las iniciativas que como Dirección General estamos llevando a cabo para que la demanda de seguridad que socialmente se requiere de los cuerpos de bomberos sea lo más efectiva posible.

Finalmente, tenemos que felicitar y agradecer el esfuerzo de los autores y de todo el personal y las entidades y, especialmente, del Centro de Alto Rendimiento Deportivo, que han colaborado en su elaboración, e incitar a los bomberos a su utilización.

Ramon Bonastre i Bertran

Director general de Emergencias y Seguridad Civil



El Centro de Alto Rendimiento Deportivo de Sant Cugat del Vallès apoya la iniciativa de la Direcció General d'Emergències i Seguretat Civil en la confecció del Manual de Acondicionamiento Físico del Bombero. Es una contribución al mundo laboral, que pretende dar mayor eficacia en el trabajo, prevenir accidentes y enfermedades, mejorando, en definitiva, la salud del bombero. Una vez más, el Alto Rendimiento Deportivo pone sus conocimientos científicos y técnicos al alcance de la población general. En esta ocasión, el colectivo de bomberos de la Generalitat de Catalunya ya dispone de un conjunto de programas de acondicionamiento físico, que permitirán mejorar la condición física del bombero y, por tanto, resolver con seguridad las situaciones a las que debe enfrentarse.

Francesc de Puig i Viladrich
Director del CAR



PREFACIO

Los cuerpos de bomberos han ido evolucionando. Se ha pasado de unos profesionales que apagaban fuegos a unos profesionales de la seguridad integral que intervienen en diversas situaciones como accidentes de tráfico, accidentes con materias peligrosas químicas o biológicas, rescates de montaña, entre muchos otros servicios.

Este entorno ha llevado a que se consiga profesionales con una formación polifacética, especializados en intervenciones y en prevención, con el objetivo final de aumentar el nivel de seguridad para el conjunto de la sociedad.

Hay, sin embargo, una faceta de los bomberos que no ha cambiado con el tiempo: la necesidad de una gran forma física para poder hacer su trabajo. Han evolucionado los sistemas de intervención en los siniestros, han evolucionado los materiales para dar más eficacia y seguridad en el trabajo, pero no se ha evitado que, para utilizar estos materiales y poder resolver los servicios, se necesiten altas capacidades físicas.

En los estudios experimentales que ha hecho nuestra Dirección General, en colaboración con el Centre d'Alt Rendiment Esportiu de la Generalitat de Catalunya, se ha comprobado que se necesita más de un 90% de la capacidad de esfuerzo máximo para poder hacer trabajos básicos del bombero, como por ejemplo, subir una autoescalera de 30 metros.

Para poder trabajar con seguridad con capacidades de esfuerzo que superen el 75% del máximo, hay que tener un sistema cardiovascular en muy buen estado y un entrenamiento físico determinado. Las enfermedades cardiorrespiratorias afectan a un 40% de los bomberos de segunda actividad, en nuestro servicio.

Para poder utilizar algunas herramientas de rescate como las pinzas de extracción, imprescindibles en las actuaciones en accidentes de tráfico, hace falta una musculatura abdominal y para vertebral fuerte, así como unas posturas de trabajo determinadas para no lesionar la columna vertebral. Las enfermedades y los accidentes derivados de lesiones en la columna representan el 10% de las enfermedades de los bomberos y también representan el 31% de las causas que han llevado los bomberos a la segunda actividad.

Se ha visto que el 37% de los accidentes laborales que tienen nuestros bomberos afectan a las articulaciones de la muñeca y la rodilla. Hace falta una buena musculatura de la pierna y el muslo, una buena elasticidad general y la utilización de un buen equipo personal para evitar estas lesiones.

También se necesitan unas capacidades de equilibrio, elasticidad y coordinación para hacer con eficacia y seguridad la mayoría de servicios de rescate y salvamento: estas características hace falta tenerlas en cuenta en los programas de condición física.

Por todas estas razones de eficacia en el trabajo y para la prevención de accidentes y enfermedades, se ha hecho un trabajo de investigación con el Centre d'Alt Rendiment Esportiu de la Generalitat de Catalunya, que ha tenido como objetivo medir las necesidades físicas de la tarea de los bomberos y hacer, en consecuencia, un programa de formación física específico que tuviera en cuenta todas las características del trabajo.

Este Manual de condición física, junto con los pósteres y el tríptico que dan el mismo contenido de manera más gráfica y pedagógica, forma parte de este trabajo y es el primer paso que da nuestra Dirección General para implantar de una manera extensiva a todos los bomberos la formación física como una parte más de la formación general del bombero.

Espero y deseo que ésta sea una contribución que mejore la salud, y que motive e ilustre a los profesionales de esta Dirección General en el objetivo que tenemos todos de disponer de un Cuerpo de Bomberos que pueda hacer frente con eficacia a las demandas en temas de seguridad que pueda hacerle nuestra sociedad.

Ramon Bonastre i Bertran

Director General d'Emergències i Seguretat Civil
de la Generalitat de Catalunya

ÍNDICE

PREFACIO	9
INTRODUCCIÓN	15
1. NOCIONES BÁSICAS SOBRE FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO	
<i>J. M. González de Suso</i>	17
1.1. El aparato locomotor	18
1.1.1. El sistema óseo	18
1.1.2. Los músculos	20
1.2. El sistema cardiocirculatorio	24
1.2.1. El corazón y los vasos sanguíneos	24
1.2.2. Adaptación cardiovascular al esfuerzo	26
1.2.3. La sangre	29
1.3. El metabolismo energético muscular	30
1.4. Factores que pueden afectar al rendimiento físico habitual.	
Actividades físicas en situaciones especiales	32
1.4.1. Altitud	32
1.4.2. Ejercicio físico en situación de estrés térmico	34
1.4.3. Exposición al frío	36
2. ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD <i>F. Cos, P. López de Viñaspre</i>	39
2.1. Beneficios de la actividad física en la salud	40
2.2. Riesgos de la actividad física en la salud	41
3. TEORÍA DEL ENTRENAMIENTO DEL BOMBERO <i>J. F. Borrell y M. Cabré</i>	43
3.1. Aspectos generales del entrenamiento deportivo	43
3.2. Los mecanismos de adaptación	44
3.2.1. Teorías sobre la adaptación	44
3.3. Adaptaciones fisiológicas al entrenamiento físico	45
3.4. Principios del entrenamiento	49
3.4.1. Clasificación de los principios del entrenamiento	49
3.5. Aplicación de los principios del entrenamiento al trabajo del bombero ..	54
3.6. Las cargas del entrenamiento	56
3.6.1. Aspectos que determinan la carga	56
3.7. Mantenimiento del efecto de entrenamiento	59

4. CUALIDADES FÍSICAS BÁSICAS EN LOS BOMBEROS <i>F. Cos</i>	65
4.1. La resistencia	65
4.1.1. Definición y clasificación de la resistencia	65
4.1.2. Objetivos y beneficios del entrenamiento de la resistencia	68
4.1.3. Requerimientos de resistencia en la actividad del bombero	69
4.1.4. Frecuencia cardíaca y control de la intensidad	71
4.1.5. Recomendaciones prácticas	72
4.1.6. Métodos y sistemas de entrenamiento de la resistencia	75
4.2. La fuerza	83
4.2.1. Definición y clasificación de la fuerza	83
4.2.2. Objetivos y beneficios del entrenamiento de la fuerza	87
4.2.3. Requerimientos de fuerza en la actividad del bombero	88
4.2.4. Recomendaciones prácticas	89
4.2.5. Métodos y sistemas de entrenamiento de la fuerza	91
4.3. La flexibilidad	95
4.3.1. Definición y clasificación de la flexibilidad	95
4.3.2. Objetivos y beneficios del entrenamiento de la flexibilidad	98
4.3.3. Tipos de músculos esqueléticos y flexibilidad	98
4.3.4. Requerimientos de flexibilidad en la actividad del bombero	100
4.3.5. Recomendaciones prácticas	101
4.4. La coordinación, la agilidad	103
4.4.1. Definición, clasificación y requerimientos de las capacidades perceptivomotoras	103
4.4.2. Recomendaciones prácticas	105
4.5. Apéndice 1	107
 5. GUÍA PRÁCTICA DE LA CONDICIÓN FÍSICA DEL BOMBERO <i>Autores: J. F. Borrell, M. Cabré, F. Cos, J. M. González de Suso, J. A. Mirallas, J. M. Vela. Ilustradores: Jordi March y Anna Duran</i>	111
 6. ASPECTOS NUTRICIONALES DEL BOMBERO <i>J. M. González de Suso</i> ...	129
6.1. La reposición de las reservas energéticas	130
6.1.1. La duración e intensidad del trabajo	131
6.1.2. Las condiciones ambientales y el nivel de entrenamiento	132
6.2. Los nutrientes	133
6.2.1. Los carbohidratos	136
6.2.2. Las proteínas	139
6.2.3. Las grasas	141
6.2.4. Las vitaminas y los minerales	142
6.2.5. La fibra alimenticia	144
6.3. La reposición hídrica	146
6.4. Pautas para la alimentación del bombero que hace ejercicio	148
6.5. La obesidad y el control del peso	151
6.5.1. Determinación de la obesidad	152
6.5.2. La regulación del peso corporal	153
6.6. Patologías relacionadas con la alimentación	154
6.7. La dieta	158
6.8. Recomendaciones nutricionales generales	164

7. SALUD, HIGIENE POSTURAL Y ERGONOMÍA <i>J. F. Borrell y M. Cabré</i> . . .	167
7.1. Principales perjuicios de una mala higiene postural	168
7.2. Beneficios de una correcta higiene postural	168
7.3. Cómo cuidar nuestra espalda	168
7.3.1. Estando sentado	169
7.3.2. Durante la conducción	169
7.3.3. Cargando y descargando pesos	169
7.3.4. Estando de pie	170
7.3.5. Al levantarse y sentarse	170
7.3.6. Estando inclinados	170
7.3.7. Transportando objetos	170
7.3.8. Empujando o estirando objetos	171
7.3.9. Cuando descansamos	171
7.3.10 Alternativas	171
7.4. La ergonomía en las tareas del bombero	172
7.4.1. La espalda	172
7.4.2. Rodillas y tobillos	176
7.4.3. Hombros, codos y muñecas	176
8. CIRCUITOS FISICOTÉCNICOS <i>J. F. Borrell y M. Cabré</i>	177
8.1. Circuito urbano	178
8.2. Circuito a ciegas	180
8.3. Circuito forestal	182
BIBLIOGRAFÍA	185
Bibliografía recomendada. Cap. 1	37
Bibliografía recomendada. Cap. 2	42
Bibliografía recomendada. Cap. 3	63
Bibliografía recomendada. Cap. 4	109
Bibliografía recomendada. Cap. 5	128
Bibliografía recomendada. Cap. 6	165
Bibliografía recomendada. Cap. 7	176



INTRODUCCIÓN

Este Manual tiene su origen en el encargo que el Centre d'Alt Rendiment Esportiu recibió del Departament d'Interior de la Generalitat de Catalunya de elaborar una investigación experimental que midiera las capacidades físicas necesarias para hacer el trabajo de bombero. Su diseño y los resultados detallados se han entregado a la Direcció General d'Emergències i Seguretat Civil.

Los resultados de este programa dieron unas exigencias físicas dentro de un amplio abanico de intensidades desde medias hasta máximas, que van de la capacidad de esfuerzo cardiovascular hasta la fuerza y la resistencia muscular, pasando para un buen equilibrio, elasticidad y coordinación general.

Ante estos resultados había que elaborar un programa de entrenamiento, y nos preguntamos cómo lo haríamos para diseñarlo de forma que fuera sencillo y fácilmente comprensible; un programa que necesitara el mínimo de material, que diera unas nociones de fisiología deportiva básica y que, por la vía de la lógica y el razonamiento, llevara a los bomberos a mantenerse en buena forma física.

Pensamos que en el Cuerpo de Bomberos debía haber diferentes niveles de exigencias: desde unos profesionales que querían mucha información con el máximo rigor científico hasta otros que tendrían suficiente con un programa esquemático en forma de tríptico. Que también para todo el mundo sería una ayuda tener en el parque unos pósteres con la sesión de entrenamiento.

Por estos motivos se ha hecho el Programa de condición física en tres niveles, complementarios, pero también suficientes, que se han materializado en un manual, un tríptico y unos pósteres.

El *Manual de condición física del bombero* tiene como objetivo dar unas nociones básicas de fisiología deportiva, de métodos de entrenamiento y de mantenimiento necesarios para tener una buena forma física.

Este Manual desarrolla los siguientes temas:

- Nociones de anatomía y fisiología deportiva, que permitan comprender el funcionamiento de los diferentes sistemas y órganos corporales durante la actividad física, con la finalidad de dar unas bases que ayuden a comprender y a dominar con eficacia los programas de formación física.
- Un estudio sobre las ventajas de la actividad física para la salud, con la finalidad de incentivar a más, si hace falta, este tipo de entrenamiento.

- La teoría del entrenamiento y los diferentes métodos, que permitan tener unos conocimientos sólidos de este tema.
- Explicación detallada del Programa de condición física para el bombero, con las diferentes sesiones de entrenamiento.
- Un capítulo de dietética con la finalidad de dar los conocimientos para mantener el control de la masa corporal y dar un equilibrio a esta masa en sus componentes: líquidos, grasas, glúcidos, proteínas y minerales, equilibrio básico para la salud y para poder pedir al cuerpo una actividad física alta.
- Un capítulo de ergonomía con sistemas y métodos de trabajo necesarios para prevenir lesiones, principalmente las vertebrales.
- Finalmente, se han propuesto unos ejemplos de circuitos fisicotécnicos para integrar habilidades motrices relacionadas con el trabajo.

Con el fin de facilitar y reforzar el seguimiento del Programa de condición física, se ha hecho la edición, paralela a este manual, de una guía práctica de condición física en forma de tríptico y se han editado unos pósteres para impartir de manera gráfica el contenido del programa en el lugar de entrenamiento.

Esperamos, con éste *Manual*, contribuir a hacer que los bomberos puedan mantenerse en una buena forma física, con el fin de hacer el trabajo con eficacia y, al mismo tiempo, beneficiarse de una buena salud.

1 NOCIONES BÁSICAS SOBRE FISIOLÓGÍA DEL EJERCICIO

J. M. González de Suso

La realización de cualquier actividad laboral requiere la sintonía en el funcionamiento de una serie de sistemas de nuestro cuerpo humano. Abrir una puerta, levantar una herramienta de trabajo, bajar escaleras, subirse a un camión, caminar con una mochila de 20 kg a la espalda, cambiar la rueda de un coche, escribir a máquina, ...etc., son actividades que requieren, en ocasiones, movimientos complejos de nuestro cuerpo humano. Bien es cierto que, desde hace un par de siglos, cada vez son menores las exigencias físicas para la realización de la mayor parte de nuestras actividades laborales. La puesta en funcionamiento de robots, cadenas de montaje, sistemas hidráulicos de carga, motores, ascensores, ...etc., han limitado las exigencias físicas de los humanos.

La antaño selección natural basada en la apariencia externa de los trabajadores ha evolucionado hacia el análisis de nuestros conocimientos. En numerosas comunidades, motivado por este afán de adquirir un mayor saber y por la facilidad con que, actualmente, éste se consigue, se ha descuidado la práctica de una actividad física cotidiana. El progreso experimentado en el envío y recepción de documentos reduce, aún más, las posibilidades de ejercitar nuestro organismo. Donde antes nos desplazábamos hasta el buzón más próximo para enviar nuestro correo escrito a mano, ahora, sin cambiar nuestra poco ortodoxa posición frente al ordenador, enviamos un correo electrónico. La copia conforme se distribuye a gran parte de nuestros colegas cuyas direcciones, debidamente almacenadas en nuestro ordenador, nunca más volveremos a redactar. Tanto avance y tanta comodidad han cambiado de forma radical una serie de costumbres. Cada vez es mayor la proporción de individuos obesos y el número de muertes debidas a la falta de actividad. En las últimas dos décadas, innumerables organizaciones e instituciones se han volcado en la realización de programas y campañas de sensibilización para estimular la práctica del ejercicio físico y la mejora de la calidad de vida.

Nuestro interés, con la redacción de este capítulo, se centrará en la sensibilización generalizada para dedicar parte de nuestra vida a la realización de actividades físicas cuyo objetivo último sea la reducción de la patología relacionada con el sedentarismo. Por otro lado, esperamos ayudar a la comprensión de los diferentes sistemas responsables de la ejecución del movimiento y de la realización de ejercicio de forma apropiada. Necesitamos que nuestro corazón, junto con nuestros pulmones, músculos, vasos sanguíneos, huesos, articulaciones y un sinnúmero de otros órganos y tejidos, trabajen de forma conjunta.

Podríamos tratar de forma más amplia la compleja fisiología humana, pero nuestro objetivo consiste en proporcionar elementos básicos que os permitan adquirir conocimientos elementales del funcionamiento del cuerpo humano y de sus estructuras.

1.1. El aparato locomotor

La posibilidad de movernos, desde el punto de vista mecánico, reposa en el correcto funcionamiento de nuestro aparato locomotor. Este se compone de una serie de estructuras como los huesos, las articulaciones, los ligamentos, los tendones y los músculos. El correcto funcionamiento de todos estos elementos es básico para el engranaje de las acciones que permiten el soporte y el desplazamiento del cuerpo humano.

1.1.1. El sistema óseo

Consta de huesos y articulaciones favoreciendo la protección de órganos internos, la estática corporal y el movimiento de todo el cuerpo o de alguna de sus partes.

En todo su conjunto forman el esqueleto humano que consta de:

- **una parte axial** formada por la cabeza, la columna vertebral y la caja torácica;
- **una parte periférica**, articulada a la parte axial por las cinturas escapular (hombros) y pelviana (caderas), formada por las extremidades superiores e inferiores.

A) Los huesos

Los huesos son duros y resistentes, dotados de elasticidad y flexibilidad. Se conectan entre sí de múltiples maneras y forman una estructura de sostén para el cuerpo humano. Nos encontramos con 3 tipos de huesos:

- a) **Los largos**, cuya longitud es más importante que el espesor y la anchura, entre los que podemos citar el fémur del muslo y el radio del antebrazo.
- b) **Los planos**, de longitud y anchura similares, con poco espesor, sirven para delimitar cavidades como la pelvis y el cráneo.
- c) **Los cortos**, de longitud, espesor y anchura similares; ejemplos de este tipo de huesos son las vértebras y los huesos del carpo que forman la muñeca.

Los huesos se hallan recubiertos por una membrana denominada **periostio** que tiene, en su parte externa una función protectora y en su cara interna, gran cantidad de terminaciones nerviosas y vasos sanguíneos, junto con unas células denominadas *osteoblastos* que tienen una función nutritiva y reparadora. Esta membrana se encarga de proteger el hueso, de nutrirlo y de repararlo. Debajo de esta membrana nos encontramos con el tejido óseo, que puede ser esponjoso o compac-

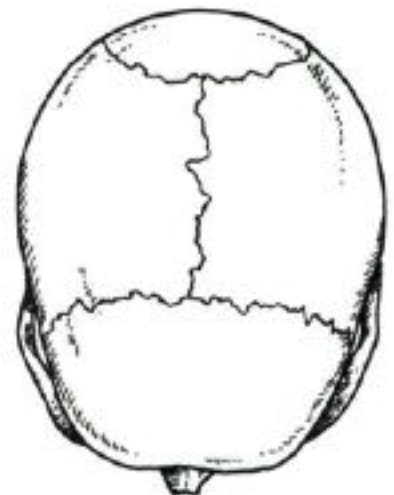


Fig. 1.1. El cráneo es un ejemplo de los huesos planos

to, que delimita en su interior una cavidad interna ocupada por la **médula ósea**. Esta puede ser gelatinosa, roja o amarilla. La médula ósea roja se encarga de producir glóbulos rojos y blancos que se liberan al torrente vascular mediante vasos sanguíneos.

B) Las articulaciones

Para ser útiles en la génesis del movimiento humano, los huesos necesitan ser articulados. Las articulaciones son los mecanismos anatómicos que permiten el movimiento de dos huesos diferentes e independientes.



Fig. 1.2. Diartrosis

Existen dos tipos de articulaciones: las **sinartrosis** o articulaciones fijas, que tienen nula o muy poca movilidad, como son las articulaciones de los huesos del cráneo, y las **diartrosis**, articulaciones con una gran movilidad, desde el deslizamiento hasta la rotación y el desplazamiento angular. En este último tipo de articulación, los huesos se ponen en contacto a través de superficies lisas recubiertas de cartilago hialino, dejando un mínimo espacio articular. El cartilago, bien lubricado por el líquido sinovial, favorece, sin desgaste, el deslizamiento de un hueso sobre el otro.

Las articulaciones se encuentran envueltas por una **cápsula fibrosa** y elástica que, en su cara interna, se encuentra bien vascularizada y produce el líquido sinovial, que puede verse reforzada por la existencia de ligamentos que darán rigidez y limitarán la amplitud de algunos movimientos. En algunos casos, como en la articulación de la rodilla, los ligamentos pueden reforzar la articulación desde el interior de la cápsula.

C) Los movimientos articulares

Gracias a la existencia de articulaciones y músculos, podemos describir los movimientos articulares. Para este estudio, debemos partir de una posición de referencia denominada **posición anatómica**, definida como el individuo de pie, mirando al frente, con los pies juntos y paralelos, y los brazos paralelos a lo largo del cuerpo con las palmas de las manos hacia adelante. Desde esta posición, el humano puede moverse de diferentes maneras en los tres planos del espacio.

El plano sagital, plano donde se realizan todos los movimientos de perfil, divide al cuerpo en 2 mitades, derecha e izquierda. Se realizan los movimientos de **flexión**, desplazamiento hacia delante de un segmento corporal, y

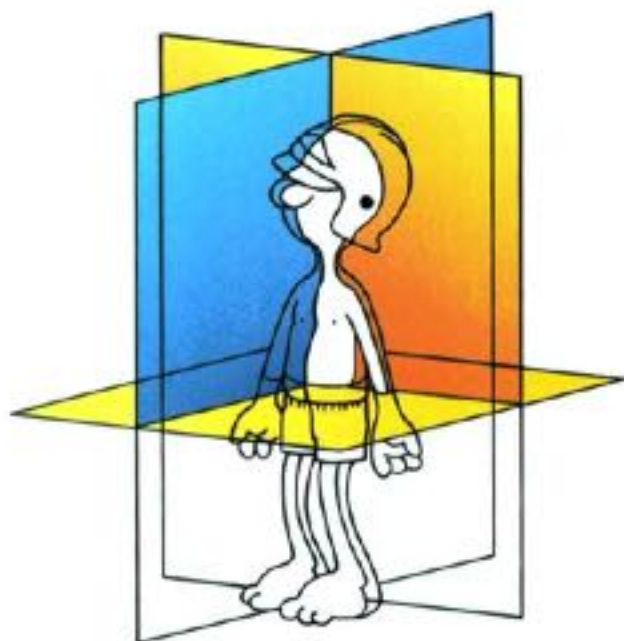


Fig. 1.3. Los tres planos del espacio

extensión, desplazamiento hacia atrás de dicho segmento. En el hombro, podemos hablar, de forma excepcional, de **antepulsión**, cuando el desplazamiento es hacia delante y de **retropulsión**, cuando se realiza hacia atrás.

El plano frontal divide al cuerpo en una mitad anterior y otra posterior. Observamos los movimientos mirando al individuo de frente y distinguimos: **la abducción** o separación de un brazo o una pierna, cuando el segmento corporal se aleja del tronco, y la **aducción** o aproximación, cuando los segmentos corporales se acercan a él. Si estos movimientos afectan al tronco, hablamos de lateralización o inclinación lateral derecha e izquierda.

El plano transversal permite la visualización del individuo desde arriba o desde abajo. En este plano podemos analizar los movimientos de **rotación, externa e interna**. El movimiento puede localizarse a nivel del tronco o de cualquier segmento corporal.

Cuando realizamos nuestra actividad laboral habitual, nos encontramos con que realizamos una serie de desplazamientos que en su encadenamiento implican un sinfín de articulaciones y de segmentos corporales de forma que estos se mueven en distintos planos. Es raro encontrarnos con desplazamientos donde existan movimientos en un único plano del espacio; lo más normal es que, por ejemplo, a movimientos de flexoextensión de ambas rodillas se añadan desplazamientos laterales del tronco y giros de la cabeza.

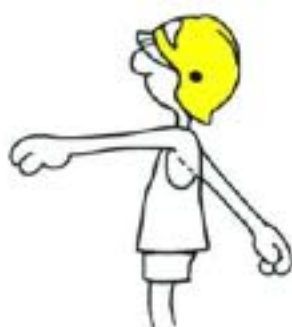


Fig. 1.4. Antepulsión y retropulsión de los brazos

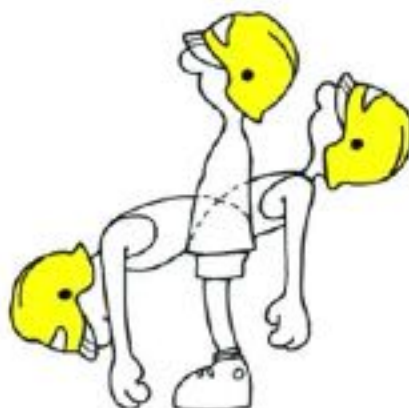


Fig. 1.5. Flexión y extensión del tronco



Fig. 1.6. Inclinación lateral del tronco

1.1.2. Los músculos

El funcionamiento del cuerpo humano descansa en las acciones de tres tipos diferentes de músculos.

Músculo estriado esquelético

Músculo estriado cardíaco

Músculo liso

El **músculo estriado esquelético** es responsable de que se realicen movimientos de los diferentes segmentos corporales y del mantenimiento de la estática corporal. Su origen y destino se encuentra en el esqueleto y su masa puede llegar a suponer, en individuos bien entrenados, el 50% del peso corporal. La contracción de estos músculos es voluntaria.

El **músculo estriado cardíaco** se encuentra formando las paredes del corazón y es responsable de que, de forma involuntaria, se expulse la sangre para enviarla a todos los tejidos corporales mediante el sistema vascular.

El **músculo liso** es parte fundamental de las paredes vasculares, de las vías aéreas inferiores y del tubo digestivo. Permite la regulación del flujo aéreo y vascular y del tránsito intestinal.

A) El músculo esquelético humano

De estos tres tipos de músculos comentados, el músculo estriado esquelético será fundamental para el movimiento humano y por ello le dedicaremos especial atención. La estructura básica del músculo es la **fibra muscular** que, por lo general, tiene una longitud igual a la del músculo. La unión de varias fibras constituye **haces o fascículos musculares** que acabarán formando el músculo. Este músculo se encuentra rodeado por una cubierta de tejido conectivo (no contráctil) que acabará formando, en los extremos, **los tendones**, estructuras que permiten el anclaje de los músculos en el esqueleto.

Las acciones de los músculos necesitan de un proceso de activación que permite la unión de unas proteínas musculares, la **actina** y la **miosina**, responsables de, en función de su magnitud, generar una variación de la longitud total del músculo.

El mayor o menor acortamiento, o incluso, el estiramiento, son acciones musculares que definiremos a continuación.

a) Clasificación de las acciones musculares:

1. Isométrica
2. Dinámica o anisométrica
 - 2.1. Concéntrica o miométrica
 - 2.2. Excéntrica o pliométrica

La **acción isométrica** consiste en generar una tensión muscular igual a la magnitud de la resistencia externa, de forma que la longitud del músculo no varía (*figura 1.7*).

La **acción dinámica o anisométrica** consiste en generar una tensión diferente de la magnitud de la resistencia externa, de modo que la longitud del músculo varía (*figura 1.8*).



Fig. 1.7. Acción isométrica



Fig. 1.8. Acción dinámica o anisométrica

Este tipo de acción puede desencadenar el acortamiento del músculo implicado; estaremos hablando de **acción concéntrica**, o un estiramiento o elongamiento del músculo, cuando la tensión generada en el músculo es menor que la resistencia externa que se le aplica: en este último caso hablaremos de **acción excéntrica o pliométrica**. La acción pliométrica, de ciertos grupos musculares de las extremidades inferiores, es la que nos permite amortiguar la caída cuando saltamos desde una cierta altura.

b) La tensión muscular

Teniendo en cuenta que las acciones musculares descansan en la existencia de una tensión muscular, no podemos seguir avanzando sin definir los 4 tipos básicos de tensión muscular con los que podemos encontrarnos.

Tensión tónica

Tensión elástico-explosiva

Tensión tónico-explosiva

Tensión elástico-explosiva-reactiva

La **tensión tónica** es aquella que producimos cuando tratamos de vencer una gran resistencia mediante la aplicación continuada de una acción isométrica o dinámica. Este tipo de tensión se genera, en todo el cuerpo, cuando un halterófilo intenta mantener la barra de pesas por encima de su cabeza o, en las extremidades inferiores, cuando un esquiador realiza un descenso.

La **tensión tónico-explosiva** es aquella que se produce cuando intentamos vencer una resistencia inferior a la que genera la tensión tónica. Un ejemplo de este tipo de tensión muscular es la que se produce cuando lanzamos un objeto pesado

La **tensión elástico-explosiva** sería una tensión muy similar a la anterior pero con la diferencia que el objeto que lanzamos es mucho más ligero. Este tipo de tensiones se producen frecuentemente durante gran parte de eventos deportivos, por ejemplo, al lanzar el peso, o durante el servicio en voleibol. El término elástico indica que, previa a la acción dinámica concéntrica, se produce un estiramiento prolongado de la musculatura implicada.

La **tensión elástico-explosiva-reactiva** es parecida a la anterior. La diferencia radica en que la fase de estiramiento es corta y muy pronunciada. El ejemplo de este tipo de tensión lo tenemos en los músculos del brazo cuando efectuamos un remate de voleibol o en los de las extremidades inferiores cuando efectuamos un salto con rebote.

Todas las acciones musculares que hemos definido anteriormente pueden resumirse utilizando un mismo concepto, altamente difundido en el ámbito laboral, denominado fuerza muscular. Siempre aplicaremos fuerza muscular cuando generemos tensión en nuestros grupos musculares para oponernos a una resistencia externa. La fuerza muscular será de mayor o menor magnitud en función de la participación de dos mecanismos.

Por un lado, el sistema nervioso puede estimular un mayor o menor número de unidades motoras responsables de la participación de más o menos fibras musculares en la acción muscular. Por otro lado, la intensidad de esa acción puede alterarse si varía la frecuencia con que los estímulos nerviosos se envían a las fibras musculares.

c) El control del movimiento

Para acabar, la realización de un movimiento dependerá de una serie de mecanismos fruto de un intercambio de información entre el sistema nervioso central y la periferia

neuromuscular. Así, toda la información que nuestro sistema nervioso central percibe cuando efectuamos un movimiento está proporcionada por elementos instalados en el músculo como son los órganos tendinosos de Golgi y los husos neuromusculares.

Los órganos tendinosos de Golgi son unas terminaciones nerviosas localizadas en la zona de intersección entre músculo y tendón. Tienen la misión de informar sobre el grado de tensión al que se encuentra sometido el músculo.

Los husos neuromusculares se localizan en el vientre muscular y son mucho más sensibles y excitables que los anteriores. Informan sobre las variaciones en la longitud del músculo y la velocidad de contracción.

Estos elementos serán básicos para el perfeccionamiento de los movimientos y sirven para regular la existencia de posibles excesos en la tensión muscular que pudieran desembocar en la aparición de lesiones. Ante una acción muscular que genere una tensión excesiva capaz de lesionar un músculo o un tendón, los elementos neuromusculares se activarán para inhibir la acción y proteger las estructuras funcionales.

B) Tipos de fibras musculares

Cualquier músculo del cuerpo humano se encuentra formado por gran número de fibras musculares con propiedades metabólicas y mecánicas diferenciadas. Gracias a la realización de estudios biopsicos y análisis microscópicos hemos podido clasificar los diferentes tipos de fibras musculares. En la tabla

que adjuntamos detallamos las características de los principales tipos de fibras musculares. Resumiendo, y sin profundizar en recientes estudios fundamentales de fisiología humana, podemos hablar de 2 tipos de fibras:

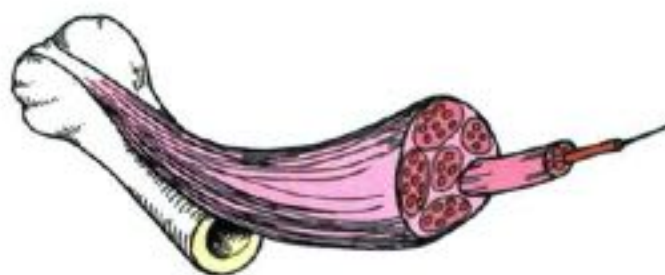


Fig. 1.9. Estructura del músculo

CARACTERÍSTICAS	TIPO I LENTAS	TIPO IIA RÁPIDAS	TIPO IIB MUY RÁPIDAS
Metabolismo aeróbico	Muy desarrollado	Medianamente	Poco
Metabolismo anaeróbico	Poco desarrollado	Medianamente	Mucho
Tiempo de contracción	Lento	Rápido	Muy rápido
Tensión	Baja	Media	Alta
Fatigabilidad	Poca	Media	Alta
Densidad capilar	Alta	Alta	Baja
Densidad mitocondrias	Alta	Alta	Baja
Reservas energéticas	Grasas y glúcidos	Glúcidos y fosfágenos	Glúcidos y fosfágenos
Predominio en deportistas	Actividades larga duración	Deportes de equipo	Velocidad, saltos, lanzamientos

- Por un lado, las **fibras lentas**, también llamadas rojas. Son características de los músculos acostumbrados a ejercitarse durante tiempo prolongado a baja intensidad. Tienen un tiempo de contracción lento. Se les llama rojas porque están muy vascularizadas características de los músculos acostumbrados a trabajar en endurancia (definición o palabra nueva) o resistencia. Estas fibras tienen un elevado contenido en mitocondrias que constituyen la fábrica de energía del músculo gracias a la utilización de los glúcidos y/o de las grasas. Una de las mejoras observadas por los deportistas de fondo consiste en mejorar el aporte sanguíneo hacia el músculo que trabaja. Esto se consigue incrementando el número de capilares sanguíneos.
- Por otro lado, tenemos las **fibras rápidas o blancas**, fibras caracterizadas por su tiempo de contracción, que es muy rápido. Se les llama blancas porque tienen poca densidad de capilares. Además, tienen un bajo contenido en mitocondrias y la producción de energía se basa en la utilización de los glúcidos y de los fosfatos de alta energía como la fosfocreatina. Dentro de las fibras de contracción rápida encontramos un tipo con propiedades mixtas, muy relevantes para el rendimiento deportivo, que se benefician de una elevada densidad capilar, gran número de mitocondrias, rapidez de contracción y baja fatigabilidad..

En los capítulos correspondientes a las adaptaciones fisiológicas generadas por el entrenamiento, se estudiará con detalle las variaciones observadas en las fibras musculares. Las blancas o rápidas pueden aumentar su tamaño y su número, con lo que el individuo puede incrementar la fuerza muscular aplicada y la velocidad de ejecución de ciertas actividades. Las rojas o lentas pueden aumentar su densidad capilar y su adaptación aeróbica con el entrenamiento de endurancia y ser más resistentes a la fatiga.

1.2. El sistema cardiocirculatorio

Todo lo anterior funciona gracias a que el corazón y los vasos sanguíneos envían oxígeno y nutrientes a los músculos. Además, el aparato circulatorio es básico para conseguir el transporte de hormonas y la eliminación de ciertos desechos que pueden disminuir nuestras posibilidades de desplazamiento. Por otro lado, este sistema es necesario para regular nuestra temperatura y jugará un papel esencial en el mantenimiento de la vida celular durante innumerables situaciones de estrés.

1.2.1. El corazón y los vasos sanguíneos

El aparato cardiocirculatorio está compuesto por un motor, **el corazón**, y por un entramado de vasos sanguíneos. El corazón resulta básico para asegurar la distribución de la sangre (más adelante hablaremos de ella) hacia los diferentes tejidos y órganos del cuerpo humano. El corazón es un órgano centrado en la caja torácica, ligeramente desplazado hacia la izquierda, compuesto de 2 tabiques, uno horizontal y otro vertical que delimitan 4 cavidades: 2 aurículas y dos ventrículos. Estas cavidades, comunicadas mediante válvulas entre sí, diferencian 2 corazones, el izquierdo compuesto de una aurícula y un ventrículo, y el derecho, bastante simétrico. Las válvulas, situadas entre aurículas y ventrículos, sólo permiten el paso de la sangre en sentido aurícula-ventrículo gracias a unas solapas que evitan el reflujo. Cuando este sistema de solapas no funciona bien, se produce el reflujo que, generalmente, provoca la aparición de un ruido extraño en la auscultación del corazón denominado soplo. Además de ser el responsable de la vascularización de todo el territorio humano, el corazón tiene un papel fundamental

en la oxigenación de la sangre. Toda la sangre que llega al corazón, procedente de la periferia, pasa a los pulmones, donde entra en contacto con el oxígeno del aire ambiente, se oxigena, y nuevamente es introducida en el corazón izquierdo para ser distribuida por todos los tejidos corporales. Esta red de recogida y distribución, que forma un circuito cerrado, consta de diferentes tipos de vasos:

Las **arterias**, vasos que transportan la sangre que sale del corazón.

Las **venas**, vasos que recogen la sangre para llevarla hacia el corazón.

Los **capilares**, vasos de menor tamaño que se encargan de efectuar el intercambio gaseoso (paso del oxígeno y de los nutrientes a los tejidos) y de recoger los productos de desecho.

El corazón posee tres capas. Una capa interna denominada **endocardio**, que recubre toda la superficie interna del corazón y forma las válvulas. Una capa intermedia, denominada **miocardio** y que corresponde con el músculo cardíaco. Esta capa muscular se encuentra vascularizada gracias a una red independiente denominada **vasos coronarios**. Son los que aportan oxígeno y elementos nutritivos al miocardio. Por último, una capa externa, denominada **pericardio**. Esta capa forma un saco fibroso con líquido en su interior que sirve para proteger y lubricar la superficie externa del corazón.

El corazón se contrae de forma involuntaria gracias al funcionamiento del sistema nervioso vegetativo. Este sistema, de forma autónoma, envía impulsos nerviosos desde el cerebro hasta los centros nerviosos del corazón especializados en la transmisión de esos impulsos. Se produce la contracción de todas las paredes del corazón. Desde la aurícula derecha hasta el ventrículo izquierdo, se difunden las ondas que producen la actividad rítmica del corazón. Existen diferentes fases: primero, una fase de **contracción o sístole** que evoluciona de forma progresiva desde las aurículas a los ventrículos provocando el vaciamiento de las cavidades a la que sigue la segunda fase, el posterior llenado denominado **diástole** cardíaca.

La cantidad de sangre que se bombea en una sístole y la resistencia de las arterias al paso de esa sangre darán lugar a la presión sanguínea arterial (TA). Esto permite la circulación de la sangre. Por lo general se realizan dos mediciones de TA: la sistólica y la diastólica. La sistólica, siempre más elevada, corresponde con el momento en que la sangre sale del corazón y la diastólica, más baja, coincide con el drenaje de esa sangre por las arterias. La tensión arterial normal se expresa en milímetros de mercurio (mmHg) y oscila entre 100 y 120 en el caso de la tensión sistólica y sobre los 70-80 mmHg para la diastólica. La forma más habitual de expresar esta medida es 120/70,

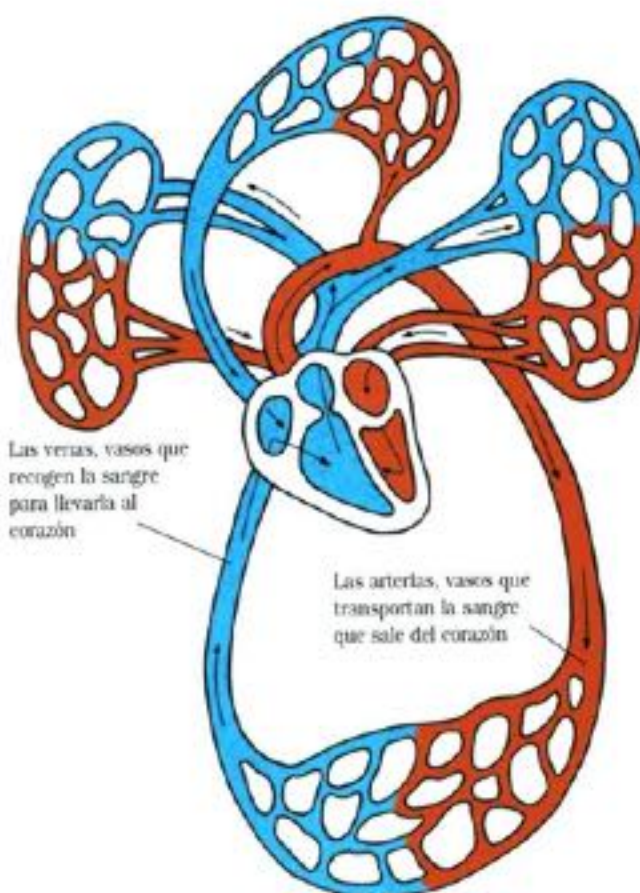


Fig. 1.10. El aparato cardiocirculatorio

colocando primero la sistólica y luego la diastólica. Varía con la edad y el sexo, siendo más baja en jóvenes y mujeres, y se considera que no debe superar los 140/90 mmHg. En el caso de que nos encontremos con unas cifras de TA superiores, hablaremos de hipertensión arterial.

El sistema vascular, por donde circula la sangre bombeada por el corazón, se divide en 3 sistemas circulatorios:

- **La circulación mayor.** Comienza en el ventrículo izquierdo, donde la sangre arterial rica en oxígeno pasa a la aorta y desde aquí a un gran número de arterias y capilares donde se producirá el intercambio metabólico para el funcionamiento de tejidos y órganos. El bucle de esta circulación mayor se consigue mediante las venas que recogerán elementos de desecho, como el anhídrido carbónico, y los transportarán hacia la aurícula derecha del corazón.
- **La circulación menor.** Sistema vascular que se encarga de llevar la sangre desde el ventrículo izquierdo hasta los pulmones y, desde allí, hasta la aurícula izquierda. Esta circulación es la encargada de efectuar la eliminación del anhídrido carbónico y la oxigenación de la sangre.
- **La circulación de la vena porta.** Constituye un circuito auxiliar de la circulación mayor iniciado en las arterias de los órganos de la digestión. Recogen sangre y la llevan, mediante la vena porta, hasta el hígado, donde forman una red de capilares que nutren el hígado y desembocan en una serie de venas que forman la vena cava inferior, donde se recogen elementos tóxicos provenientes de la alimentación.

1.2.2. Adaptación cardiovascular al esfuerzo

Cuando realizamos un ejercicio físico, los músculos solicitados necesitan oxígeno para trabajar. Cuanto más intensa sea la actividad, mayores serán las necesidades de oxígeno. Esto sólo se puede proporcionar mediante el correcto funcionamiento de la bomba cardíaca y de su red vascular. El oxígeno necesario para la contracción se proporciona con el aporte vascular.

La sangre tiene múltiples componentes, siendo la **hemoglobina** el que más interesa, puesto que es la molécula responsable del transporte del oxígeno ya que va ligado a ella y no puede ir disuelto en la sangre. Cuanto mayor sea la cantidad de hemoglobina, mayor posibilidad de transporte de oxígeno existirá.

Al realizar un esfuerzo, y a medida que aumenta la intensidad del mismo, se producen una serie de adaptaciones que favorecerán el continuo suministro de oxígeno. Esto se consigue mediante el incremento del volumen de sangre que sale del corazón y de la frecuencia cardíaca. A mayor volumen y frecuencia, mayor cantidad de sangre enviada hacia los tejidos y mayor oxigenación. Por otro lado, existirá una función periférica denominada diferencia arteriovenosa del oxígeno, última responsable de la oxigenación de los tejidos.

La cantidad de sangre bombeada por el corazón en un minuto se denomina **gasto cardíaco**. Este gasto cardíaco, directamente relacionado con la intensidad del ejercicio, depende a su vez del tamaño del corazón y de su capacidad para contraerse. El tamaño del corazón permitirá el alcance de un mayor o menor volumen de eyección sistólica o cantidad de sangre que expulsa el corazón en cada contracción.

La frecuencia máxima con que el corazón se puede contraer se denomina **frecuencia cardíaca máxima** y dependerá del tamaño del corazón y del tipo de entrenamiento o de actividad física realizado por el individuo.

Existe, de manera estadística, la posibilidad de predecir la FC_{máx} de cualquier individuo restando el valor de la edad en años a 220 pulsaciones/min. De este modo, un sujeto de 20 años tendría una FC_{máx} de 200 pulsaciones/minuto y, en uno de 40, la FC_{máx} sería de 180 pulsaciones/minuto. De todos modos, lo mejor es determinar el valor máximo de cada individuo. En las últimas pruebas de esfuerzo máximas realizadas por bomberos de la Generalitat en el Centre d'Alt Rendiment de Sant Cugat, la frecuencia máxima promedio alcanzada fue de 188 puls/min, mientras que la edad promedio era de 39 años. Los bomberos alcanzaron un valor superior en 7 pulsaciones al que se les hubiese asignado de forma teórica.

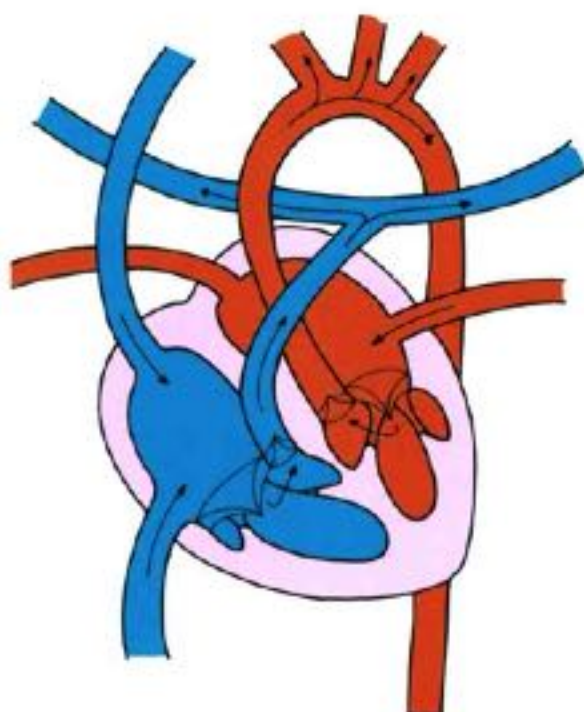
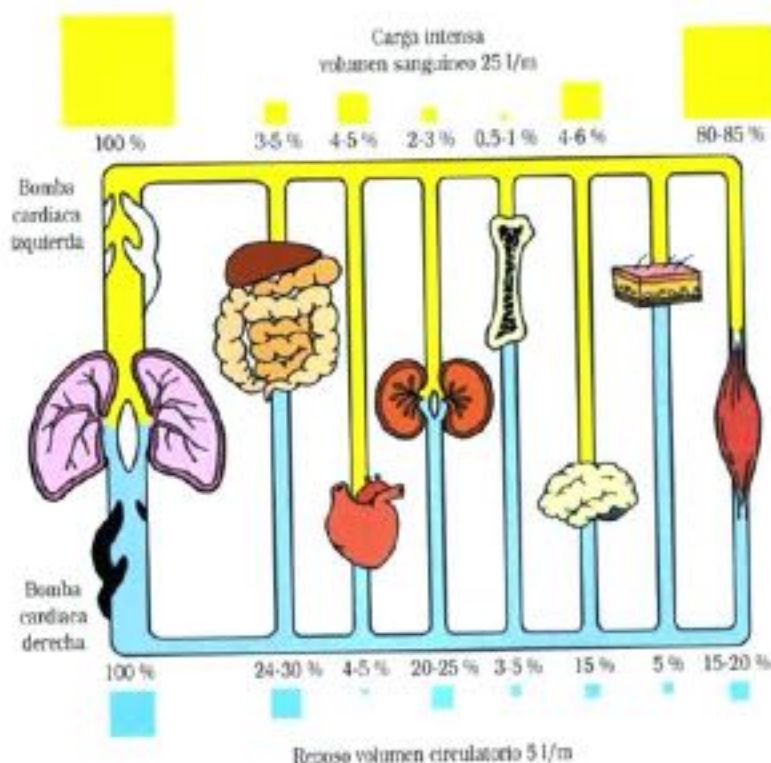


Fig. 1.11. Esquema del flujo y corriente de la sangre y anatomía del corazón

Es posible llegar a un mismo gasto cardíaco por diferentes vías: por un lado, mediante el incremento del volumen de eyección sistólico; y, por otro lado, mediante el incremento de la frecuencia cardíaca. Como esta regulación no es voluntaria, nos encontramos con que ambos mecanismos se ponen en marcha con la realización de ejercicio y, sobre todo a partir de intensidades cercanas al 50% del consumo máximo de oxígeno (VO₂máx, término que definiremos más adelante), gracias al incremento de la frecuencia cardíaca aseguramos el transporte de oxígeno a los músculos que trabajan. Necesitamos puntualizar que, durante la realización de un ejercicio, casi toda la sangre (fig. 1.11) se envía hacia los músculos que están trabajando, pero que no por ello dejan de irrigarse otros territorios fundamentales para el mantenimiento de la vida. En la figura 1.12 que adjuntamos se encuentran representadas las variaciones de aporte sanguíneo en situación de ejercicio físico y de reposo. Vemos cómo existe un mantenimiento



transporte de oxígeno a los músculos que trabajan. Necesitamos puntualizar que, durante la realización de un ejercicio, casi toda la sangre (fig. 1.11) se envía hacia los músculos que están trabajando, pero que no por ello dejan de irrigarse otros territorios fundamentales para el mantenimiento de la vida. En la figura 1.12 que adjuntamos se encuentran representadas las variaciones de aporte sanguíneo en situación de ejercicio físico y de reposo. Vemos cómo existe un mantenimiento

Fig. 1.12. Distribución del riego sanguíneo (reposo y ejercicio máximo)

del aporte sanguíneo para la realización de funciones vitales en todos los órganos, y que a nivel muscular se multiplica el aporte para asegurar la función muscular en cualquier situación de ejercicio muscular, tanto intenso como suave.

La adaptación cardiovascular de un individuo puede verse modificada con el entrenamiento físico. Una de las variaciones más evidentes afecta a los valores de frecuencia cardíaca (FC) durante el ejercicio. De una forma muy sencilla, gracias a la utilización de sistemas telemétricos que registran y memorizan la frecuencia cardíaca, podemos comprobar si, tras un período de condicionamiento físico, existen variaciones de dicha adaptación. En la figura 1.13 que adjuntamos representamos la evolución de la FC de un grupo de futbolistas infantiles, para una misma intensidad de esfuerzo, antes y después de 5 meses de entrenamiento diseñados para la mejora de su adaptación metabólica y cardiovascular. Los valores que figuran en el gráfico corresponden al promedio de 11 jugadores evaluados.

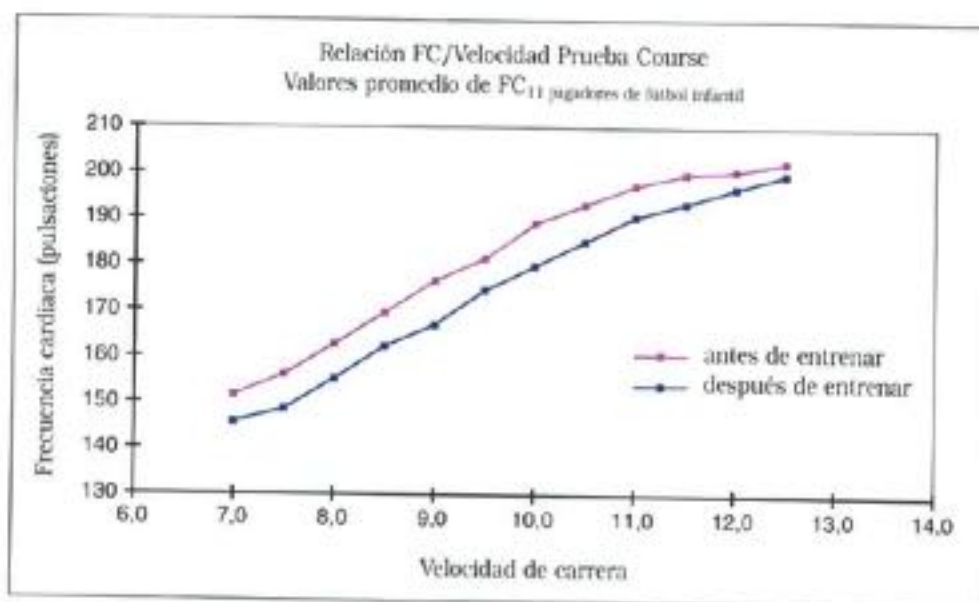


Figura 1.13. FC para una máxima intensidad de esfuerzo antes y después de 5 meses de entrenamiento.

Constatamos un descenso de la frecuencia cardíaca para carga de trabajo. Además, esto es más evidente para cargas de ejercicio bajas. Cuando nos acercamos a los valores máximos, es normal que no encontremos casi diferencias, puesto que estamos en valores próximos al máximo de estos jugadores. Estas modificaciones en la adaptación cardíaca de los deportistas, que suponen una reducción cercana a las 10 pulsaciones por intensidad de esfuerzo, se deben probablemente a que el sistema cardiovascular es más económico, aumentando la cantidad de sangre expulsada del corazón en cada contracción y disminuyendo las resistencias vasculares periféricas que favorecen la distribución de la sangre en los tejidos. Estos mismos jugadores experimentaron una mejora de un 11% en el rendimiento máximo de la prueba.

La adaptación cardiovascular al esfuerzo nos sirve como introducción al estudio de los mecanismos que regulan la producción de energía que permita la contracción muscular. Una vez estudiados la estructura que da soporte a los grupos musculares y el sistema que favorece el transporte de oxígeno y nutrientes, nos centraremos en las funciones biológicas que permitirán la contracción muscular y su mantenimiento durante un período más o menos prolongado.

1.2.3. La sangre

Circula por el sistema cardiovascular asegurando funciones vitales como el transporte de oxígeno, el transporte de nutrientes procedentes del tubo digestivo, la eliminación de productos de desecho, el transporte de hormonas y enzimas, la eliminación de calor y de defensa frente a infecciones.

La sangre representa el 7,6% del peso corporal. Tiene una parte líquida denominada **plasma sanguíneo** compuesta en un 90-92% de agua y un 8-10% de sustancias orgánicas e inorgánicas. Esta parte líquida constituye el 55%, mientras que el otro 45% está compuesto de elementos sólidos. A pesar de las pérdidas por orina, sudor, excrementos,...etc., la cantidad de agua se mantiene constante.

Dentro de las sustancias orgánicas debemos destacar las proteínas, formadoras de anticuerpos frente a agentes responsables de enfermedades infecciosas, transportadoras de grasas, azúcares, hormonas y, algunas, como el fibrinógeno, decisivas para la coagulación de la sangre. Otra sustancia orgánica es la glucosa, carburante principal del cerebro, la sangre y los músculos. El cerebro es muy sensible al nivel de glucosa en sangre, denominado glucemia, y normalmente se mantiene constante. Un exceso de glucosa se puede convertir en glucógeno, metabolizarse para generar calor o transformarse en grasa. En ocasiones, ciertas patologías como la diabetes producen un incremento descontrolado de los niveles de glucosa en sangre y orina. Hay 2 tipos de diabetes: la diabetes tipo I, desarrollada en gente joven y caracterizada por un déficit de insulina que debe ser administrada diariamente con inyecciones subcutáneas; y la diabetes tipo II, no insulino dependiente que puede ser causada por un defecto de la secreción de insulina, de su acción, o por una excesiva producción hepática. En este tipo de diabetes, la realización de ejercicio físico de forma regular ayuda a controlar la glucemia, a reducir la medicación y a controlar los efectos secundarios.

Las sustancias inorgánicas del plasma suponen el 1,1% del total y tienen un papel importante en el mantenimiento de la presión osmótica sanguínea (evitar la pérdida de agua). Entre ellas podemos citar el cloro, fósforo, calcio, magnesio, potasio y sodio.

Los elementos sólidos que componen la sangre son los glóbulos rojos, los glóbulos blancos y las plaquetas. Estas últimas son fundamentales para asegurar la coagulación de la sangre y proceden de la médula ósea de los huesos largos. Los **glóbulos rojos** son células especializadas en el transporte de oxígeno y los límites normales se establecen entre 4,5 y 5,5 millones por mm^3 en el hombre y entre 4 y 5 millones por mm^3 en la mujer. Los glóbulos rojos o hematíes contienen **hemoglobina**, que es una proteína con 4 cadenas polipeptídicas que contienen hierro, capaces de combinarse con el oxígeno. Es el compuesto de los glóbulos rojos encargado de transportar oxígeno. Su concentración suele ser superior a 13 g/100ml en varones y 12 g/100ml en mujeres y su déficit es considerado como la existencia de una anemia. El volumen de glóbulos rojos se suele expresar como un porcentaje del volumen total de sangre y se denomina **hematocrito**. Los valores de referencia son de 42 a 52% y de 37 a 48%, en hombres y mujeres respectivamente.

Otro elemento de la sangre son los **glóbulos blancos o leucocitos**, entre los que encontramos varios tipos como los linfocitos, los granulocitos, los monocitos,...etc., todos ellos derivados del mismo tipo de célula en la médula ósea. Protegen el cuerpo frente a las infecciones mediante la fagocitosis (acción de tragar) de material patógeno exógeno y la

producción de anticuerpos. Son mucho menos numerosos que los glóbulos rojos y tenemos entre 5000 y 10000 por mm^3 .

1.3. El metabolismo energético muscular

La transformación de energía química potencial en energía mecánica durante la realización de un ejercicio necesita la hidrólisis de moléculas de **adenosintrifosfato (ATP)** que se encuentran en el interior de la fibra muscular. El ATP es el carburante más refinado que existe y su formación y aprovisionamiento se consigue por dos vías diferentes, la **anaeróbica y la aeróbica**. El primer mecanismo consigue producir el ATP gracias a sustratos energéticos locales como la fosfocreatina y a la hidrólisis anaeróbica del glucógeno. El segundo mecanismo produce el ATP mediante la hidrólisis de diferentes sustratos energéticos en presencia de oxígeno. La producción de energía aeróbica, denominada metabolismo aeróbico, tendrá un papel esencial en todos aquellos ejercicios o actividades físicas cuya intensidad no sea máxima y se realicen durante un periodo de tiempo prolongado.

La determinación del gasto energético puede realizarse mediante el estudio del intercambio de gases respiratorio. El **consumo de oxígeno**, determinado a nivel respiratorio, es un fiel reflejo de la cantidad de oxígeno utilizada por los músculos durante la realización de un trabajo. Este parámetro sirve para cuantificar el metabolismo energético muscular, puesto que el oxígeno se utiliza como comburente en las reacciones que tienen lugar en la célula para transformar la energía química de los alimentos (hidratos de carbono, proteínas y lípidos) en energía mecánica (contracción muscular).

El estudio del débito ventilatorio y de la proporción de CO_2 y de O_2 en los gases espirados facilita la expresión del gasto energético en litros de oxígeno consumidos.

También podemos transformarlos en kilojulios (kJ), sabiendo que un litro de oxígeno consumido equivale a unos 21 kJ. El julio (J) es la unidad de energía más utilizada actualmente para la cuantificación del gasto energético.

También se puede expresar en kilocalorías (kcal), sabiendo que una kcal equivale a 4,18 kJ. Hablamos de una kilocaloría como la cantidad de calor necesaria para elevar de 14,5 a 15,5°C (1°C) la temperatura de un litro de agua.

La cantidad de energía que gastamos durante la realización de una actividad la podemos expresar en vatios, y hablamos de potencia desarrollada. Un vatio corresponde a un gasto de 1 julio por segundo.

Si volvemos a utilizar el consumo de oxígeno como referencia de gasto energético, en situación de reposo absoluto, también llamado estado metabólico basal, este valor es de unos 3,5 ml de oxígeno por kilogramo de peso corporal total y por minuto ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). Esto equivale a **1 MET, unidad metabólica que corresponde con el gasto del organismo para mantener sus constantes vitales o gasto en reposo, que equivale a 1 kcal. $\text{kg}^{-1} \times \text{hora}^{-1}$** . Cuando hablemos de que cierta actividad tiene un gasto calórico de 6 METs, significa que supone un incremento de 6 veces el gasto calórico de reposo. El gasto calórico diario de un individuo dependerá del sexo, edad, peso, talla, y variará bastante en función del ejercicio físico realizado, de la termorregulación, de si el sujeto está o no en fase de crecimiento, ...etc.

Gasto energético y actividades más comunes

Actividad	Especificidad	Gasto energético (METs) 1 MET = 1 kcal × kg⁻¹ × h⁻¹
Apagar un fuego	Arrastrando mangueras	8.0
	Subiendo escalera equipo completo	11.0
	General	12.0
Limpieza	Casa	3.5
	Coche	4.5
	Barrer	4.5
	Fregar	7.5
	Realizar un traslado	9.0
Pintar	Exteriores	5.5
Jardinería	General	2.0
Conducir	Coche o camión ligero	3.0
	Camión pesado, tractor, bus	3.0
Otros trabajos	Estar de pie-suave-moderado	3.0
	Ordeñar una vaca	3.0
	Carpintería-general	3.5
	Construcción-intemperie	3.5
	Metal-fragua	5.5
	Construir carretera	6.0
	Metal-remover chatarra	11.0
Caminar	A 4 km/h, ritmo suave	3.0
	A 7 km/h, ritmo rápido	4.5
	Marcha militar	6.5
	Montaña, sin carga	8.5
	Montaña, carga de 5 kg	9.2
	Montaña, carga de 20 kg	10.5
Correr	A 12 km/h	14.5
	A 16 km/h	17.5
Musculación-Fitness	Círculo con pesas libres-suave	6.0

Nota: el gasto energético por tiempo de trabajo será más elevado en los individuos más pesados.

De forma estándar, se considera que un hombre adulto de 70 kg de peso necesita, para cubrir su gasto, unas 2400 kcal diarias y que una mujer adulta de 60 kg necesita sobre las 2100 kcal. En la tabla que adjuntamos, añadimos las necesidades calóricas, expresadas en METs, generadas por diferentes actividades. Si utilizamos esa tabla para calcular la cantidad de energía que gastamos, tenemos que conocer el peso corporal y el tiempo trabajado. Por ejemplo, un individuo de 60 kg de peso, realizando un trabajo de pintura de exteriores durante 30 minutos, gastará $(5,5 \text{ METs} \times 60 \text{ kg} \times 30 \text{ min} / 60 \text{ min}) = 165 \text{ kcal}$. Si dividimos el número de calorías gastadas por el tiempo trabajado obtenemos un gasto calórico de $5,5 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$. Este mismo cálculo, realizado en un individuo que pesa 80 kg, nos proporciona un gasto calórico de $7,3 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$. De ahí la necesidad del conocimiento del peso corporal para ajustar el gasto energético individual.

Analizando la tabla anterior, observamos que, si exceptuamos ciertas actividades muy energéticas, como correr, hacer deporte, o efectuar una actividad laboral con traslado de objetos, todas las demás suponen un gasto energético liviano, no superior a las 300 kcal por hora.

Para cuantificar el gasto energético durante la realización de una actividad física o laboral se puede utilizar la calorimetría indirecta. Por ahora, se necesitan analizadores portátiles miniaturizados que no están al alcance de todos los laboratorios de fisiología. En el capítulo 6, *Aspectos nutricionales del bombero*, se describen algunas actividades donde hemos analizado el gasto energético gracias a esta metodología (material proporcionado de forma gratuita por Byomedic, S.L.). Además, se presentará la utilización de otras estrategias basadas en un cálculo doblemente indirecto. El único inconveniente de los procesos doblemente indirectos reside en la laboriosidad de la medida. Se necesita una calibración individual para estimar, a partir del registro de la frecuencia cardíaca, el gasto energético de la actividad que vamos a estudiar.

1.4. Factores que pueden afectar al rendimiento físico habitual. **Actividades físicas en situaciones especiales**

1.4.1 Altitud

La mayor parte de individuos que han realizado un paseo por el monte han notado, a partir de una cierta altitud, ciertas limitaciones para realizar un esfuerzo de intensidad elevada. Desde hace más de un siglo se conocen los efectos negativos provocados por la exposición a una situación donde la presión parcial de oxígeno se encuentra reducida. Pero, desde la celebración de los Juegos Olímpicos en México, en 1968, se ha profundizado sobre las repercusiones producidas por la exposición a la altitud sobre el rendimiento físico.

Nuestra adaptación a la altitud vendrá determinada por la existencia de 3 problemas: la presión barométrica, la temperatura del aire y la radiación solar.

Conforme subimos respecto al nivel del mar, encontramos que la presión barométrica disminuye provocando una reducción de la presión parcial de oxígeno que limita la difusión pulmonar del oxígeno y su transporte hacia los tejidos. Sea cual sea la altitud a la que nos encontremos, la proporción de oxígeno, de nitrógeno y de gas carbónico del aire ambiente no varían: 20,93%, 79,04% y 0,03%, respectivamente. Sólo cambia la presión

parcial, de forma que la presión ejercida por las moléculas de oxígeno a 5000 metros de altitud es la mitad de la que ejercen a nivel del mar. Esto afectará al gradiente de presión entre la sangre y los tejidos.

Además, conforme subimos, existe una disminución de la temperatura del aire. Esta reducción de temperatura es de 1 °C cada 150 m, de manera que a 5000 m la temperatura del aire es de unos 18 °C. Esta reducción de la temperatura provoca una disminución de la humedad del aire. El bajo contenido en agua del aire en estas condiciones facilita la deshidratación. Debido a la sequedad del aire ambiente, perdemos, por evaporación, mucha agua durante la respiración que, además, suele ser más elevada durante la exposición a la altitud.

Por último, la intensidad de la radiación solar es más elevada cuanto más elevados nos encontremos en la atmósfera terrestre y, conforme disminuye el contenido hídrico atmosférico, perdemos la posibilidad de que este agua absorba una proporción elevada de la radiación solar. Por otra parte, si además de exponernos a alturas elevadas, nos exponemos a la nieve, incrementaremos la radiación solar.

¿Qué ocurre cuando nos exponemos a una elevada altitud?

- A nivel de los pulmones

Aumentamos nuestra frecuencia respiratoria y nuestra ventilación tanto en reposo como durante el ejercicio. Al existir un menor número de moléculas de oxígeno en el aire, necesitamos respirar más para introducir la misma cantidad de oxígeno que a nivel del mar. Por otro lado, disminuimos la saturación de la hemoglobina, porque al disminuir la presión parcial de oxígeno en los alvéolos también se reduce en los capilares pulmonares y, por lo tanto, el contenido de oxígeno de la sangre será menor.

- En los vasos sanguíneos

El gradiente de presión que existe, para el oxígeno, entre la sangre arterial y los tejidos es básico para la correcta oxigenación tisular. Cuando estamos a nivel del mar, esta diferencia de presión es de unos 74 mmHg que se reduce a unos 40 mmHg cuando nos encontramos a 2500 m. Esto produce una reducción de casi un 50% en el gradiente de difusión, limitando la oxigenación tisular.

- La respuesta cardiovascular

Existe un considerable estrés cardiovascular que se traduce en una disminución del volumen plasmático, con incremento de la proporción de glóbulos rojos (aumento del hematocrito,) de forma que para un mismo gasto cardíaco se transporte más oxígeno. Si mantenemos nuestra exposición a la altitud elevada durante más tiempo, entonces se produce un aumento de la producción de glóbulos rojos, con incremento del volumen total de sangre que compensaría la menor presión parcial de oxígeno en altitud. El aumento del aporte de oxígeno a los tejidos se consigue mediante el aumento de la frecuencia cardíaca. No obstante, durante la realización de un ejercicio físico en altitud, se observa una limitación de estos mecanismos de manera que el gasto cardíaco máximo se encuentra disminuido.

1.4.2. Ejercicio físico en situación de estrés térmico

El hombre mantiene su temperatura central constante a pesar de las enormes variaciones que se pueden producir en la temperatura externa. El estrés calórico climático combina: cambios en la temperatura ambiente, humedad, movimiento del aire, la radiación solar y de las superficies calurosas de la zona. La producción de calor de nuestro organismo se disipa en el medio externo gracias a diferentes mecanismos como: la convección, la radiación, la conducción y la evaporación. En el hombre desnudo y en situación de reposo, el equilibrio térmico entre el interior y el exterior, sin puesta en juego de mecanismos de regulación, se produce a una temperatura de 30 °C. Este ambiente corresponde a la neutralidad térmica.

Cuando iniciamos un ejercicio, se produce un incremento instantáneo de la temperatura muscular que afectará a todo el organismo de forma progresiva. El calor del cuerpo se transmite al hipotálamo cerebral, termostato de nuestro organismo, por medio de la circulación. Los receptores hipotalámicos desencadenarán una serie de mecanismos para compensar la producción de calor. Si el ejercicio cesa de forma brusca, la temperatura muscular disminuirá de forma inmediata y los mecanismos centrales de regulación dejan de funcionar, de forma que la temperatura central vuelve a la normalidad. La regulación de la temperatura central del organismo, mientras se realiza un ejercicio de carga constante, depende de varios factores como: el momento del día, el tipo de ejercicio, la alimentación, la hidratación y el grado de condicionamiento físico. El almacenamiento de calor es beneficioso durante la realización de ejercicio porque disminuye la viscosidad de los tejidos, mejora la elasticidad de los tendones, reduce los riesgos de estiramiento o ruptura muscular, aumenta la velocidad de conducción nerviosa y modifica la actividad enzimática muscular. Todo esto favorece la vasodilatación arteriolar y el aporte de oxígeno a los músculos.



Fig. 1.14. Bombero en situación de estrés térmico

CALOR generado por RADIACIÓN solar

CALOR generado por CONDUCCIÓN en el contacto con asfalto

CALOR generado o perdido por CONVECCIÓN por el efecto del aire

CALOR generado por el METABOLISMO de los músculos que trabajan

CALOR perdido por el SUDOR

El ejercicio físico aumenta la pérdida de calor por convección. En reposo, la poca vascularización periférica favorece el mantenimiento de la temperatura corporal pero, cuando realizamos un ejercicio, se produce una vasodilatación con aumento del volumen sanguíneo al nivel de la piel, favoreciendo el intercambio térmico y la sudoración.

La sudoración aparece, igual que la vasodilatación, a partir de una cierta temperatura del cuerpo. La evaporación es un medio muy eficaz de pérdida de calor. El único problema reside en la pérdida de agua y de sales, que puede alterar el equilibrio de ciertos compartimentos. La pérdida de agua intracelular puede ser compensada, en parte, por la producción de agua ligada a la degradación de sustratos. Siempre es más elevada cuando se degradan glúcidos que lípidos.

A) Ejercicio físico en ambiente caluroso

A la carga térmica producida por el propio ejercicio, debemos añadir el calor externo. La vasodilatación cutánea que se produce es un mecanismo de pérdida de calor siempre y cuando la temperatura cutánea sea inferior a 35 °C. En el caso de que la temperatura cutánea sea superior, la sudoración será el único mecanismo compensatorio. Este último mecanismo dependerá también del grado higrométrico de ambiente. El calor húmedo limita las posibilidades de evaporación de agua y de enfriamiento periférico. Por otro lado, la hidratación previa de los sujetos es un factor elemental para un correcto enfriamiento. La deshidratación previa puede reducir en un 15% el débito cutáneo limitando la sudoración. Además, la pérdida de agua, que produce una pérdida de volumen sanguíneo, puede limitar las posibilidades de rendimiento de un individuo. Esta deshidratación obligará a un incremento de la frecuencia cardíaca para compensar la pérdida de volumen. Ocurrirá que, para una misma frecuencia cardíaca, el individuo estará enviando una menor cantidad de sangre a los tejidos y efectuará una peor oxigenación.

La exposición a altas temperaturas tiene poco o nulo efecto cuando realizamos actividades físicas de corta duración, pero las altera considerablemente cuando se trata de eventos de larga duración. Existen estudios que demuestran cómo diferentes aspectos pueden favorecer o empeorar la capacidad de un individuo para regular su temperatura. A continuación citaremos algunos de ellos:

- a) Aclimatación. Si nos hemos acostumbrado a exponernos al calor o a realizar actividades físicas en ambientes calurosos, será mucho más fácil nuestra adaptación.
- b) La relación entre la superficie cutánea y la masa corporal. Los sujetos longilíneos y delgados facilitan las pérdidas de calor. El espesor del tejido adiposo subcutáneo puede afectar al intercambio térmico. Un pániculo adiposo espeso reduce la pérdida de calor. Por otro lado, la sobrecarga de peso favorece el almacenamiento de calor. Los problemas de calor son 3.5 veces más frecuentes en los individuos obesos.

- c) La edad es otro factor a tener en cuenta. Cuanto mayor es un individuo, las respuestas vasculares y sudorales son más moderadas, con un menor volumen plasmático y una menor osmolaridad urinaria. Por otro lado, los niños sudan mucho menos que los adultos siendo menor la pérdida de calor respecto a los adultos. Necesitan una mayor temperatura corporal para empezar a sudar y, al tener limitadas sus posibilidades de pérdida de calor por evaporación, dependen de las pérdidas por convección, conducción y radiación.
- d) El sexo. Las mujeres tienen una sudoración retardada respecto a los hombres. Además, su relación superficie/masa corporal, más elevada que en los hombres, facilita las pérdidas. Por otro lado, en función del momento del ciclo menstrual, la mujer puede ver alterada la regulación de su temperatura. En la fase lútea, el umbral de sudoración es más alto que durante la fase folicular. En la primera fase, el almacenamiento de calor y la frecuencia cardíaca serán más elevadas. Tras la menopausia, el almacenamiento térmico aumenta debido a una disminución del débito sudoral.

B) Accidentes relacionados con el estrés térmico

- Los calambres: aparecen, por lo general, en los músculos que se encuentran implicados. Se ven favorecidos por el desequilibrio iónico que se produce en las pérdidas sudorales. La hidratación previa al ejercicio y la que se pueda realizar durante el mismo ayudan a su desaparición o a su retraso.
- Agotamiento anhidrótico: afecta a sujetos poco familiarizados con el calor. Ocurre cuando a la deshidratación, con pérdida de volumen sanguíneo, se le asocia una mala adaptación circulatoria. La persona presenta una fatiga anormal, dolor de cabeza, vértigos, aumento de la frecuencia cardíaca y disminución de la presión arterial en bipedestación. La sudoración disminuye y no existe un gran incremento de la temperatura central. Lo mejor es dejar de hacer ejercicio, hidratarse y enfriarse desplazándose a un ambiente fresco.
- Golpe de calor: aparece cuando los mecanismos que normalmente luchan contra el calor dejan de funcionar. La persona deja de sudar, la piel se calienta y se seca. Puede ser fatal si no se enfria al sujeto urgentemente. La muerte sobreviene por colapso cardiocirculatorio y afectación del sistema nervioso central.

1.4.3. Exposición al frío

Cuando nos encontramos expuestos al frío, existe una gran diferencia de temperatura entre la superficie cutánea y el ambiente; esto desencadena una serie de mecanismos compensatorios.

El primer mecanismo que ponemos en juego forma parte de nuestro comportamiento.

Colocarse ropa de abrigo sirve para generar una resistencia adicional al intercambio de temperatura.

La vasoconstricción de los territorios periféricos se pone en juego cuando la protección térmica es insuficiente. El frío estimula el tono simpático cutáneo de forma que los vasos

sanguíneos se contraen. El flujo de sangre se hace lento evitando que el calor se vaya a la periferia. Esta vasoconstricción comienza en las zonas expuestas y posteriormente se extiende a toda la superficie cutánea.

Cuando este proceso de mantenimiento de calor es insuficiente, nuestra producción de calor puede variar gracias a los escalofríos. La tiritona, contracción involuntaria de los músculos esqueléticos, posee el mismo efecto que la realización de ejercicio físico. Su eficacia térmica es mejor que la del ejercicio físico y suele producirse más en los músculos extensores.

Bibliografía recomendada. Cap. 1

AAVV: *Programa multimèdia per a tècnics esportius de base. Cos, moviment, rendiment. Part general*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament de la Presidència. Direcció General de l'Esport. 1989.

ANDERSON, B.; BURKE, E. i PEARL, B.: *Estar en forma*. Barcelona: Integral. 1995.

GORROTXATEGI, A.; ARANZÁBAL, P.: *El movimiento humano. Bases anatómo-fisiológicas*. Madrid: Gymnos. 1996.

SERRA GIMMA, J.R.: *Prescripción de ejercicio físico para la salud*. Barcelona: Paidotribo. 1996.

TOUS FAJARDO, J.: *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: J. Ergo. 1999.

2 ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD

F. Cos, P. López de Viñaspre

Desde que en el año 1978 la OMS (Organización Mundial de la Salud) y la UNICEF (United Nations International Children's Emergency Fund) iniciaron programas con los eslóganes «Salud para Todos» y «Salud para todos en el año 2000», han sido muchos los países interesados en conocer las principales actitudes y motivaciones de su gente ante la actividad física y el deporte.

El Departamento de Sanidad y Seguridad Social de la Generalitat de Catalunya, en un estudio llevado a cabo en el año 1989, pudo constatar que el número de personas sedentarias en nuestro país es elevado. El 60% de la población entre 15 y 65 años no practicaba actividad física durante el tiempo libre; las personas más activas, los jóvenes, dejaban de practicar ejercicio físico en torno a los 25 años, y un 24% de la población no recordaba haber hecho nunca ejercicio físico en su tiempo libre (*Llibre blanc: Activitat física i promoció de la salut*, 1991).

La evidencia epidemiológica que relaciona inactividad física con incapacidad, morbilidad y mortalidad es cada día más evidente en los países industrializados (Blair y col., 1991; Andersen y col., 1978). Así pues, el sedentarismo es un factor de riesgo estrechamente relacionado con el padecimiento de numerosas enfermedades crónicas, como por ejemplo la hipertensión, la diabetes mellitus, la osteoporosis, la obesidad, neoplasias de colon y patologías del sistema cardiovascular.

La profesión de bombero representa, con seguridad, uno de los oficios con mayor exigencia física del sector público (Barhke, 1982; Brownlie y col., 1985; Davis y col., 1982; Gledhill y col., 1992). La alta incidencia de accidentes laborales y muertes prematuras, hacen que sea considerada como una de las profesiones de riesgo (Barhke, 1982; Barbad y col., 1975 y 1976; Bernauer, 1975; Cady y col., 1985; Cos y col., 1997).

Cuando se han iniciado programas para la mejora de la condición física, la incidencia de accidentes laborales ha disminuido y ha mejorado el rendimiento ante situaciones simuladas (Cady y col., 1985; Adams y col., 1986; Mealey 1996, citados por Cos y col., 1997).

En los últimos años ha crecido el afán individual por contribuir a la consecución de la salud propia. Entendida tradicionalmente como un don, se ha convertido en un bien comunitario y su mantenimiento ha pasado a ser entrenamiento y placer.

2.1. Beneficios de la actividad física en la salud

La actividad física regular produce adaptaciones diversas que contribuyen a la prevención y el control de muchas enfermedades (Arthur y col., 1985; Harris y col., 1989), mejorando tanto la esperanza como la calidad de vida de los que la practican (Blair y col., 1989; Andersen y col., 1978).

A continuación relacionamos las adaptaciones más significativas a partir de algunos estudios representativos:

- Contribuye claramente a la prevención de cardiopatías, al mejorar el estado del sistema cardiovascular, y favorece también el desarrollo de la circulación colateral tal como afirman Arthur y col. (1985) y Paffenbarger (1988).
- El mismo Paffenbarger (1988) y Powell y col. (1987) concluyen que mejora los niveles de colesterol por el aumento de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) en detrimento de las de baja densidad (LDL), disminuyendo la producción de placas de aterosclerosis, grandes responsables de las enfermedades cardiovasculares.
- Para cualquier grado de esfuerzo, se reducen los valores de frecuencia cardíaca gracias al aumento del volumen sistólico.
- Aumentan tanto el número como la densidad de los capilares sanguíneos en el territorio muscular.
- Aumentan el tono y la resistencia de los músculos respiratorios, así como la capacidad de ventilación.
- Rauramaa y col. (1986), Smith y col. (1993), y Pratley y col. (1995) afirman que mejora el metabolismo basal contribuyendo al control del peso, reduciendo el acceso de reserva adiposa y al mismo tiempo favorece una distribución de la grasa corporal con un patrón más saludable.
- Contribuye al control de la presión arterial, por una parte al disminuir las posibilidades de ser hipertenso (Tell y col., 1998; Donahue y col., 1998), y por otra al mejorar el cuadro clínico de los que ya lo son (*Guidelines for treatment of mild hypertension*, 1993; Seals y col., 1984; Martel y col., 1995).
- Mejora y mantiene en buenas condiciones las funciones de los ligamentos, músculos, tendones y articulaciones.
- Contribuye a incrementar el contenido de calcio de los huesos, mejorando la densidad y previniendo la aparición de la osteoporosis y las fracturas asociadas (Birge y col., 1987; Dalen y col., 1974; Nelson y col., 1994).
- Miller y col. (1992 y 1994), Pratley y col. (1992), y Jennings y col. (1986) concluyen que mejora la calidad de vida de los diabéticos, ya que aumenta la tolerancia a la glucosa y se optimiza la utilización de ésta para un mismo nivel de insulina.
- Facilita y mejora el tránsito intestinal (Koffler, 1992), contribuyendo a disminuir el riesgo de cáncer de colon, cuando éste es causado por un tránsito más lento de los alimentos en el intestino, como explican Gerhadsson y col. (1996).
- Ralentiza el proceso de envejecimiento (Sidney y col., 1996; Smith, 1983), manteniendo en mejores condiciones los diferentes sistemas orgánicos en las personas más activas.
- Aumenta la sensación de bienestar, reduce la tensión emocional y la ansiedad, y mejora la calidad de los periodos de sueño (Stephens, 1988; Nalin y col., 1997).

Finalmente, hay que recordar que, tal como se ha dicho en la introducción, cuando se han puesto en marcha programas para la mejora de la condición física y la salud en los cuerpos de bomberos, no ha mejorado solamente el rendimiento ante situaciones simuladas, sino que la incidencia de accidentes laborales ha disminuido (Cady y col., 1985; Adams y col., 1986; Mealey, 1996, citados por Cos y col., 1997).

2.2. Riesgos de la actividad física en la salud

El riesgo de sufrir algún tipo de alteración o lesión durante la realización del ejercicio físico es muy pequeño, pero superior a cuando no se realiza ejercicio.

Este riesgo puede minimizarse aplicando medidas sencillas de prevención. Neiman (1996) comenta que la actividad física practicada de forma regular y con una intensidad moderada es la mejor estrategia para conseguir la mejor ratio riesgo/beneficio.

La mayoría de casos de muerte repentina se dan en personas que sufren enfermedades cardiovasculares serias, y pueden producirse en diferentes situaciones, entre ellas el ejercicio. Es importante señalar que, en estos casos, la causa de muerte es la enfermedad cardiovascular y no el ejercicio en sí.

El ejercicio vigoroso en personas que no sufren enfermedades cardiovasculares no provoca muerte repentina.

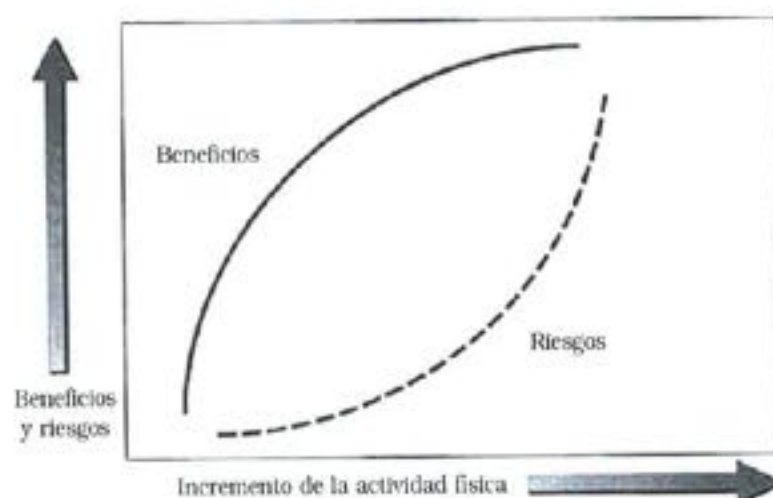


Fig. 2.1. Relación entre riesgo y beneficios según el nivel de actividad. Powell & Paffenbarger 1985.

Diferentes estudios de Ferguson (1981), del *Annual Death and injury Survey* (1979), y Bernard y col. (1976) ponen de manifiesto que casi la mitad de las muertes prematuras que se producen cada año en los cuerpos de bomberos son causadas por infartos de miocardio. Aunque el trabajo en atmósferas desfavorables, con altos niveles de monóxido de carbono, son la causa (Ferguson, 1981), según Barnard y col. (1975), el hecho de mantener frecuencias cardíacas máximas durante largos periodos de tiempo también lo explica.

En este sentido, Hartley (1972) señala que las personas con un nivel de condición física pobre, incluso en tareas relativamente poco exigentes, pueden alcanzar niveles máximos de frecuencia cardíaca.

Finalmente, es importante decir que aunque el riesgo de desarrollar alguna patología aumenta momentáneamente durante el ejercicio, disminuirá durante el resto del día. Así pues, todavía hay gente que se pregunta si puede asumir el riesgo de la práctica física, pero en la mayoría de los casos, la pregunta que tienen que hacerse es: «¿PUEDO PERMITIRME NO HACER EJERCICIO FÍSICO?» (López de Viñaspre, 1997).

Bibliografia recomendada. Cap. 2

AAVV: *Llibre Blanc. Activitat Física i promoció de la Salut*. Barcelona: Generalitat de Catalunya, Departament de Sanitat i Seguretat Social, març 1991.

AAVV: *Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio*. Barcelona: Paidotribo con autorización de l'American College of Sports Medicine, 1999.

COS, F.; LÓPEZ DE VÍÑASPRE, P.; PORTA, J.: *Apunts d'educació física*. Curs de Formació Bàsica Bombers; Mòdul: Activitats de suport. Mollet del Vallès: Escola de Bombers de la Generalitat de Catalunya, 1997-98.

GLEDHILL, N.; JAMNIK, V.K.: *Characterization of the Physical Demands of firefighting*. Can. J. Spt. Sci. 17:3 207-213, 1992.

3 TEORÍA DEL ENTRENAMIENTO DEL BOMBERO

J. F. Borrell y M. Cabré

3.1. Aspectos generales del entrenamiento deportivo

Concepto de entrenamiento deportivo

- Dietrich Harre dice que el entrenamiento deportivo es la preparación física, técnica, técnico-táctica, intelectual, psicológica y moral de un deportista mediante ejercicios físicos.
- J. A. Prado define el entrenamiento como un proceso científico y pedagógico, con el objetivo de aumentar el rendimiento del sujeto a través de la mejora de las capacidades físicas.
- C. Álvarez de Villar lo expresa como el curso sistemático y regular repetido de una serie de ejercicios o actividades con la finalidad de mejorar y adaptar las funciones naturales del organismo humano sano a un rendimiento previamente fijado.
- Según J. M. García, M. Navarro y J. A. Ruiz, el entrenamiento deportivo es el proceso en el cual el deportista está sometido a cargas conocidas y planificadas que provocan en él una fatiga controlada que, después de los suficientes y adecuados procesos de recuperación, alcanzará superiores niveles de rendimiento que aparecen de manera estable y específica para cada disciplina deportiva.



Fig. 3.1

Objetivos del entrenamiento

Podemos sintetizarlos básicamente en tres:

- **Higiénico:** profiláctico (mantenimiento de la salud) y rehabilitador (recuperación del estado de salud primaria).
- **Educativo:** mejora las capacidades motrices con la finalidad de aumentar el autoc conocimiento de sí mismo y de su entorno.
- **Funcional:** ser más eficaz ante exigencias laborales y de otra índole.

3.2. Los mecanismos de adaptación

Concepto de adaptación

Según Harre, se entiende como adaptación el cambio de los sistemas funcionales físicos y psíquicos a un nivel superior de rendimiento, que se produce bajo la influencia de cargas externas y como reacción ante condiciones externas específicas.

Podemos hablar de adaptación del organismo a una situación determinada cuando éste presenta una situación de equilibrio u homeostasis (equilibrio dinámico entre los procesos que concurren al mantenimiento o síntesis y los que tienden a la destrucción de un sistema biológico).

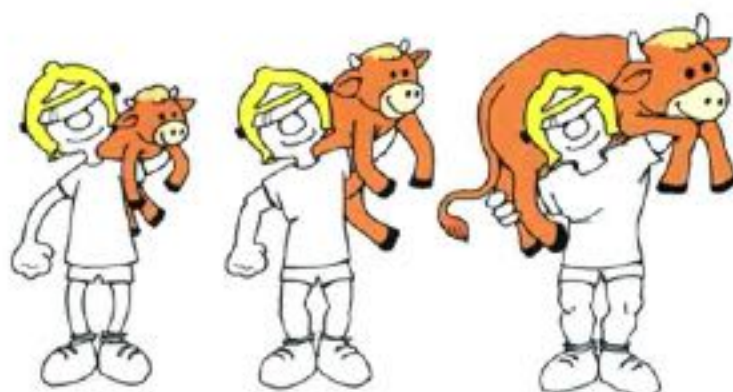


Fig. 3.2

3.2.1 Teorías sobre la adaptación

A) La ley del umbral

Con el fin de obtener una reacción de adaptación, el estímulo (carga) de entrenamiento debe tener una intensidad mínima. Esta intensidad recibe el nombre de *umbral de estimulación*. Teniendo en cuenta que cada deportista tiene un umbral de esfuerzo determinado y un nivel máximo de tolerancia, la adaptación se producirá en función del nivel del estímulo que se aplique al organismo.

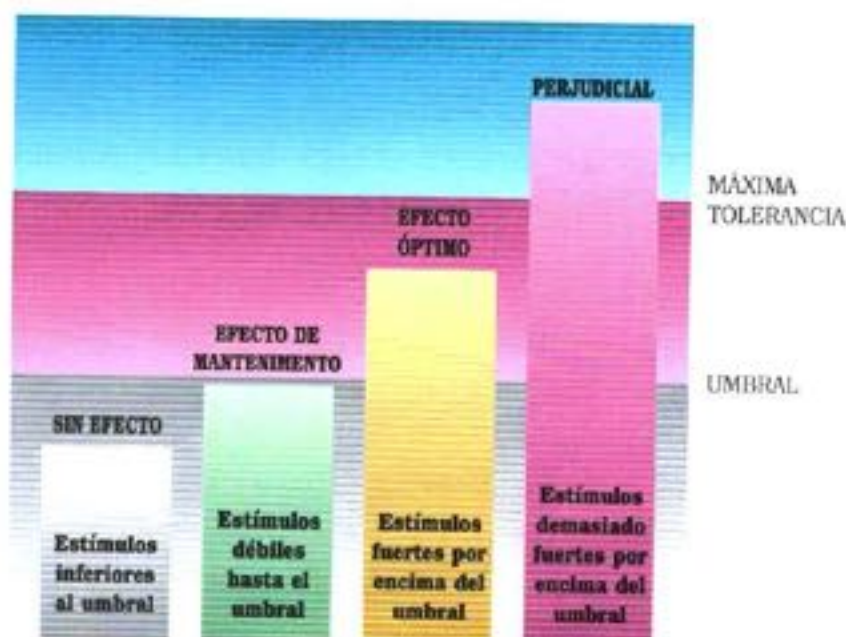


Fig. 3.3

B) El síndrome general de adaptación o teoría del estrés

El medio ambiente interactúa con un cuerpo en equilibrio. Si un estímulo (carga) rompe el mencionado estado de equilibrio del organismo, éste reaccionará y se pondrá en situación de *shock*, de estrés, de lucha. Eso provocará que se activen los procesos de restauración, también llamados regenerativos o anabólicos, con el fin de intentar restablecer un nuevo equilibrio.

La sobrecompensación

En el caso de que el tipo de estímulo sea elevado, el equilibrio se romperá por un predominio de procesos degenerativos o catabólicos. En respuesta a esta agresión, el organismo, mediante el incremento de los procesos regenerativos, intentará restablecer un nuevo equilibrio superior al inicial con el fin de protegerse en el caso de que se vuelva a dar un estímulo parecido.

Si este estímulo se presenta de forma aislada, se pierde lentamente la sobrecompensación y el equilibrio se vuelve a establecer en el nivel inicial.

Según J. Weinech, se observan tres fases diferentes de modificación de la capacidad de rendimiento deportivo, ante la acción estresante de un estímulo de carga:

1. Fase de disminución de la capacidad de rendimiento (fatiga).
2. Fase de retorno a valores iniciales (recuperación).
3. Fase de sobrecompensación o de aumento del rendimiento deportivo.

Conclusiones

El entrenamiento es el responsable de la ruptura del equilibrio (fatiga) y de la posterior reacción de adaptación, con el fin de conseguir de nuevo un equilibrio, el cual incluso puede ser superior al inicial: hablamos, entonces, de una mejora en el rendimiento.

Podemos afirmar, por lo tanto, que gracias a los mecanismos de adaptación del organismo podemos obtener con el entrenamiento una mejora en el rendimiento.

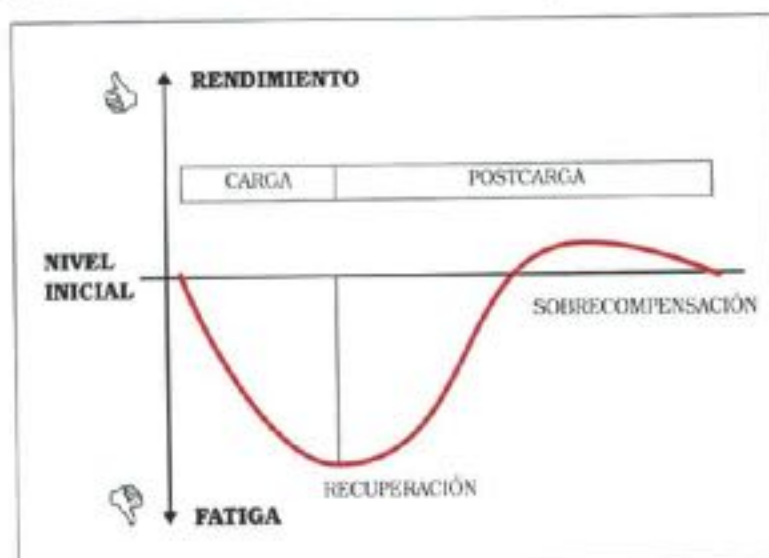


Fig. 3.4

3.3. Adaptaciones fisiológicas al entrenamiento físico

El entrenamiento físico provoca importantes modificaciones funcionales y estructurales en la morfología corporal: las funciones contráctiles y elásticas musculares, la actividad metabólica general, las respuestas de adaptación cardiovascular y respiratoria y el sistema regulador neuroendocrino.

Efectos generales sobre el organismo

El entrenamiento modifica el somatotipo. Aunque de forma variable según el modelo seguido, disminuye, en general, el componente endomórfico (grasa corporal) y aumenta el mesomórfico (musculatura). El componente ectomórfico es mucho más constante. Existe un somatotipo propio para cada modalidad deportiva, si bien con un área de dispersión considerable en algunas especialidades.

Con el entrenamiento aeróbico suele producirse una disminución de peso por la pérdida de grasa (sobre todo si su contenido inicial era elevado). Con el entrenamiento anaeróbico los cambios no suelen ser substanciales, aunque en el de fuerza aparece una discreta ganancia de peso por aumento de la masa muscular.

Acciones sobre el músculo y los tendones

Se modifican estructura, metabolismo y comportamiento funcional, y son muy variables según el programa seguido.

Hay diferentes hipótesis que intentan explicar las causas de la hipertrofia muscular (aumento del volumen de los músculos por el entrenamiento). La más aceptada lo justifica diciendo que aumenta el área de sección de las fibras musculares afectadas. Otras teorías hablan de hiperplasia, que sería la creación de nuevas fibras musculares (aumento de la cantidad de fibras) y hay estudios que apoyan la idea de que también hay una incorporación de fibras latentes no desarrolladas.

En cuanto a las adaptaciones miotipológicas, ya se explica en otro capítulo la diferencia entre las ST (fibras I de contracción lenta) y las FT (fibras II de contracción rápida). Hay una relación directa entre la modalidad deportiva practicada y la composición miotipológica, aunque se discute en qué medida depende eso del entrenamiento o es, quizá, un proceso de selección genética. Parece que las fibras de contracción lenta pueden aumentar su densidad capilar y, por lo tanto, su adaptación aeróbica con este tipo de entrenamiento; y las de contracción rápida, aumentar su volumen, lo que permitirá al individuo aumentar su fuerza muscular y velocidad de ejecución.

Las causas de la variación miotipológica están estrechamente relacionadas con las que determinan la aparición de la hipertrofia muscular.

Efectos metabólicos del entrenamiento

El entrenamiento aeróbico actúa principalmente sobre el metabolismo general; por el contrario, el anaeróbico lo hace de manera más local sobre los músculos implicados.

Los efectos del entrenamiento sobre la respuesta cardiovascular ya se explican en el capítulo dedicado a la fisiología del ejercicio; sin embargo, hay también adaptaciones a nivel respiratorio que hace falta considerar para tener finalmente una visión más global de cómo nuestro organismo responde a los estímulos de entrenamiento a que lo sometemos.

Adaptaciones respiratorias

Sólo el entrenamiento aeróbico de *endurance* puede modificar de manera importante las funciones de adaptación respiratoria al ejercicio físico.

El bombero entrenado puede alcanzar valores máximos de ventilación pulmonar (V_e) superiores. Esto posibilita el incremento la potencia de esfuerzo tanto por el aumento del volumen corriente (VT), como de la frecuencia respiratoria (RR) máxima. Así pues, el entrenamiento posibilita desarrollar una misma intensidad de trabajo con un nivel de ventilación pulmonar inferior. Por este motivo, aumenta la «reserva respiratoria», que es la diferencia entre la ventilación necesaria para la ejecución de un trabajo determinado y la ventilación máxima, obteniéndose así una mayor eficacia funcional.

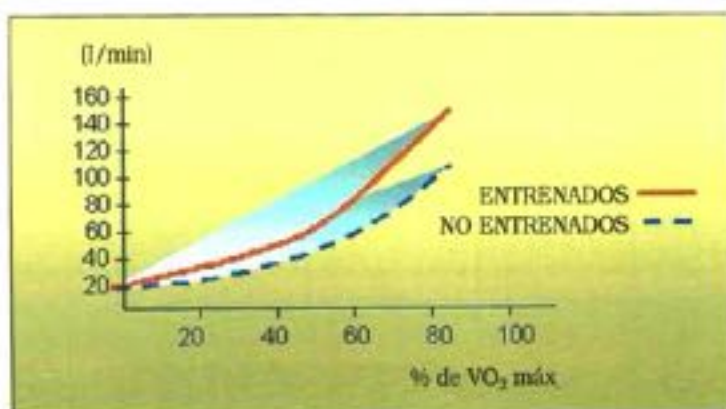


Fig. 3.5

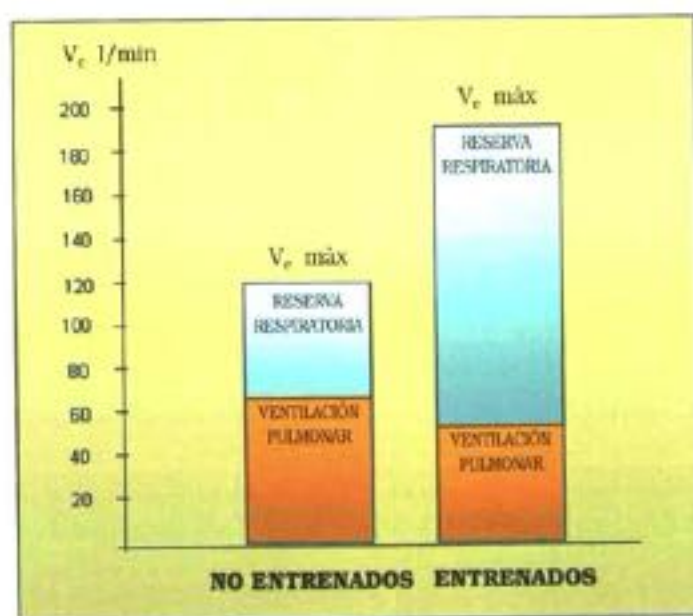


Fig. 3.6

El entrenamiento de *endurance* también origina modificaciones substanciales en volúmenes y capacidades pulmonares. Hay que subrayar la mayor eficacia funcional de la musculatura respiratoria y del diafragma y la disminución de resistencias respiratorias estáticas y dinámicas.

Hay más adaptaciones a nivel respiratorio; sin embargo, el objeto de este trabajo no es hacer un estudio al detalle de estas modificaciones, sino dar una visión de conjunto de las más significativas.

Concepto de fatiga

Finalmente, sería interesante hacer algunas reflexiones sobre el concepto de fatiga, ya mencionado anteriormente. Según J. R. Barbany, podría definirse como un estado funcional de significación protectora, transitorio y reversible, expresión de una respuesta de índole homeostática, a través del cual se impone de manera ineludible la necesidad de parar, o cuando menos, de reducir la cantidad del esfuerzo que se está efectuando.

Hay tres parámetros para cuantificar esta magnitud del esfuerzo, que son: la potencia desarrollada, la velocidad de ejecución y la duración, que aportan a cada actividad física una contribución relativa particular.

La condición de fatiga física puede clasificarse diferenciándose claramente tres tipos:

- **Fatiga muscular local**

Es la que se manifiesta en el grupo muscular concreto que efectúa un determinado tipo de ejercicio. En éste, la fatiga afecta poco a la totalidad del organismo, quedando circunscrita a los territorios musculares implicados. Las causas de este tipo de fatiga pueden ser variadas, como por ejemplo la insuficiente llegada de O_2 al músculo, el agotamiento de las reservas energéticas (ATP, fosfocreatina y glucógeno muscular) y la deshidratación (de la cual hablaremos en posteriores capítulos).

- **Fatiga general orgánica**

Afecta al conjunto de las funciones orgánicas, además de a las específicamente musculares. Es típica de ejercicios en que participa el conjunto de sistemas funcionales corporales. Las causas son también variables y suelen darse al mismo tiempo. Algunas de ellas son: la fatiga muscular (cuando hay gran cantidad de masa muscular implicada) con acumulación de ácido láctico en algunas zonas concretas especialmente implicadas; la fatiga neurológica, por efecto de una hipoglucemia que afectará a la actividad de las neuronas, ya que los glúcidos son su principal combustible; o la fatiga cardiovascular, cuando el corazón se ve incapacitado para continuar trabajando a niveles muy por encima de los normales.

- **Fatiga crónica o sobreentrenamiento**

Viene dada por la práctica deportiva intensa y continuada durante largos periodos de tiempo. Es una condición orgánica que hay que considerar como prepatológica y, si se agrava, puede ser una patología auténtica. Sus características esenciales son la disminución clara de las prestaciones deportivas (condición física) y en muchos casos también manifestaciones de índole psicosomática y tendencias depresivas. Las causas de la aparición del sobreentrenamiento son similares a las de la fatiga orgánica, pero se instauran de forma más lenta y con un componente mayor de mecanismos psíquicos y neurológicos.

Los mecanismos de prevención de la fatiga física quedarán descritos en capítulos posteriores y son la mejor fórmula para impedir que ésta se dé antes de hora o aparezca en un sobreentrenamiento. Algunos de estos mecanismos son: seguir un correcto régimen dietético (también de ayudas ergogénicas), realizar programas de entrenamiento que impliquen una buena condición física general, la práctica de masajes precompeticionales, saber realizar buenos calentamientos, la utilización de un material deportivo de calidad, etc.

Concepto de recuperación

Consiste en un proceso básico de regeneración y reequilibrio celular que tiene lugar después de las modificaciones sufridas por el desarrollo de una actividad física intensa. Durante el correspondiente periodo de descanso después del trabajo, las alteraciones bioquímicas soportadas por los músculos y otros órganos durante la ejecución del ejercicio se normalizan despacio.

- Factores que influyen en la recuperación
 - a) Tiempo. Viene determinado por la intensidad y la duración del esfuerzo físico.
 - b) Grado de entrenamiento. Cuanto más entrenado esté un atleta, más rápido se recuperará.
 - c) Grado de oxigenación de mioglobina.
 - d) Rapidez de reposición de las reservas de glucógeno.
 - e) Rapidez en la eliminación de metabolitos o productos de desecho.
- Medios de recuperación
 - a) Ejercicios regeneradores: la realización de esfuerzos de intensidad baja después de determinados trabajos acelera los procesos de recuperación.
 - b) Medios mecánicos y naturales de recuperación: rayos ultravioletas, electroestimulación, crioterapia, hidroterapia, saunas, ionización, oxigenoterapia, masaje, otras.
 - c) Productos recuperadores: utilización de dietas ricas en hidratos de carbono, medios farmacológicos.

3.4. Principios del entrenamiento

Tanto el aprendizaje de los hábitos como su desarrollo, así como la mejora de las cualidades, tienen su cimiento científico en el cumplimiento de los diferentes principios que rigen la metodología, planificación, organización y control del entrenamiento.

3.4.1. Clasificación de los principios del entrenamiento

Se han agrupado los principios del entrenamiento en función de la incidencia para iniciar, asegurar y orientar de manera específica la adaptación.

A) Principios para iniciar la adaptación

- Principio de sobrecarga

El organismo puede ser sometido a diferentes estímulos con intensidades variables (baja, media, fuerte y demasiado fuerte). Para obtener beneficios en el entrenamiento, los estímulos que debemos utilizar tienen que ser de intensidad media y fuerte, ya que son los que crearán adaptaciones. Los de baja intensidad no aportan beneficios y los demasiado fuertes pueden provocar lesiones.

- Estímulos inferiores al umbral, no tienen efecto.
- Estímulos justo por encima del umbral, mantienen el nivel funcional.
- Estímulos fuertes, inician cambios fisiológicos y morfológicos.
- Estímulos demasiado fuertes, producen daños funcionales.

El entrenamiento nos permite ampliar el ámbito de energía disponible, es decir, el umbral de movilización. Un deportista puede conseguir, en casos favorables, la activación de hasta el 95% de sus energías (apuntes del Máster de Rendimiento

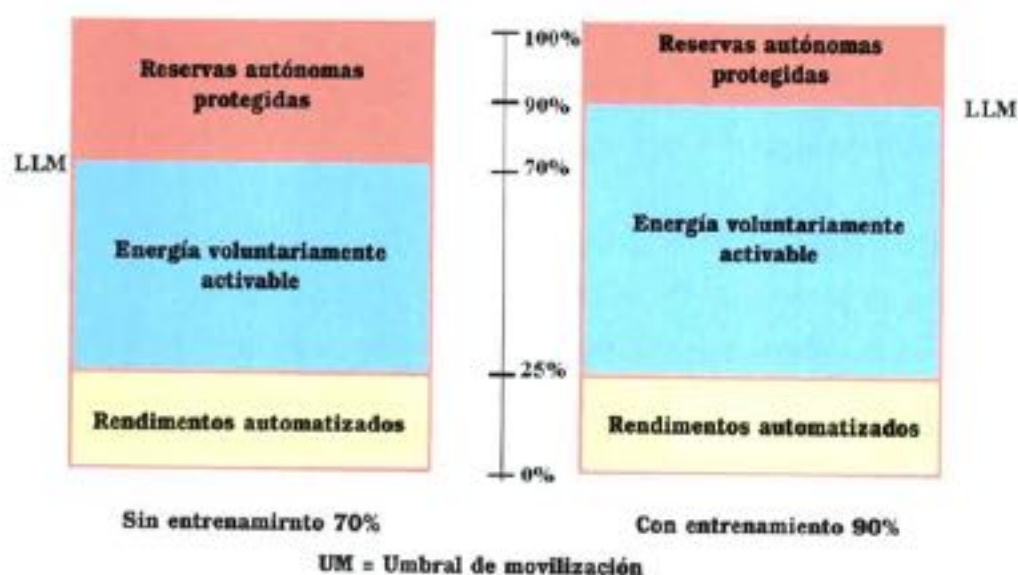


Fig. 3.7

Deportivo), mientras que una persona desentrenada no será capaz de liberar más de un 70% de sus reservas genéticamente establecidas.

Existe la hipótesis de que el organismo guarda una «reserva autónoma protegida» basándose en la observación de que se dispone de más reservas en situaciones extremas (por ejemplo, cuando se pasa angustia frente a la muerte, por influencias del dopaje, etc.).

Esta hipótesis toma bastante importancia si se considera desde el punto de vista del trabajo del bombero, en tanto que éste puede encontrarse en situaciones de peligro habitualmente (con compromiso de su integridad física o de la de otras personas).

Así pues, podemos afirmar que un estado óptimo de condición física tendría que ser, para un bombero, más que un simple objetivo físico, estético o higiénico.

- Principio de progresión de la carga

Principio que hace referencia al aumento gradual de las cargas en el entrenamiento.

La carga ha de ser mayor y más intensa a medida que se vaya aumentando la capacidad de rendimiento. No tiene que caerse, sin embargo, en el error de aumentar la carga de entrenamiento demasiado rápido, ya que el organismo no tiene tiempo de adaptarse.

Las primeras fases de los procesos de adaptación al esfuerzo se obtienen gracias al incremento progresivo del volumen, hasta llegar a la estabilización del rendimiento y, a partir de aquí, la intensidad es la que posibilita, mediante su aumento, una nueva adaptación.

- Principio de variedad

Los estímulos de entrenamiento que no son variados provocan un estancamiento de la mejora si se mantienen durante un periodo prolongado de tiempo. La forma más efectiva de mejorar el rendimiento es variar tanto los ejercicios como las cargas y los métodos.

- Principio de optimización entre carga y recuperación

Se necesita un cierto período de recuperación después de una carga eficaz o sesión de entrenamiento, con la finalidad de poder soportar nuevamente una carga parecida, en condiciones favorables.

En función de cómo relacionemos la carga y la recuperación, el efecto del entrenamiento será diferente. El aumento o mantenimiento del rendimiento dependerá de cómo se pongan las nuevas cargas: antes, durante o después de la cima de sobrecompensación.

SOBRECOMPENSACIÓN POSITIVA

El nuevo estímulo se produce durante la fase de sobrecompensación.

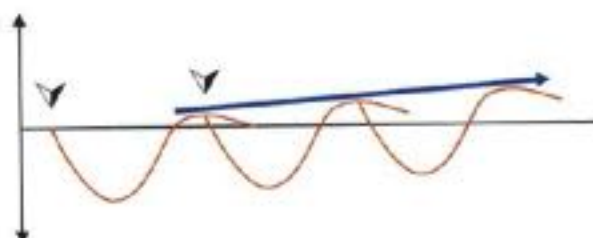


Fig. 3.8

SOBRECOMPENSACIÓN POSITIVA

El nuevo estímulo se produce antes de que se dé la máxima sobrecompensación. El ritmo de desarrollo es más rápido que en el caso anterior.

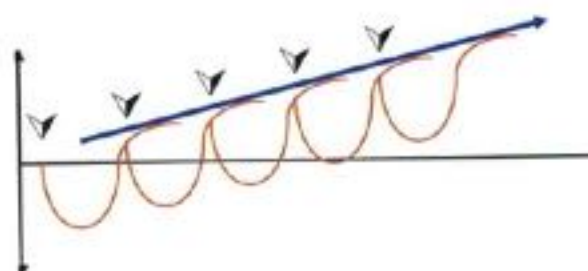


Fig. 3.9

SOBRECOMPENSACIÓN NEGATIVA

El nuevo estímulo se da demasiado pronto durante la fase de recuperación.

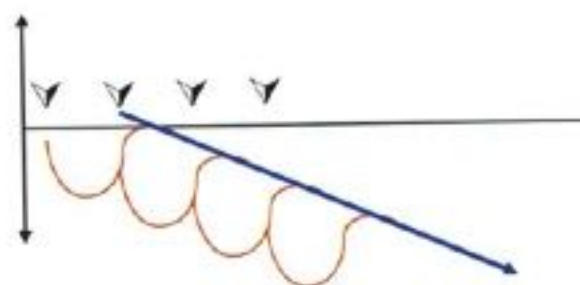


Fig. 3.10

SOBRECOMPENSACIÓN POSITIVA ACUMULADA

Cese de estímulos después de una sucesión previa de estímulos que producen sobrecompensación negativa.

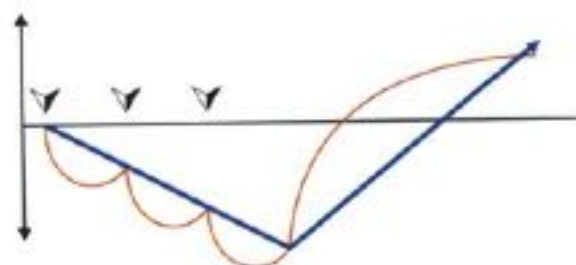


Fig. 3.11

SOBRECOMPENSACIÓN NULA

Los estímulos se producen en intervalos de tiempo muy separados.

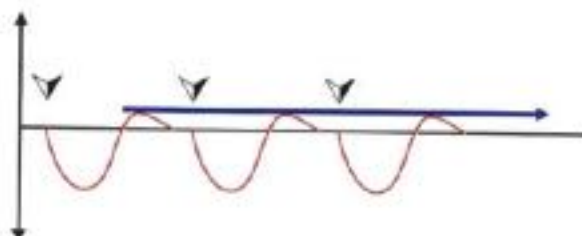


Fig. 3.12

B) Principios para asegurar la adaptación

- Principio de repetición y continuidad

Los estímulos tienen que presentarse de forma continuada y repetitiva, sin que existan largos periodos sin entrenamiento, ya que eso llevaría a una falta de adaptación al esfuerzo.

- Principio de reversibilidad

Los procesos de adaptación son reversibles. Lo conseguido con muchas horas de trabajo puede perderse en un tiempo inferior al que hemos tardado en conseguirlo.

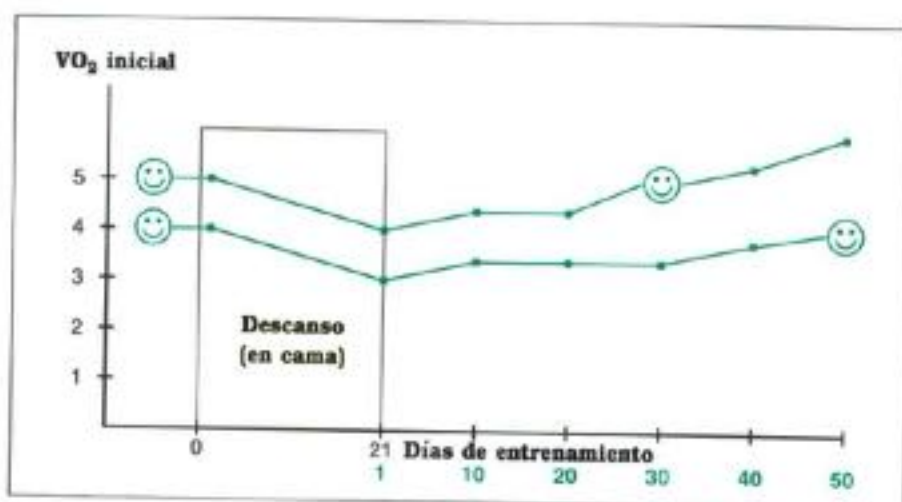


Fig. 3.13

En la gráfica anterior se muestra la pérdida de capacidad aeróbica entre un grupo de sujetos bien entrenados que se quedaron en la cama durante 21 días. Como puede observarse, las pérdidas de consumo máximo de oxígeno fueron bastante grandes. Aun así, el aspecto más significativo es la necesidad de entrenar durante 30 a 45 días para recuperar las capacidades perdidas durante los 21 días de descanso en la cama.

- Principio de la periodicidad

La periodicidad es la manera de estructurar el entrenamiento deportivo en un tiempo determinado, por medio de periodos lógicos que comprenden las regulaciones del desarrollo de la preparación del deportista.

Los ciclos de ordenación del entrenamiento son los siguientes:

- **Sesión:** es la unidad básica de entrenamiento (entre 1 y 4 horas).
- **Microciclo:** conjunto de sesiones que afectan a un número corto de días y que repite una estructura rítmica, normalmente de una semana (entre 7 y 10 días).
- **Mesociclo:** conjunto de microciclos con un objetivo determinado que forman parte del período o que, incluso, pueden llegar a constituirlo (entre 2 y 6 semanas).
- **Macro ciclo:** unidad mayor dentro del plan de entrenamiento, que dispone de entidad propia.
- **Período:** partes del macrociclo con una finalidad parcial, condicionada por la estructura del macrociclo, por ejemplo: Período preparatorio, competitivo y de transición.

MACRO CICLO															
PERÍODO DE PREPARACIÓN															
MESOCICLOS								MESOCICLOS							
MICROCIC.	MICROCIC.	MICROCIC.	MICROCIC.	MICROCIC.	MICROCIC.	MICROCIC.	MICROCIC.	MICROCIC.	MICROCIC.	MICROCIC.	MICROCIC.	MICROCIC.	MICROCIC.	MICROCIC.	MICROCIC.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Fig. 3.14. Ejemplo de una parte de un macrociclo de un período preparatorio

- Principio de la regeneración periódica

En deportistas de élite, hay que intercalar largos periodos de trabajo con intensidades muy bajas (regeneración periódica), después de años de competición de alto nivel para restablecerlos de sobrecargas, estancamientos técnicos, barreras coordinativas, falta de motivación.

C) Principios para dirigir la adaptación de forma específica

- Principio de la individualidad

No todo el mundo responde de la misma manera a los entrenamientos, hecho que viene dado por factores como la herencia, la maduración, la nutrición, el descanso, el nivel de condición física, la motivación, influencias ambientales, etc.

- Principio de la especificidad

Los efectos del entrenamiento son específicos para el tipo de estímulo que se utilice en la actividad deportiva. Cuanto más se parezca el entrenamiento a la actividad a realizar, mayores serán las mejoras en el rendimiento.

Ejemplo: nadar no es la mejor preparación para correr, o al revés.

- Principio de la alternancia

Principio que contempla la interacción o la interdependencia entre las diferentes capacidades físicas y técnicas para conseguir el máximo desarrollo individual específico en una disciplina deportiva.

Ejemplo: si dentro de la modalidad deportiva encontramos la capacidad aeróbica y la anaeróbica, primero trabajaremos la aeróbica.

3.5. Aplicación de los principios del entrenamiento al trabajo del bombero

Hay una transferencia clara y objetiva entre estos principios y la actividad que desarrolla un bombero. Los siguientes ejemplos intentan dar una idea bastante concreta de como podemos conseguir una mejora en nuestro rendimiento físico y al mismo tiempo profesional.

- Principio de optimización entre carga y recuperación

Es lógico pensar que después de haber realizado un esfuerzo importante, como podría ser participar en la extinción de un fuego forestal, o urbano, hace falta un cierto tiempo de recuperación. Eso permitirá que el organismo devuelva a los niveles básicos y así pueda estar en condiciones de afrontar una nueva eventualidad o emergencia, de igual intensidad o superior (creación de adaptación). Podríamos equiparar un fuego de industria a una serie de ejercicios (donde por ejemplo podemos hacer una pausa, correspondiente al cambio de botella de aire) y un incendio forestal a una sesión de entrenamiento completa (donde probablemente harían falta horas de recuperación para volver a estar al cien por cien).



Fig. 3.15

- Principio de repetición y continuidad y principio de reversibilidad

Como ya se ha dicho, hay que tener presente el hecho de que la repetición continuada de estímulos crea adaptación. En este sentido, las prácticas de formación permanente en los parques realizadas de una manera sistemática permiten alcanzar niveles cada vez mayores de rendimiento y compenetración. De la misma manera, la falta de estimulación provoca una pérdida de adaptación (alguna vez habéis visto a un compañero con problemas a la hora de conectar los racores de los tubos del separador hidráulico: ¿olvido?, ¿nervios?, ¿falta de práctica?).

- Principio de la periodicidad

Hay que planificar el entrenamiento de forma que pueda adaptarse al peculiar horario de los bomberos. Eso nos lleva a plantearnos si éste puede ser realmente adecua-

do para, por una parte, crear los hábitos de realización de actividad física en los parques, y, por otra, conseguir unos niveles de adaptación orgánica suficientes. Pensamos que ambos objetivos son completamente alcanzables siempre que se sigan unos criterios de constancia y rigor durante la sesión de entrenamiento.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
GUARDIA 				GUARDIA 		
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
	GUARDIA 				GUARDIA 	

Fig. 3.16

- Principio de la individualidad

La heterogeneidad del colectivo de bomberos, en cuanto a edad, estado de forma, sexo, motivaciones, etc., condiciona que el programa de preparación física haya de adaptarse a las necesidades de todo el mundo. En respuesta a esta necesidad se proponen diferentes modelos de sesiones organizadas por niveles.

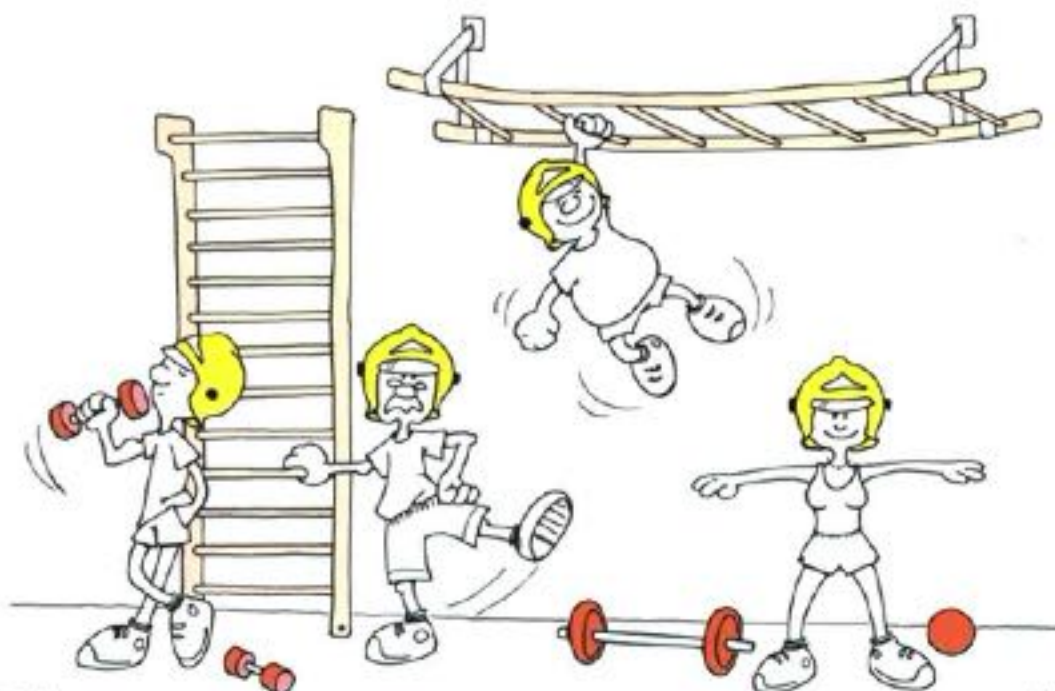


Fig. 3.17

- Principio de la especificidad y principio de la alternancia

Está claro el nexo existente dentro del trabajo del bombero entre la parte física y la técnica. Poder hacer actividad física, interrelacionar habilidades, destrezas, herramientas y material específico del bombero es un lujo que no podemos desaprovechar. En este sentido, la realización de los circuitos físico-técnicos descritos en el capítulo 8 cubre nuestras necesidades.

Hemos dado este nombre a una serie de propuestas de actividad física que intentan integrar habilidades motrices directamente relacionadas con nuestro trabajo.

3.6. Las cargas del entrenamiento

Se llama carga a todo estímulo de entrenamiento que rompa la línea de equilibrio, provoque un desgaste y obtenga una sobrecompensación. Verjoshanski define la carga como el trabajo muscular que implica en sí mismo el potencial de entrenamiento derivado del estado del deportista, que produce un efecto de entrenamiento y que conduce a un proceso de adaptación.

Las cargas pueden disociarse en dos componentes: la calidad y la cantidad. Tanto uno como el otro son parámetros indispensables a la hora de hacer una valoración del entrenamiento.

- Cantidad: hace referencia al VOLUMEN
- Calidad: hace referencia a la INTENSIDAD

$$\text{CARGA} = \text{VOLUMEN} \times \text{INTENSIDAD}$$



Fig. 3.17

3.6.1 Aspectos que determinan la carga

A. El contenido de la carga

- a) El nivel de especificidad

Hace referencia al mayor o menor grado de semejanza del ejercicio con la manifestación propia del movimiento durante la competición. Eso permite diferenciar dos tipos de carga en función de su contenido:

- **General:** Busca sólo el desarrollo de las capacidades físicas básicas (fuerza, resistencia, velocidad, etc.). Se utiliza al comienzo del ciclo de entrenamiento. Ejemplo: Press de banca.

- **Específica:** Busca desarrollar las capacidades de la manera más parecida a la situación real de actividad deportiva. Se utiliza al final del período preparatorio y en el competitivo. Esta carga puede ser:
 - **Dirigida:** Se busca la transferencia, pero no el gesto técnico en sí. Ejemplo: Un lanzamiento con una pelota lastrada y de iguales medidas que una de balonmano.
 - **Especial:** Se busca el gesto técnico en sí. Ejemplo: Un lanzamiento de balonmano después de dar tres pasos.

b) El potencial de entrenamiento

Es la manera en que la carga estimula la condición del atleta. Este potencial de entrenamiento de los ejercicios disminuye con el crecimiento de la capacidad de rendimiento, lo que hace que tengan que variarse los ejercicios o su intensidad para poder incrementar el rendimiento.

B. El volumen de la carga

Determina el aspecto cuantitativo del estímulo utilizado en el proceso de entrenamiento, y tiene como factores importantes:

a) La magnitud de la carga

Según J. M. García Manso, *la magnitud es la medida cuantitativa global de las cargas de entrenamiento de diferente orientación funcional que se desarrollan en una sesión, un microciclo, mesociclo o macrociclo.*

La magnitud viene determinada por el nivel de entrenamiento del atleta y por el momento de la preparación a la cual hacemos referencia. En este sentido, a mayor nivel mayor magnitud; y en el período preparatorio, mayor magnitud que en el período competitivo.

Pero no es completamente cierto que a mayor volumen de trabajo corresponda mayor rendimiento. Sí es verdad que, durante las primeras etapas de la vida deportiva, un incremento del volumen supone una mejora del rendimiento. Una vez que se llega a altos niveles, no se corresponde siempre un incremento del volumen con una mejora en el rendimiento, sino que incluso en ocasiones el incremento del volumen comporta su disminución.

b) La intensidad de la carga

Se define como el grado de fuerza del estímulo de entrenamiento con respecto al máximo. Grosser lo expresa como la fuerza del estímulo que manifiesta un deportista durante un esfuerzo. Como la magnitud, la intensidad está supeditada al nivel del deportista y al momento de preparación. Predomina más el carácter cualitativo que el cuantitativo.

También habría que remarcar que trabajos de altas intensidades (Ejemplo: 90%) no conllevan siempre una mejora de resultados; a veces es mejor aumentar la proporción de trabajo efectuado en una cierta zona de intensidad no tan elevada (Ejemplo: 70-80%).

La intensidad puede medirse con respecto a la *carga externa* aplicada o con respecto a la *carga interna* que afecta el organismo. Un ejemplo de variación de la intensi-

dad de entrenamiento en carga externa podría ser el aumento o disminución del peso que levantaremos en un ejercicio de press banca. En cambio, la variación del ritmo de carrera, que comportará un aumento de la frecuencia cardíaca, será un ejemplo de variación de la intensidad por carga *interna*.

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

INTENSIDAD	FUERZA (% <i>f. máx.</i>)	RESISTENCIA (% <i>mt</i>)	FRECUENCIA CARDÍACA (puls/min)
ESCASA	30-50 %	30-50 %	130
LEVE	50-70 %	50-60 %	140
MEDIA	70-80 %	60-75 %	150
SUBMÁXIMA	75-90 %	75-90 %	165
MÁXIMA	90-100 %	90-100 %	180

% *mt* = porcentaje del mejor tiempo en la distancia

% *f. máx.* = porcentaje de la fuerza máxima

* Bases teóricas del entrenamiento deportivo; J. M. García, M. Navarro, J. A. Ruiz.

c) La duración de la carga

W. Dick la define como el periodo de influencia de un solo estímulo, la distancia cubierta en una repetición, o el tiempo total para completar toda la carga en una unidad.

En un trabajo cíclico y continuo, la duración será el tiempo total. En trabajo intervánico la duración será la suma de los tiempos de trabajo de cada serie, despreciando los tiempos de pausa.

d) La densidad del estímulo

Es la relación entre el tiempo de trabajo y el de pausa y viene determinada por el sistema de entrenamiento utilizado. Los tiempos de pausa o descanso tienen dos finalidades: reducir el cansancio (pausas completas) o producir procesos de adaptación (pausas incompletas). Estas pausas pueden realizarse de dos maneras: pasivas (descanso absoluto) o activas (trabajo a muy baja intensidad) las cuales en bastantes casos aceleran los procesos de recuperación. Por ejemplo, después de elevadas cargas de orientación anaeróbico-láctica, la velocidad de eliminación de lactato, con recuperaciones pasivas es inferior a la realizada con recuperaciones activas.

C) La organización de la carga

Por organización de la carga se entiende su sistematización en un periodo de tiempo dado, sistematización que tiene como finalidad conseguir el efecto acumulativo de entre-

namiento positivo de cargas de diferente orientación. Teniendo presente eso, hay que considerar dos aspectos importantes dentro de la organización:

a) La distribución de la carga en el tiempo

Hace referencia a cómo se colocan las diferentes cargas en las partes en que tradicionalmente se divide el proceso de entrenamiento (sesión, día, microciclo, mesociclo o macrociclo).

b) La interconexión de las cargas

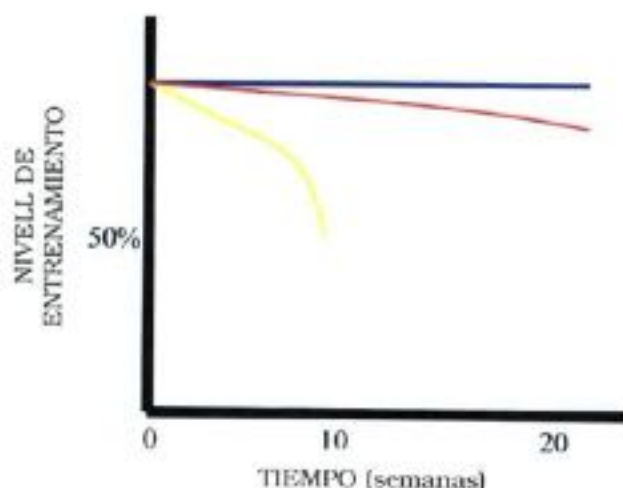
Indica la relación que tienen entre sí las cargas de diferente orientación. Una correcta combinación de las cargas de diferente orientación asegura la obtención del efecto acumulativo de entrenamiento.

Ejemplo: realizaremos ejercicios de carácter aeróbico siempre después de ejercicios de orientación anaeróbico-aláctica y en ningún caso a la inversa.

3.7. Mantenimiento del efecto de entrenamiento

Para mantener el efecto del entrenamiento, el ejercicio debe ser practicado regularmente. Se origina una reducción significativa en la aptitud cardio-respiratoria tras dos semanas sin entrenamiento, y el nivel de aptitud de los participantes regresa a los niveles existentes antes del entrenamiento en un período de diez semanas a ocho meses. La pérdida de 50% del aumento inicial en $\text{VO}_2\text{máx}$ ha sido demostrada después de 4 a 12 semanas sin entrenamiento. Aquellas personas que han entrenado muchos años mantienen algunos beneficios por periodos más largos sin entrenamiento que los individuos de estudios de entrenamiento de corta duración. Mientras que cesar el entrenamiento totalmente conlleva una reducción dramática en el $\text{VO}_2\text{máx}$, una disminución en el entrenamiento está asociada con una reducción modesta o con ningún cambio por periodos de 5 a 15 semanas.

Hickson y colaboradores, en una serie de experimentos donde la frecuencia, duración o intensidad del entrenamiento fueron manipulados, encontraron que, si la intensidad del entrenamiento se mantenía igual, el $\text{VO}_2\text{máx}$ no variaba hasta por 15 semanas cuando la frecuencia y la duración se reducía tanto como dos terceras partes del nivel inicial. Resultados similares fueron encontrados en relación con la reducción del entrenamiento de fuerza. Cuando el entrenamiento de fuerza se redujo de 3 ó 2 días por semana a por lo menos un día por semana, la fuerza se mantuvo por 12 semanas de entrenamiento reducido. Por lo tanto, parece ser que perder una sesión de ejercicio periódicamente o reducir el entrenamiento hasta por 15 semanas no afectará adversamente el $\text{VO}_2\text{máx}$ o la fuerza y resistencia muscular mientras la intensidad del entrenamiento sea igual.



- Entrenamiento 2 o 3 sesiones semanales
- Entrenamiento 1 sesión semanal
- Entrenamiento 1 sesión semanal pero disminuyendo la intensidad de trabajo

CONTROL DE PESO Y COMPOSICIÓN CORPORAL.

Aunque en el capítulo 6 dedicado a los "Aspectos nutricionales del bombero" ya se comentará con más detalle todo aquello que relaciona actividad física, hábitos alimenticios y control de peso, aquí se exponen algunos datos que pueden ser interesantes para poder valorar en que medida un entrenamiento específico puede influir en esos parámetros, así como algunas recomendaciones del American College of Sports Medicine (ACSM).

A pesar de la variabilidad en los cambios en la composición corporal del ser humano con el ejercicio, la MCT y el PG por lo general disminuyen con programas de entrenamiento de resistencia, mientras que el peso magro permanece constante o aumenta levemente. Wilmore informó sobre los resultados de 32 estudios en los cuales se utilizaron los criterios para desarrollar la aptitud cardiorespiratoria que presentamos en esta posición y encontró una pérdida promedio en la MCT de 1,5 Kg y en el porcentaje de grasa de 2,2%. Programas para la pérdida de peso que utilizan la manipulación dietética y que resultan en una dramática reducción de MCT demuestran una disminución en ambos, PG y PM. Cuando éstos se combinan con programas de ejercicio, la pérdida en PM es menor que en los programas con dieta sola. Los programas cuya frecuencia es de 3 días por semana, de por lo menos 20 minutos de duración, y de suficiente intensidad para que el gasto calórico sea de aproximadamente 300 kcal por sesión de ejercicio (persona de 75 Kg de peso)

son los recomendados como mínimo para la pérdida de MCT y PG. Se ha demostrado que un gasto de 200 kcal por sesión también es útil para la pérdida de peso si la frecuencia de ejercicio es de por lo menos 4 días a la semana.

Si el propósito principal del programa de entrenamiento es perder peso, entonces se recomiendan los regímenes de mayor frecuencia y duración del entrenamiento y de baja a moderada intensidad. Programas de menos participación por lo general demuestran poco o ningún cambio en la composición corporal. Un aumento significativo en el $\text{VO}_2\text{máx}$ ha sido demostrado con 10 a 15 minutos de entrenamiento de alta intensidad; por lo tanto, si la pérdida de MCT y la reducción de PG no son lo más importante, entonces un programa de corta duración y mayor intensidad puede ser recomendado para individuos saludables cuyo riesgo de enfermedad cardiovascular y lesiones ortopédicas sea bajo.

PRESCRIPCION DE EJERCICIO PARA FUERZA Y RESISTENCIA MUSCULAR

La adición de entrenamiento de fuerza a esta posición es el resultado de la necesidad de un programa completo que ejercite todos los grupos musculares principales del cuerpo. Por lo tanto, la inclusión del entrenamiento de fuerza en programas de aptitud para adultos debe ser efectiva en el desarrollo y mantenimiento del PM. El efecto del entrenamiento es específico (principio de la especificidad) para el área del cuerpo entrenada. Por ejemplo, entrenar las piernas tendrá poco o ningún efecto en los brazos, hombros y músculos del tronco.

La fuerza y resistencia muscular se desarrollan de acuerdo al principio de sobrecarga, esto es, aumentando más de lo normal la resistencia al movimiento o la frecuencia y duración de la actividad. La mejor manera de desarrollar la fuerza muscular es por medio del uso de cargas pesadas (que requieren el desarrollo de tensión máxima o casi máxima) con pocas repeticiones, y la resistencia muscular se desarrolla mejor utilizando cargas livianas con un número mayor de repeticiones. Hasta cierto punto, la fuerza y resistencia musculares se desarrollan en cada condición, pero cada sistema favorece un sistema específico de desarrollo. Por lo tanto para aumentar ambos, la fuerza y resistencia muscular, la mayoría de los expertos recomienda de 8 a 12 repeticiones por sesión de ejercicio. Haskell y Haskell et al. han sugerido 4 kcal.kg de peso corporal como el gasto calórico diario mínimo para los programas de ejercicio. Cualquier magnitud de sobrecarga resultará en el desarrollo de la fuerza, pero esfuerzos de alta intensidad cerca de o en el nivel máximo tendrán un efecto significativamente mayor. La intensidad del entrenamiento de fuerza puede ser manipulada cambiando el peso, las repeticiones, el intervalo de descanso entre los ejercicios y el número de series completadas (todo esto se tratara con detalle en el capítulo 4 sobre "cualidades físicas básicas en los bomberos").

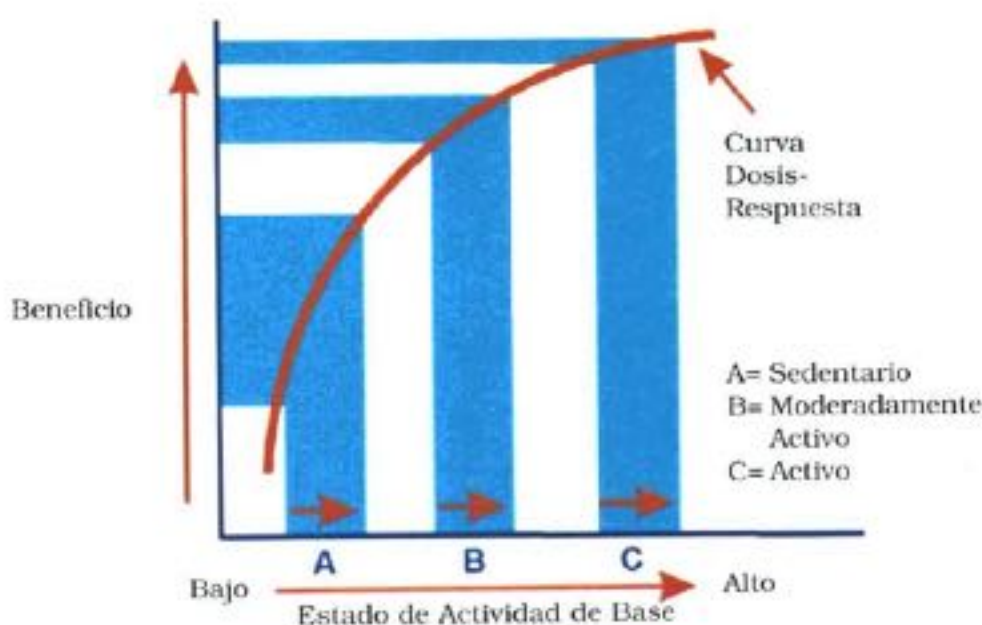
El esperado aumento en fuerza como resultado del entrenamiento es difícil de evaluar porque depende del nivel inicial de la persona y su potencial para mejorar. Mueller y Rohmert encontraron un aumento en fuerza de 2 a 9% por semana dependiendo del nivel inicial. A pesar de que en la literatura hay evidencia de que el aumento en fuerza es bien variable, el aumento medio en hombres y mujeres jóvenes y de edad media en programas de hasta seis meses de duración es de 25 a 30%.

A la luz de estas informaciones, el ACSM hace las siguientes recomendaciones sobre el entrenamiento de fuerza para el adulto saludable medio. Un mínimo de 8 a 10 ejercicios con los grupos musculares principales efectuados un mínimo de dos veces por semana. Debe completarse un mínimo de una serie de 8 a 12 repeticiones hasta cerca del punto de fatiga. Estas normas mínimas para el entrenamiento están basadas en dos factores. Primero, el tiempo necesario para comprender el ejercicio. Programas de ejercicio de más de 60 minutos por sesión se asocian con más abandonos. Segundo, a pesar que una frecuencia mayor de entrenamiento y series adicionales o combinaciones de series y repeticiones resultan en una ganancia mayor en fuerza, la diferencia es pequeña.

Graves, Gettman, Heath, Braith y colaboradores encontraron que los programas que utilizan una serie hasta el punto de fatiga demostraron un aumento en fuerza mayor de 25%. A pesar de que el equipo para el entrenamiento de resistencia puede proveer un estímulo mejor graduado y cuantificado para la sobrecarga que los ejercicios tradicionales de calistenia, también otros tipos de ejercicios de resistencia pueden ser efectivos en mejorar y mantener la fuerza.

RESUMEN

La combinación de frecuencia, intensidad y duración del ejercicio continuado ha sido efectiva para producir el efecto de entrenamiento. La interacción de estos factores provee el estímulo de sobrecarga. En general, mientras más bajo el estímulo menor será el efecto de entrenamiento y mientras más alto el estímulo mayor será el efecto. Como resultado de la especificidad del entrenamiento y la necesidad de mantener la fuerza, resistencia muscular y flexibilidad de los grupos musculares principales, recomendamos un programa de entrenamiento completo que incluya el entrenamiento de fuerza y los ejercicios de flexibilidad. A pesar de que la edad por sí sola no es un factor limitante para el entrenamiento con ejercicios, es prudente aplicar la prescripción de ejercicio de forma gradual en sujetos de avanzada edad. También ha sido demostrado que el entrenamiento de resistencia de menos de 2 días por semana, a menos del 50% del $\text{VO}_2\text{máx}$ y por menos de 10 minutos al día, es inadecuado para desarrollar y mantener la aptitud en adultos saludables.



Según se observa en la **Curva de Dosis-Respuesta**, las actividades de moderada intensidad confieren beneficios de salud (Pate, et al, 1995). Además, los individuos con un nivel inicial bajo de aptitud física que se involucren en actividades físicas obtienen una mayor cantidad de beneficio de salud en comparación con aquellos que son físicamente activos.

Bibliografía recomendada. Cap. 3

- BARBANY, J.R.: *Fundamentos de fisiología del ejercicio y del entrenamiento*. Barcelona: Barcanova, 1990.
- MATVEYEV, L.: *El proceso del entrenamiento deportivo*. Buenos aires: Stadium, 1977.
- GONZALEZ BADILLO, J.J; GORROSTIAGA. E.: *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Inde, Barcelona 1995.
- Guidelines for exercise testing and prescription (1986) American College of Sports Medicine (ACSM), 3rd Edition, Lea & Febiger, Philadelphia.
- Resource manual guidelines for exercise testing and prescription (1988) American College of Sports Medicine (ACSM), Lea & Febiger, Philadelphia.
- Manual de consulta para la prescripción del ejercicio (2000). American College of Sports Medicine (ACSM). Ed. Paidotribo.
- WILMORE, J. H; AND BROWN, H; (1974). Physiological profiles of women distance runners. Med. Sci. Sports Exerc. 6(3) 178.
- Pate et al. (1995). Journal of the american medical association, pág. 273.

4 CUALIDADES FÍSICAS BÁSICAS EN LOS BOMBEROS

F. Cos

En el ámbito del entrenamiento, cuando se habla de acondicionamiento, nos referimos al desarrollo de las diferentes capacidades físicas básicas, especialmente de aquellas que tienen una incidencia más directa en la mejora de una determinada actividad física.

De todas las capacidades físicas, la *resistencia*, la *fuerza*, la *flexibilidad* y las *capacidades coordinativas* tienen, por razones que explicaremos más adelante, un papel protagonista en el óptimo desarrollo del trabajo del bombero, no solamente en relación con la mejora del rendimiento, sino también con vistas a prevenir lesiones y mejorar su calidad de vida.

No es difícil intuir que el esfuerzo que tiene que realizar un bombero en situaciones puntuales rebasa en mucho los umbrales de manifestación de una actividad física cotidiana, e incluso de rendimiento deportivo.

La ejecución deficiente de determinados movimientos, la sobreutilización de grupos musculares muy concretos y, en definitiva, un nivel deficiente de condición física, son algunas de las causas que pueden llevar a limitar el rendimiento de una determinada tarea, contribuyendo a generar carencias y patologías del aparato locomotor que pueden convertirse en crónicas.

El objetivo de este capítulo, pues, es analizar las exigencias físicas de los bomberos y, conociéndolas, proponer las primeras recomendaciones (que se convertirán en propuestas prácticas de la condición física en el capítulo 5) con el interés fundamental de conseguir la necesaria y específica condición física que permita afrontar cualquier esfuerzo con las máximas garantías de eficiencia y salud.

4.1. La resistencia

4.1.1. Definición y clasificación de la resistencia

El concepto de resistencia incluye esfuerzos de duración muy variables, desde 15 segundos a más de 6 horas. El denominador común, sin embargo, en cualquier tipo de resistencia será **la capacidad psico-física de resistir la fatiga y la capacidad de recuperarse rápidamente tras el esfuerzo.**

Podemos clasificar la resistencia según diferentes criterios. Analizando la trascendencia de esta capacidad en la condición física de los bomberos, el parámetro de observación más significativo es el que relaciona el esfuerzo con las vías de energía muscular.

Así, podemos distinguir entre:



La resistencia aeróbica implica un equilibrio entre el oxígeno que necesita el músculo para hacer la contracción y lo que somos capaces de hacerle llegar. Este equilibrio nos permite realizar esfuerzos de larga duración y de una intensidad media, ya que no se produce ninguna deuda de oxígeno.

La resistencia anaeróbica implica que las necesidades de oxígeno que requiere el músculo para hacer su trabajo no son cubiertas plenamente. Esta situación producirá una deuda de oxígeno. Si la actividad dura pocos segundos, 10 o menos, la sustancia de desecho que se produce (el ácido láctico, entre otros), no llegará a condicionar la actividad; si, por contra, la actividad dura más de 10", la acumulación de este ácido será la gran responsable de que lleguemos a la fatiga.



Fig. 4.1. Representación de trabajo aeróbico o anaeróbico

Tanto una capacidad como la otra son difíciles de encontrar de forma pura en las actividades del bombero, ya que se combinan en diferentes porcentajes en función del tiempo que dura la actividad y la intensidad del trabajo (gráf. 1)

(gráf. 1) Porcentaje de participación de la capacidad aeróbica o anaeróbica en función de la duración del esfuerzo, según Keul y col. Adaptado por F. Cos.

Duración del esfuerzo	Hasta 20"	Hasta 40"	De 1 a 8 minutos	Más de 8 minutos
AERÓBICO	0-5%	Aprox. 20%	Aprox. 20-80%	Por encima del 80%
ANAERÓBICO	90-100%	Aprox. 80%	Aprox. 80-20%	Por debajo del 20%
TAREA	Trasladar rápidamente material hasta la zona de fuego	Subir a un 2º o 3º piso para hacer un rescate	Subir a un cuarto piso para rescatar a alguien Subir por la auto-escalera	Fuego forestal, fuego de industria

En el siguiente gráfico podemos observar una clasificación de los diferentes tipos de resistencia, en función del tiempo del esfuerzo, la intensidad de la carga y las vías energéticas que participan (gráf. 2)

(gráf. 2) Clasificación de la resistencia en función del tiempo de trabajo, intensidad y vía energética (adaptado de Zintl, 1991)

	Corta duración	Media duración	Larga duración I	Larga duración II	Larga duración III	Larga duración IV
Duración	35"-120"	2'-10'	10'-35'	35'-90'	90'-6h	> 6h
Intensidad	máx.	máx.	submáxima	submáxima	mediana	ligera
F C	185-195	190-200	180	170	160	< 140
% VO₂máx	100	100-95	95-90	90-80	80-60	60-50
% Aeróbico	20-35	40-60	60-80	90	95	99
Lactato	10-18	12-20	10-14	6-8	4-5	< 3
Vía energética	anaeróbica	aer./anaerób.	aeróbica	aeróbica	aeróbica	aeróbica
Sustrato requerido	glucógeno, fosfatos	glucógeno muscular	glucógeno musc.+hepático	glucosa, grasas	grasas	grasas, proteínas

La mejora de la capacidad aeróbica nos afecta en dos sentidos: por un lado mejoramos nuestro rendimiento físico (ej: en el fuego forestal); por otro, conseguimos mejorar muchos parámetros relacionados con la salud.

Por contra, la mejora de la capacidad anaeróbica no implica la mejora de nuestra salud, sino básicamente la mejora del rendimiento. Sin ningún tipo de duda, altas concentraciones de lactato en sangre en muchas de las tareas de mayor demanda física en los bomberos, ponen en evidencia la trascendente participación del metabolismo anaeróbico (Gledhill y Jamnik, 1992; Bombers Generalitat de Catalunya - CAR, estudio fase 2, 2000).



Fig. 4.2. Una buena capacidad aeróbica permite mayor eficiencia física y disminuye la intensidad relativa para un mismo esfuerzo

4.1.2. Objetivos y beneficios del entrenamiento de la resistencia

Para nosotros, el entrenamiento de la resistencia tiene que permitirnos alcanzar tres objetivos:

- Mantener la intensidad adecuada durante el tiempo necesario para desarrollar una tarea con eficiencia.
- Mejorar nuestra capacidad de resistir a la fatiga ante situaciones exigentes.
- Recuperarnos rápidamente entre las fases de esfuerzo.

Beneficios para el...		
... sistema cardiovascular y respiratorio	... metabolismo	... sistema osteomuscular y sistema cognitivo
• Contribuye a la prevención de cardiopatías. • Mejora el estado del sistema cardiovascular, favoreciendo el desarrollo de la circulación colateral. • Para cualquier esfuerzo, disminuye los valores de frecuencia cardíaca. • Aumenta tanto el número como la densidad de los capilares sanguíneos. • Aumenta el tono y la resistencia de los músculos respiratorios. • Contribuye al control de la presión arterial. • Disminuye el riesgo de muerte repentina.	• Reduce el colesterol de baja densidad y las otras grasas sanguíneas. • Mejora los niveles de colesterol de alta densidad. • Contribuye a reducir la grasa corporal. • Mejora el metabolismo de la glucosa. • Mejora el metabolismo muscular en general. • Contribuye a reducir la presión arterial. • Facilita y mejora el tránsito intestinal. • Ralentiza el proceso de envejecimiento y mantiene en mejores condiciones los diferentes sistemas orgánicos. • Contribuye al control del peso. • Mejora la resistencia a los esfuerzos de la musculatura implicada. • Contribuye a incrementar el contenido de calcio en los huesos.	• Reduce el riesgo de sufrir fracturas asociadas. • Mejora y mantiene en buenas condiciones las funciones de ligamentos, músculos, tendones y articulaciones. • Reduce el estrés. • Mejora el bienestar psíquico. • Reduce la tensión emocional y la ansiedad. • Mejora el aspecto físico.

4.1.3. Requerimientos de resistencia en la actividad del bombero

Diferentes investigaciones han estudiado las demandas físicas y fisiológicas de este colectivo. Uno de los factores que limitan el rendimiento es el consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_2\text{máx}$), es decir, los litros de oxígeno que somos capaces de hacer llegar a nuestros músculos para poder hacer un trabajo (Davis y Dotson, 1987; Lemon y Hermiston, 1977 a; Misner y col., 1987). Se ha observado que se requieren consumos de oxígeno entre el 60% y el 80% del máximo en la mayoría de tareas que desarrolla el bombero; el material que tienen que utilizar, como por ejemplo trabajar con bombonas para el suministro de oxígeno (ERA, Equipo de Respiración Autónoma), incrementa los consumos en $0,54 \text{ l O}_2/\text{min.}$ (Loubevaara, 1985), reduciéndose en un 20% los consumos de $\text{O}_2\text{máx}$, atribuibles no únicamente a la carga, sino también a la dificultad añadida en el proceso de inspiración-espирación; otros elementos, como los pesados trajes aislantes anti-térmicos y las propias condiciones ambientales de altas temperaturas, son algunos de los factores clave que justifican los altos porcentajes en los consumos de oxígeno (Ducan y col., 1979).



Fig. 4.3. Trabajar con los equipos de oxígeno (ERA), y frente a altas temperaturas, aumenta las necesidades de consumir O_2 .

Investigaciones detalladas llegan a la conclusión de que se requieren consumos mínimos de $45 \text{ ml/kg min}^{-1}$ para rendir con eficacia en ambientes de gran hostilidad (Jacobs, 1976; Sparks, 1987).

Otros estudios concluyen que también se requieren altos niveles de potencia anaeróbica (Lemon y Hermiston, 1977 B; Misner y col., 1987; O'Connell y col., 1986).

Tal como se ha explicado en el capítulo 2, los beneficios del entrenamiento de la resistencia son múltiples. Se sabe que la capacidad de consumir oxígeno ($\text{VO}_2\text{máx}$) puede ser

mejorada hasta un 25%, dependiendo del punto de partida o del estado de forma inicial (Davis, 1975), mientras que el umbral anaeróbico, más sensible al entrenamiento, puede llegar a mejorar hasta un 44% en algunos casos (Yoshida, 1982).

Otra adaptación del entrenamiento aeróbico es la disminución de la frecuencia cardíaca de reposo. Este es un aspecto importante, pues se ha observado que no solamente se consiguen FC máximas durante la intervención de emergencia; desde el momento que suena la alarma, y durante el trayecto al siniestro, hay sujetos que ya mantienen registros máximos. Mantener la FC en zona máxima o submáxima demasiado rato aumenta el riesgo de sufrir problemas cardíacos en aquellas personas con factores de riesgo asociados, como obesidad, niveles altos de colesterol en sangre, diabetes, presión arterial alta, etc. (Gledhill y Jamnik, 1992).

Otro aspecto importante a considerar es el de la composición corporal, ya que ésta tiene incidencia no solamente en la salud del bombero, sino en su rendimiento (Dotson y col., 1976).

Cuando se han simulado tareas propias de su trabajo que requieren diferentes niveles de habilidad, el exceso de componente adiposo ha repercutido negativamente (Davis y col., 1982).

La relación entre exceso de grasa y riesgo de sufrir patologías cardiovasculares ha sido ampliamente estudiada (Brodie, 1988). Esta relación aumenta la posibilidad de muerte prematura, responsable de un alto número de muertes en los cuerpos de bomberos. (Ferguson, 1981; Bernard, 1976, Annual 1979).

Cabe decir que no sólo es relevante el total de tejido adiposo subcutáneo, sino el patrón de distribución corporal. Un alto porcentaje de grasa en la región abdominal se relaciona con un índice más alto, tanto de mortalidad como de morbilidad (Gledhill, 1990).

Así pues, diferentes estudios llegan a la conclusión de que **es la obesidad y no la edad el principal responsable de la involución en el rendimiento del bombero** (Davis & Starck, 1980).

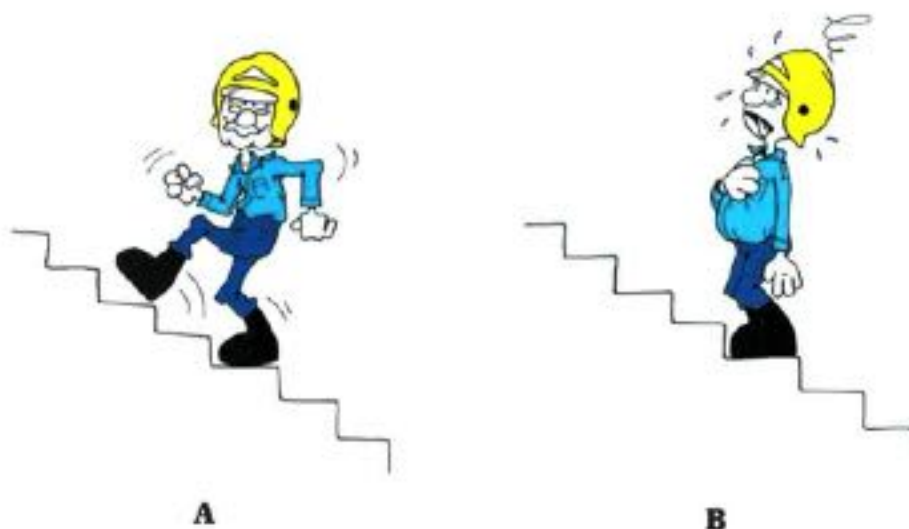


Fig. 4.4. Uno de los factores clave en el bajón del rendimiento es el exceso de tejido graso y no la edad. El dibujo A nos muestra cómo una composición corporal equilibrada permite rendir, independientemente de la edad. En el B, el exceso de peso a causa del componente graso compromete el rendimiento y la salud.

4.1.4. Frecuencia cardíaca y control de la intensidad

La prescripción y el control de la intensidad del ejercicio se hacen mediante la frecuencia cardíaca. Generalmente, siempre que realizamos ejercicios con grandes grupos musculares o que necesitan del movimiento de todo el cuerpo, hay una relación lineal entre la frecuencia cardíaca y el consumo de oxígeno.

La frecuencia cardíaca máxima (FCmáx) de un bombero puede estimarse siguiendo una fórmula basada en la población de bomberos de la Generalitat de Catalunya, según la edad: (el estudio: «Determinación del perfil fisiológico de los bomberos de la Generalitat de Catalunya y de las pruebas para determinar su condición física», fase 2. Justificación de la adaptación de la fórmula 220 edad de Astrand y Rodahl: *Fisiología del trabajo físico*. P.O. Astrand, K. Rodahl. Buenos Aires: Panamericana, 1992. Véase apéndice 1 al final de este capítulo).

$$FC_{\text{máx}} = 220 - (0,8 \times \text{edad})$$

Una vez calculada la FCmáx, es necesario establecer la FC de entrenamiento, que puede hacerse simplemente escogiendo un porcentaje de la FCmáx por ejemplo: 75% FCmáx = $[220 - (0,8 \times \text{edad}) \times 0,75]$. Si utilizamos este método, tenemos que saber que la intensidad de ejercicio necesaria para conseguir un determinado porcentaje del VO₂máx es superior a la intensidad necesaria para conseguir el mismo porcentaje de la FCmáx. La relación entre FC y VO₂ puede ser de la siguiente manera:

%VO ₂ máx	%FCmáx
70	80
80	88
90	92
95	98
100	100

El siguiente gráfico permite localizar la FC de entrenamiento, según la intensidad deseada en función de la edad:

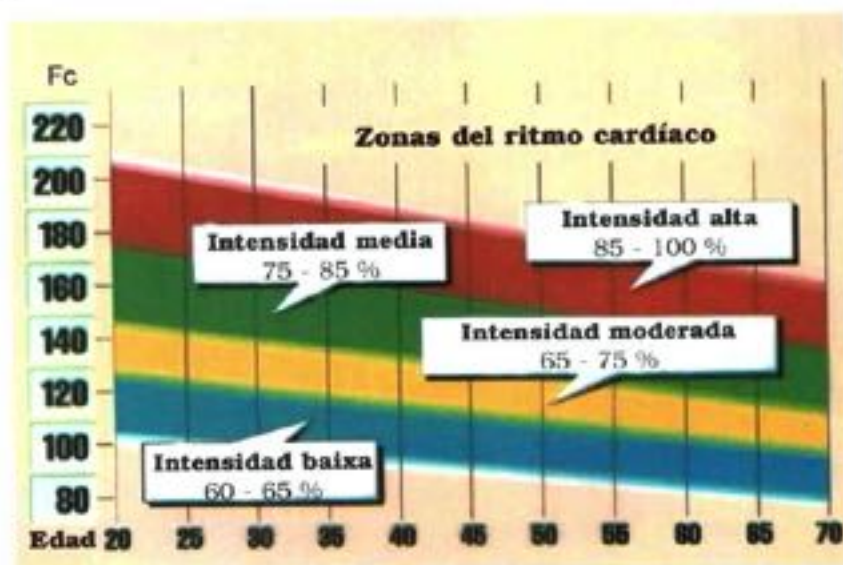


Fig. 4.5. Relación de la frecuencia cardíaca de entrenamiento en función de la intensidad escogida y la edad. Intensidades de esfuerzo en relación con el % de la frecuencia cardíaca máxima (Modificado de Polar)

Cómo localizar la FC de entrenamiento:

- Localiza tu edad
- Escoge la intensidad en función de tu nivel de condición física y el objetivo del entrenamiento
- Dentro del color escogido, la parte superior nos indica el límite superior de FC, y la parte inferior, el límite inferior de FC.
- Para obtener el máximo beneficio, hay que mantener la FC dentro de la franja de entrenamiento escogida.

4.1.5. Recomendaciones prácticas

Seguindo las recomendaciones hechas por el American College of Sports Medicine (1992) para la promoción de la salud, los programas de ejercicio tendrían que reunir las siguientes características:

- Tipo de actividad:** ejercicios que den movimiento a grandes masas musculares, durante un periodo de tiempo prolongado, de naturaleza rítmica y aeróbica.
- Intensidad:** actividades que corresponden del 50 al 85% del consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_2\text{máx}$) o del 60 al 90% de la frecuencia cardíaca máxima.
- Duración:** de 20 a 60 minutos de actividad aeróbica continua o intermitente.
- Frecuencia:** 3 a 5 días por semana.

Aunque estas recomendaciones pueden ser muy útiles para la elaboración de programas de ejercicio físico, no podemos olvidar que algunos estudios parecen indicar que es posible conseguir un cierto grado de protección contra algunas enfermedades con niveles de actividad por debajo de los que aquí hemos expuesto. Así, por ejemplo, en bomberos muy poco entrenados, el umbral anaeróbico puede encontrarse entre el 50 y el 60% del consumo máximo de oxígeno (Davis, 1976).

Para mantener un buen nivel de resistencia cardiorrespiratoria y un peso adecuado, las actividades realizadas tendrían que producir un gasto energético de entre 900 y 1.500 kcal por semana, o entre 300 y 500 kcal por sesión.

Para mantener este gasto energético, tenemos que manejar las tres variables más importantes: intensidad, duración y frecuencia. Cuanto más baja es la intensidad del ejercicio, mayor tiene que ser la duración o la frecuencia. Es importante saber que el gasto energético en recorrer una cierta distancia corriendo o andando, prácticamente es la misma. Al andar, la intensidad será menor, pero el tiempo invertido en recorrer la distancia será mayor.

Andar es una actividad segura, tanto desde el punto de vista cardiovascular como del aparato locomotor, por lo que permite un alto nivel de fidelización ante este tipo de programas. La desventaja es que implica mayor duración y frecuencia que otros tipos de actividades para poder conseguir un gasto energético elevado. Por ejemplo, el gasto energético de 20-30 minutos de jogging equivale a 40-50 minutos de marcha rápida. Existen diferentes soluciones, como la utilización de pequeñas cargas (mochilas, tobi-

lleras, o riñoneras) que aumentan el gasto energético y permiten mejorar la resistencia de la musculatura involucrada en el movimiento.

Las conclusiones que se desprenden de los estudios realizados sobre la actividad física y las enfermedades cardiovasculares indican que:

- No parece necesaria mucha actividad física o una intensidad elevada para poder obtener un cierto grado de protección contra enfermedades cardiovasculares (Faria, 1991).
- Esta protección es transitoria si no se mantiene un cierto grado de actividad durante toda la vida. Después de cinco años de inactividad, no hay diferencias en la incidencia de enfermedades cardiovasculares entre el grupo de personas previamente activas y el de las sedentarias.

Resumen de los criterios más importantes propuestos por el ACSM

Tipo de actividad	Ejercicios que atañen a grandes masas musculares
Intensidad	60-90% de la FC _{máx}
Duración	De 20 a 60 min
Frecuencia	De 3 a 5 días semana

e) Programas para reducir la grasa corporal

Tal como se ha comentado antes, la obesidad y no la edad es la responsable del bajón en el rendimiento del bombero.

Un objetivo para algunos bomberos puede ser, pues, la reducción de la grasa corporal, que, además, está relacionada con enfermedades coronarias, hipertensión, diabetes, hipercolesterolemia y niveles bajos de HDL.

Tal y como recomienda el American College of Sports Medicine a continuación vamos a ver unas indicaciones generales a tener en cuenta, ya incluidas en los apuntes de educación física de la Escuela de Bomberos de la Generalitat de Catalunya (López de Viñaspre, 1997):

- Ejercicios de tipo dinámico, que también incluyen grandes grupos musculares, ayudan a mantener el componente no grasa, la masa muscular y la densidad ósea, produciendo al mismo tiempo una reducción del peso corporal.
- El programa de ejercicio tiene que producir un gasto energético diario igual o superior a 300 kcal.
- La pérdida de peso resultante de un aumento del gasto energético viene dada sobre todo por una reducción del componente grasa.
- La estrategia recomendada tiene que incluir una dieta equilibrada con una reducción moderada del aporte calórico, un programa de ejercicios que movilice grandes grupos musculares y una modificación de ciertos hábitos de alimentación.
- La pérdida de peso obtenida con este procedimiento no tiene que sobrepasar 1 kg/semana.

- Para mantener un buen control del peso y unos niveles óptimos de grasa corporal, es necesario realizar regularmente ejercicios físicos y adoptar unos hábitos de alimentación correctos que puedan mantenerse toda la vida.

En lo que concierne al tipo de actividad, son preferibles las actividades aeróbicas de larga duración. Además, debido al exceso de peso, es recomendable escoger actividades de menor impacto osteoarticular, como andar, ir en bicicleta, nadar, remar, esquí de fondo o aeróbic de bajo impacto.

Tenemos que mencionar algunos errores muy comunes en las personas que quieren perder grasa con el ejercicio. Una de ellas es la utilización de plásticos, fajas o exceso de ropa para así incrementar la transpiración. Estos sistemas no aumentan la pérdida de grasa corporal y el peso perdido es principalmente líquido procedente del plasma sanguíneo, el cual se recupera cuando bebemos después del ejercicio. Estas prácticas, igual que las restricciones de agua, pueden producir una deshidratación, que supone una sobrecarga para el sistema cardiovascular y renal, pudiendo provocar hipertermias importantes muy peligrosas para la salud del practicante.

Diversos estudios dicen que la manera en que se distribuye la grasa en el organismo es un elemento importante en lo que concierne al riesgo de sufrir enfermedades. Parece que la incidencia de enfermedades cardiovasculares está muy ligada a la obesidad masculina (acumulación de grasa en la región abdominal). El riesgo aumenta drásticamente cuando el ratio abdomen/cadera aumenta por encima de 1 en hombres y de 0,8 en las mujeres.

Las mujeres almacenan más grasa en los muslos y las caderas, porque tienen más cantidad de la enzima lipoprotein lipasa y una menor actividad lipolítica en estas zonas.

Para conseguir reducciones de peso y grasa importantes, es necesario combinar un mayor nivel de actividad física con reducciones del aporte calórico. De esta manera estaríamos creando un moderado balance calórico negativo:

Ingesta energética < Gasto energético

Algunos estudios han comparado los efectos de la dieta o del ejercicio por separado o combinados, sobre la reducción de la grasa corporal. Aunque no todos los estudios han podido demostrar lo mismo, parece que la pérdida de peso provocada por dietas de restricción calórica extrema, en parte se debe a la reducción de la masa muscular, mientras que ésta se mantiene o aumenta ligeramente cuando se combina una dieta moderada con un programa de ejercicios físicos. En ambos casos, la pérdida de peso es muy parecida, pero la reducción de la grasa corporal es superior con el método combinado.

Lo que sí ha podido comprobarse es que aquellos bomberos que toman saunas y baños de vapor con cierta regularidad tienen mejores respuestas fisiológicas en trabajos a altas temperaturas (Gisolfi & Robinson, 1969; Pandolf, 1979; Piwonka & Robinson, 1967, Schuarts y col., 1972).

Cuando se trabaja en ambientes de gran hostilidad, aumentan tanto la necesidad de consumir oxígeno como la frecuencia cardíaca. Parece que una sudoración más rápida y uniforme sobre la piel permite mantener la temperatura corporal más baja, y por lo tanto trabajar en porcentajes de $VO_{2\text{máx}}$ y FC inferiores (Candas y col., 1979).



Fig. 4.6. Tomar saunas y baños de vapor contribuye a soportar mejor el trabajo en ambientes a altas temperaturas.

Como norma general para los programas de pérdida de peso, expondremos a continuación la postura del American College of Sports Medicine (1991):

- Las dietas que apuestan por una restricción severa del aporte calórico no tienen base científica y pueden ser peligrosas para la salud.
- Estos tipos de dietas producen grandes pérdidas de agua, de electrolitos, de minerales, de depósitos de glucógeno y de proteínas, mientras que la reducción de la grasa corporal es mínima.
- Restricciones menos drásticas del aporte calórico (500-1.000 kcal menos al día) producen pérdidas menores en el componente no graso y no implican un riesgo tan elevado de producir malnutrición.

Por último, también hay que desmentir la creencia de que puede perderse grasa de forma localizada si realizamos ejercicios en una zona concreta del cuerpo (por ejemplo, realizar abdominales para perder la grasa de la cintura). La reducción de la grasa corporal se produce de manera generalizada, y depende de factores ajenos al miembro o segmento corporal que movilizamos.

4.1.6. Métodos y sistemas de entrenamiento de la resistencia

En este apartado veremos los métodos y sistemas de entrenamiento más representativos para la mejora de la resistencia del bombero.

A) MÉTODO CONTINUO

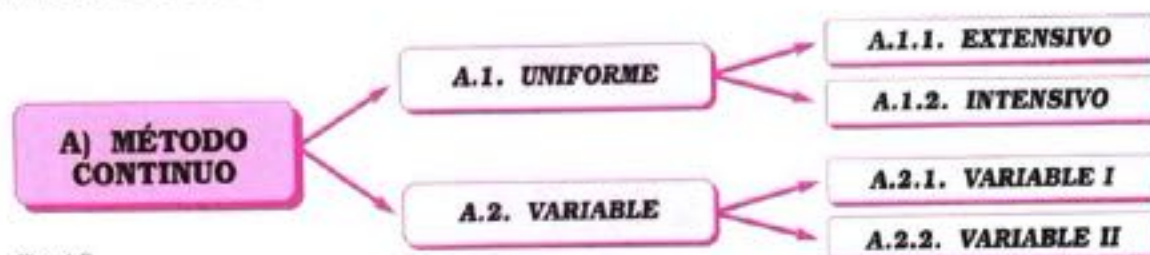


Fig. 4.7

La característica más destacable es que no hay tiempo de descanso, es decir, que es un trabajo repetitivo y sin intervalos de pausa que se mantiene durante un largo periodo de tiempo (normalmente superior a 30'). La intensidad del esfuerzo suele ser baja y el volumen de trabajo bastante grande. Se utiliza normalmente para mejorar la resistencia aeróbica. Ej: carrera continua.

Podemos afirmar que éste es un método de base imprescindible para poder afrontar otros sistemas de entrenamiento más exigentes. Es importante señalar también que este método favorece la prevención de patologías cardiovasculares, contribuyendo además a optimizar la vía lipídica (de las grasas).

A.1. Método continuo uniforme

Es recomendable para la mayoría de los deportes o actividades que requieran resistencia aeróbica, pero principalmente en acciones cíclicas en las cuales la duración es de 60" o más (transportar objetos hasta la zona de fuego, subir un cuarto piso, y por descontado fuego forestal, de industria, etc.).

Tal como hemos comentado, el volumen de trabajo es alto y no tiene interrupciones. El principal efecto es la mejora de la **capacidad aeróbica**.

A.1.1. Método continuo uniforme extensivo:

Objetivo	— Desarrollo de la resistencia de base y de larga duración.
Adaptaciones	— Mayor economía del rendimiento cardiovascular. — Mayor aprovechamiento del metabolismo lipídico. — Mantener y estabilizar el nivel aeróbico alcanzado. — Mejora la capacidad de recuperación después de un esfuerzo.
Intensidad del esfuerzo	— Corresponde a la zona entre el umbral aeróbico y el anaeróbico.
Tiempo de trabajo	Entre 30' y 2h* (al inicio 10 minutos y se aumenta progresivamente).
Repeticiones del esfuerzo	-----
Tiempo de recuperación	No hay recuperación.

* Es importante señalar que el hecho de trabajar dos horas puede parecer mucho tiempo; sin embargo, si pensamos en una excursión por la montaña a un ritmo vivo, es fácil incluso sobrepasar este tiempo.

Así pues, andar a un ritmo ligero ya puede ser suficiente para aquellos bomberos menos entrenados o con sobrepeso. Cuando se trata de correr, con 30'-45' es suficiente para disfrutar de los beneficios del entrenamiento.

A.1.2. Método continuo uniforme intensivo

Objetivo	— Se considera recomendable utilizarlo en el desarrollo de la resistencia de base y la resistencia de media y larga duración.
Adaptaciones	— Mejora el metabolismo del glucógeno. — Aumento del consumo máximo de oxígeno debido al incremento del número de capilares y la mejora del rendimiento cardíaco. — Se sostiene mejor una intensidad elevada en esfuerzos de larga duración. — Hipertrofia del músculo cardíaco. — Mejora de la capilarización de los músculos que participan en la actividad.
Intensidad del esfuerzo	Corresponde a la zona próxima al umbral anaeróbico.
Tiempo de trabajo	Entre 30' y 1 h (al inicio 10 minutos y se aumenta progresivamente).
Repeticiones del esfuerzo	-----
Tiempo de recuperación	No hay recuperación.

En este caso podemos decir, igualmente, que andar rápido (tan rápido como se pueda, pero sin correr), también asegura buenas adaptaciones de resistencia aeróbica para la mayoría de individuos. Únicamente los bomberos más entrenados necesitan una intensidad más alta (correr) para conseguir los beneficios.

A.2. Método continuo variable

Se caracteriza por los cambios de intensidad durante la duración total del entrenamiento. Estos cambios de intensidad pueden ser determinados por factores externos (como el perfil del terreno), o internos (voluntad del bombero).

Dentro de los métodos continuos, éste se considera un nivel más avanzado que el continuo uniforme, ya que estos cambios de intensidades crean adaptaciones más específicas sobre diferentes sistemas, que se apoyan en las adaptaciones creadas anteriormente sobre la capacidad aeróbica.

La duración de la carga durante el esfuerzo de mayor velocidad oscila entre 1 y 10, alternada con los esfuerzos moderados con una duración suficiente para permitir una ligera recuperación del organismo antes del siguiente incremento. Esta alternancia de intensidad facilita un elevado volumen de trabajo, con la consiguiente mejora de la capacidad cardiocirculatoria.

Según cuáles sean las condiciones en las cuales se marquen los cambios de intensidad y la duración de los periodos de mayor y menor intensidad, los efectos de los entrenamientos serán diferentes; teniendo en cuenta eso, distinguimos dos tipos de entrenamiento continuo variable:

A.2.1. Método continuo variable I

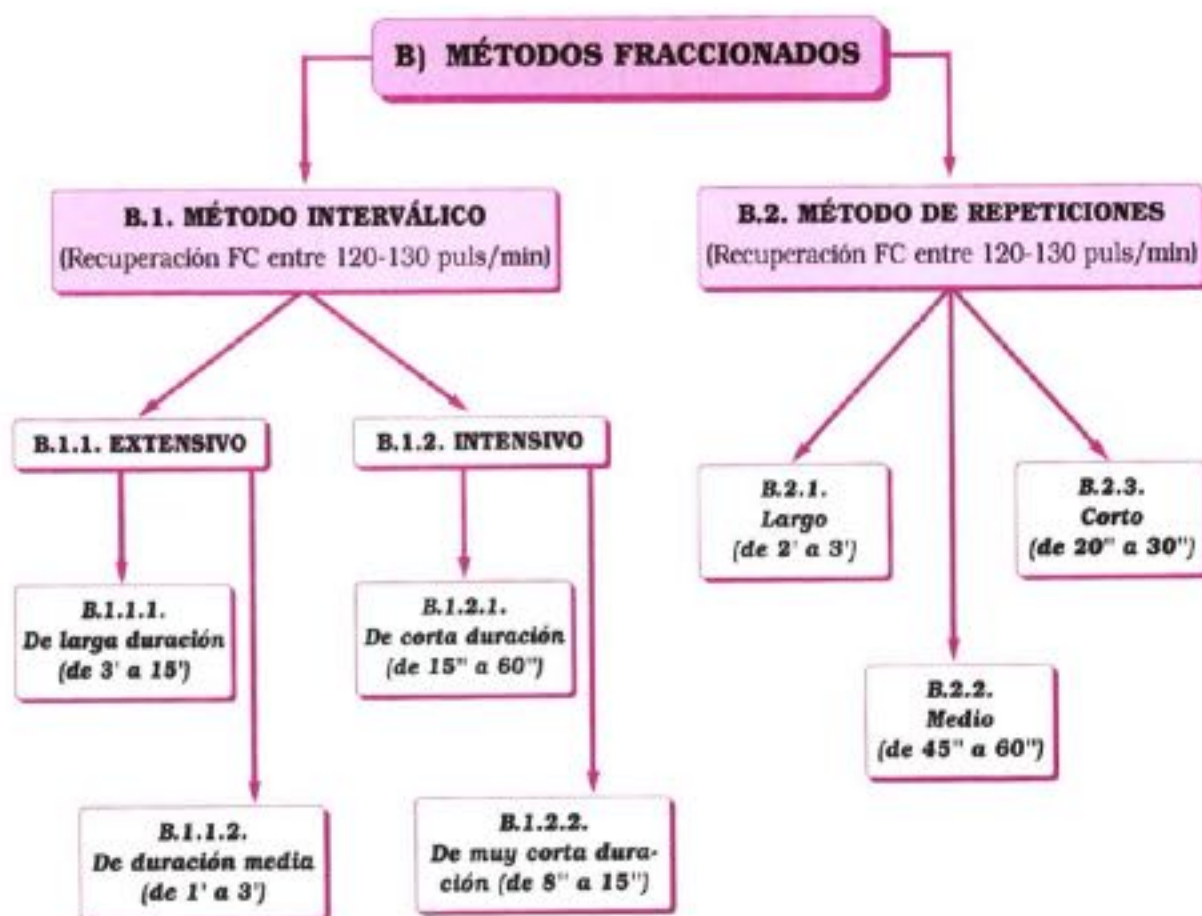
Objetivo	— Se considera recomendable utilizarlo en el desarrollo de la resistencia de base y la resistencia de media y de larga duración.
Adaptaciones	— Mejora el metabolismo del glucógeno. — Aumento del consumo máximo de oxígeno debido al incremento del número de capilares y a la mejora del rendimiento cardíaco. — Se aguanta mejor una intensidad elevada durante esfuerzos de larga duración. — Hipertrofia del músculo cardíaco. — Mejora de la capilarización de los músculos que participan en la actividad.
Intensidad del esfuerzo	Corresponde a la zona próxima al umbral anaeróbico.
Tiempo de trabajo	Entre 30'-1 h (al inicio 10 minutos y se aumenta progresivamente).
Repeticiones del esfuerzo	-----
Tiempo de recuperación	No hay recuperación.

A.2.2. Método continuo variable II

Objetivo	— Se considera recomendable utilizarlo en el desarrollo de la resistencia de base y la resistencia de corta, media y larga duración.
Adaptaciones	— Mejora el metabolismo del glucógeno. — Aumento del consumo máximo de oxígeno debido al incremento del número de capilares y la mejora del rendimiento cardíaco. — Se aguanta mejor una intensidad elevada en esfuerzos de larga duración. — Hipertrofia del músculo cardíaco. — Mejora de la capilarización de los músculos que participan en la actividad. — Mejora de la capacidad de utilización de los diferentes suministradores energéticos.
Intensidad del esfuerzo	Corresponde a la zona entre el umbral anaeróbico.
Tiempo de trabajo	Entre 30'-1 h con cambios de ritmo: 3'-5' período intenso, y superiores a 3 el menos intenso. (Estos tiempos son orientativos y en noveles podrán hacerse más cortos los periodos de esfuerzo y más largos los más ligeros)
Repeticiones del esfuerzo	-----
Tiempo de recuperación	No hay recuperación.

B) MÉTODOS FRACCIONADOS

Engloba todos los métodos de entrenamiento con intervalos de descanso.



B.1. Método interválico

Engloba todas las variantes de entrenamiento fraccionado en que no se llega a una recuperación completa entre las fases de carga y descanso. La duración de los descansos entre las repeticiones puede durar desde 10 segundos hasta unos cuantos minutos en función de la intensidad de la carga y el nivel de entrenamiento del bombero.

La duración del intervalo de descanso se calcula por medio de la frecuencia cardíaca. El criterio básico es que la frecuencia cardíaca se recupere hasta alcanzar las 120/130 pulsaciones por minuto.

Este método genera una ampliación del nivel funcional de los diferentes sistemas orgánicos, y facilita que el bombero se acostumbre a tolerar los esfuerzos que exigen sensaciones incómodas.

En función de la intensidad de la carga se distinguen: el método interválico extensivo y el método interválico intensivo; y según la duración de la carga, puede considerarse: interválico corto (cargas de 15 a 60 segundos); el interválico medio (cargas de 1 a 3 minutos), y el interválico largo (cargas de 3 a 15 minutos). Combinando estos métodos obtenemos diferentes variantes.

Variantes del método interválico:

B.1.1.1. Método interválico extensivo de larga duración

Objetivo	— Desarrollar la resistencia de media y de larga duración.
Adaptaciones	— Mejora la capacidad aeróbica por medio del incremento del consumo máximo de oxígeno. — Mejora del umbral anaeróbico. — Mejora de la economía del metabolismo del glucógeno.
Intensidad del esfuerzo	Entre el 75-80% del máximo.
Tiempo de trabajo	Entre 3 y 15 minutos.
Repeticiones del esfuerzo	Entre 6-10 repeticiones.
Tiempo de recuperación	Cuando la frecuencia cardíaca está entre 120-130 puls/min.

B.1.1.2. Método interválico extensivo de duración media

Objetivo	— Desarrollar la resistencia de media y de larga duración.
Adaptaciones	— Mejora de la capacidad aeróbica por medio del incremento del consumo máximo de oxígeno. — Mejora de la tolerancia y la eliminación del lactato.
Intensidad del esfuerzo	Entre el 70-80% del máximo.
Tiempo de trabajo	Entre 1 y 3 minutos.
Repeticiones del esfuerzo	Entre 12 y 16 repeticiones.
Tiempo de recuperación	Cuando la frecuencia cardíaca está entre 120-130 puls/min.

B.1.2.1. Método interválico intensivo de corta duración

Objetivo	— Desarrollar la resistencia de corta y de media duración.
Adaptaciones	— Mejora de la potencia anaeróbica láctica, por medio del incremento del ritmo de producción de lactato. — Mejora de la capacidad anaeróbica por medio de una mejora de la tolerancia al lactato. — Aumento de la capacidad aeróbica por medio del incremento del consumo máximo de oxígeno.
Intensidad del esfuerzo	Entre el 90-95% del máximo.
Tiempo de trabajo	Entre 15 y 60 segundos.
Repeticiones del esfuerzo	Entre 3 y 4 repeticiones por serie, y entre 3 y 4 series. (total entre 9-12 repeticiones).
Tiempo de recuperación	Cuando la frecuencia cardíaca está entre 120-130 puls/min.

B.1.2.2. Método interválico intensivo de muy corta duración

Objetivo	— Desarrollar la resistencia de corta y de media duración.
Adaptaciones	— Mejora de la potencia anaeróbica láctica, por medio del incremento del ritmo de producción de lactato. — Mejora de la capacidad anaeróbica aláctica. — Mejora de la vía energética aeróbica. — Método recomendable para desarrollar la resistencia de base y la resistencia de corta duración. Muy apropiado para utilizarlo en forma de circuitos.
Intensidad del esfuerzo	Entre el 90-100% del máximo.
Tiempo de trabajo	Entre 8 y 15 segundos
Repeticiones del esfuerzo	Entre 3 y 4 repeticiones por serie, y entre 6 y 8 series. (total entre 9-32 repeticiones).
Tiempo de recuperación	Cuando la frecuencia cardiaca está entre 120-130 puls/min.

B.2. Método de repeticiones

Utiliza distancias más cortas o más largas que las de competición (en el deporte), o los tiempos de trabajo necesarios para resolver diferentes intervenciones como por ejemplo subir a un tercer piso rápidamente, correr para suministrar material a la zona de fuego (diferentes distancias se traducen en diferentes tiempos de trabajo), etc.

Estas repeticiones cortas desarrollan el componente anaeróbico, ya que el bombero trabaja con déficit de oxígeno. Es conveniente que la intensidad de estas repeticiones sea ligeramente superior al tiempo real que se necesita para hacer la intervención concreta del bombero.

El volumen total aproximado es de 4-8 repeticiones la distancia de la tarea, con un descanso de entre 5 y 10 minutos, dependiendo de la distancia y la intensidad.

En este caso, el tiempo de recuperación entre repeticiones es grande, ya que tiene que permitirse una recuperación completa a fin de que todos los sistemas funcionales implicados vuelvan prácticamente a su estado de reposo. Una referencia de este estado de recuperación es la frecuencia cardiaca; cuando ésta se sitúa por debajo de las 100 pulsaciones/minuto es el momento de iniciar la siguiente repetición.

En función de la carga o distancia encontramos tres variantes de este método:

B.2.1. Método de repeticiones largo

Objetivo	— Desarrollar la resistencia de base, de corta, media y larga duración.
Adaptaciones	— Las mejoras se producen sobre todo en la vía mixta (aeróbica-anaeróbica). — Mejora de la potencia aeróbica gracias al aumento del consumo máximo de oxígeno. — Mejora la tolerancia al lactato y, por lo tanto, la capacidad anaeróbica-láctica.
Intensidad del esfuerzo	Ligeramente por debajo de la máxima velocidad de ejecución (90%).
Tiempo de trabajo	Entre 2 y 3 minutos.
Repeticiones del esfuerzo	Entre 3 y 5 repeticiones.
Tiempo de recuperación	Entre 10 y 12 minutos.

B.2.2. Método de repeticiones medio

Objetivo	Desarrollar la resistencia de corta duración.
Adaptaciones	— Mejora de la vía anaeróbica-láctica. — Mejora de la potencia anaeróbica-láctica, por medio de una mejora de la tolerancia al lactato.
Intensidad del esfuerzo	Ligeramente por debajo de la máxima velocidad de ejecución (95%)
Tiempo de trabajo	Entre 45 y 60 segundos.
Repeticiones del esfuerzo	Entre 4 y 6 repeticiones.
Tiempo de recuperación	Entre 8 y 10 minutos.

B.2.3. Método de repeticiones corto

Objetivo	Desarrollar la resistencia de corta duración.
Adaptaciones	— Mejora de la vía energética anaeróbica aláctica. — Mejora de la capacidad anaeróbica-aláctica. — Mejora de la potencia anaeróbica-láctica.
Intensidad del esfuerzo	A la máxima velocidad de ejecución.
Tiempo de trabajo	Entre 20 y 30 segundos.
Repeticiones del esfuerzo	Entre 6 y 10 repeticiones.
Tiempo de recuperación	Entre 6 y 8 minutos.

4.2. La fuerza

4.2.1. Definición y clasificación de la fuerza

Cuando hablamos de fuerza hacemos referencia a **«la capacidad que uno tiene de generar tensión intramuscular»**.

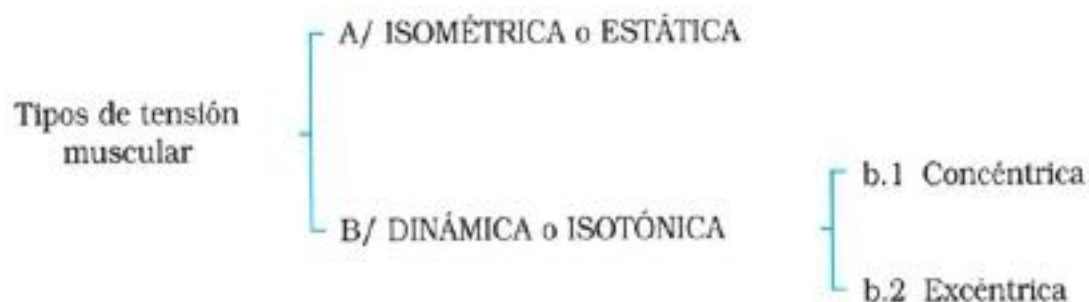
Desde un punto de vista neurofisiológico no son completamente correctas aquellas definiciones que hablan de la Fuerza como «la facultad de vencer una resistencia», ya que ésta es sólo una posibilidad de tipo de trabajo muscular. Precisamente en acciones donde no puede vencerse una resistencia, es donde pueden crearse tensiones musculares más elevadas.

Aunque la primera definición dada es la que nos será más útil en el estudio de este trabajo, no está de más recordar que la fuerza es, desde el punto de vista mecánico, «toda causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo». Como toda magnitud vectorial, tiene una intensidad, dirección y sentido, y viene formulada por la segunda ley de Newton: $F = m \cdot a$; como ya hemos comentado, la unidad fundamental es el newton, equivalente a la fuerza que se necesita para acelerar 1m/s una masa de un kg en 1 s. También suele utilizarse el kilopondio, que equivale a 9,81 N.

Para conocer la actividad muscular del bombero, hace falta clasificar primeramente la fuerza en función de los diferentes modelos de tensión.

Clasificación según el tipo de tensión muscular

Esta clasificación hace referencia a las variaciones de longitud externa que experimenta el músculo en sus múltiples posibilidades de trabajo (consultar capítulo 1, p. 27 de este manual):



A/ Tensión ISOMÉTRICA o ESTÁTICA. Define aquellas tensiones intramusculares en que no varía la longitud externa, es decir, entre el puntos de origen y de inserción del músculo (Iso = igual, Métrica = medida).

Este tipo de trabajo es muy común en diferentes técnicas de extinción de fuego; en el siguiente dibujo vemos un ejemplo.



Fig. 4.9. Cuando mantenemos una posición estática contra una resistencia, se trata de tensiones isométricas



Fig. 4.10. Cuando mantenemos una posición dinámica contra una resistencia, se trata de tensiones isotónicas

B/ Las tensiones **DINÁMICAS** o **ISOTÓNICAS** se refieren a aquellos trabajos musculares en los cuales hay una variación de la longitud externa del músculo. Se dividen en concéntricas y excéntricas.

b1 Isotónicas o dinámicas CONCÉNTRICAS

Las tensiones dinámicas concéntricas se refieren a aquellos tipos de tensiones intramusculares en las cuales la longitud total del músculo disminuye.

b2 Isotónicas o dinámicas EXCÉNTRICAS

En las tensiones isotónicas excéntricas la longitud del músculo aumenta.

b3 Cuando se combinan las diferentes contracciones musculares isométricas y dinámicas, se originan trabajos llamados **MIXTOS** o **AUXOTÓNICOS**. De hecho, tanto en las actividades de la vida cotidiana como en el desarrollo de las tareas de los bomberos se mezclan los diferentes tipos de tensión.

Clasificación de la fuerza según su manifestación

Si la última clasificación nos permite conocer el tipo de tensión ante un trabajo en función de la variación de la longitud externa del músculo, su manifestación nos permite diferenciar el trabajo muscular en función de los niveles de tensión intramuscular y de la velocidad de ejecución de los movimientos.

Así tenemos:

Fuerza máxima

Fuerza relativa

Fuerza explosiva

Resistencia a la fuerza

FUERZA MÁXIMA

Es la carga que un individuo es capaz de movilizar una vez, independientemente del tiempo que necesite para hacerlo.

Los tests que nos permiten conocer la fuerza máxima suelen ser ejecutados con trabajos dinámicos concéntricos, y suelen representarse como el 100% de 1 RM (1 RM = una repetición máxima). Hay que mencionar, sin embargo, que las tensiones intramusculares son superiores ante trabajos isométricos y excéntricos.

Aunque estamos hablando de fuerza máxima, se sabe que en situaciones de extrema motivación, como puede ser defender la propia vida, pueden llegar a generarse niveles de tensión de fuerza superiores a los máximos. Este tipo de fuerza se llama *absoluta*. Como estos tipos de tensiones no pueden generarse a voluntad, en el entrenamiento la fuerza máxima es nuestro valor de referencia.



Fig. 4.11. En determinadas situaciones, los bomberos tienen que estar preparados para generar tensiones máximas.

Es muy importante que el bombero mantenga un nivel de fuerza máxima elevado, ya que le permite afrontar muchas de las tareas de su trabajo con un esfuerzo relativo menor. Así por ejemplo, en la acción de extricación de un vehículo, a mayor fuerza máxima de los flexores de codo, pectoral y deltoides, mayor facilidad para desarrollar la tarea.

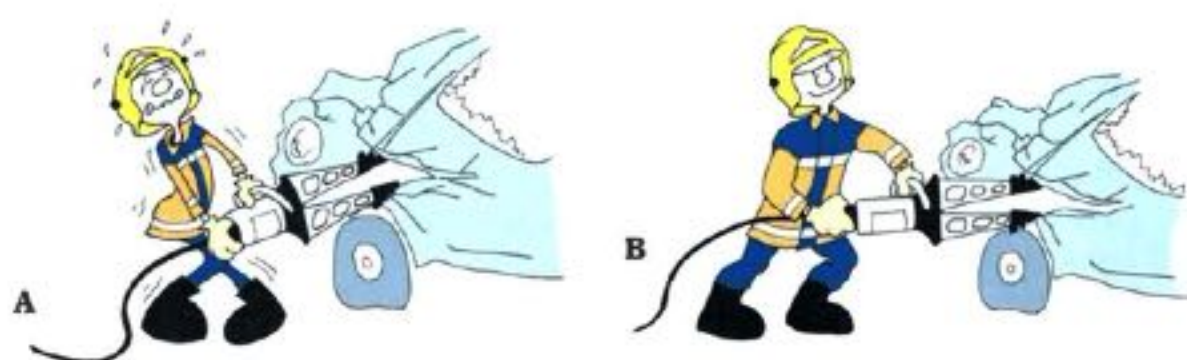


Fig. 4.12. Los bomberos que tienen unos niveles de fuerza elevados tienen que hacer un esfuerzo relativo menor para una misma tarea. Mientras que el bombero **A** tiene poca fuerza máxima en los músculos que participan en esta acción, el **B** tiene altos niveles de fuerza máxima, y por tanto el esfuerzo en una misma tarea es menor.

FUERZA RELATIVA

Es el cociente entre la fuerza máxima y el peso del individuo.

Aunque hemos comentado que es interesante la mejora de la fuerza máxima, cabe decir que ésta habría de conseguirse sin un aumento significativo del peso corporal, ya que este factor es clave para poder afrontar con facilidad todas aquellas acciones donde tenemos que aguantar el propio peso corporal (subir un árbol, quedarse colgados de una escalera...).

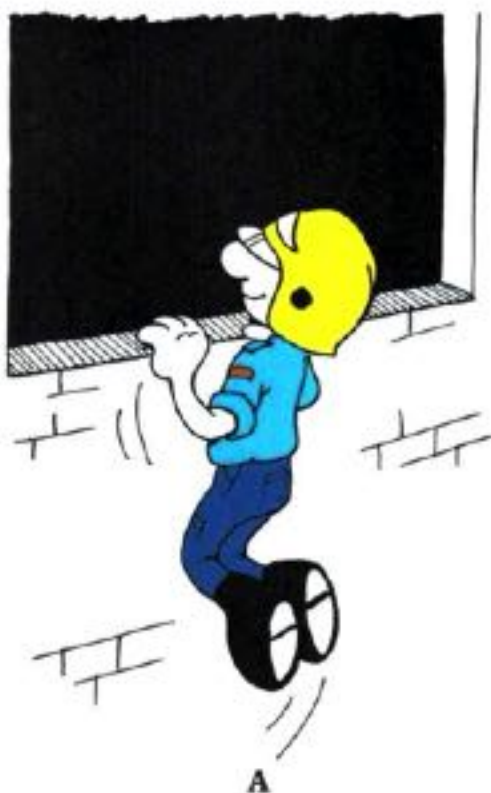


Fig. 4.13. El bombero A tiene una fuerza de 85 kg y un peso corporal de 75 kg



Fig. 4.14. El bombero B tiene una fuerza de 90 kg y un peso de 105 kg

Aunque el bombero A tiene menos fuerza máxima que el B, el cociente entre la fuerza máxima y el peso corporal le es favorable

FUERZA EXPLOSIVA

La fuerza explosiva **es la capacidad que el sistema neuromuscular tiene para superar resistencias en el menor tiempo posible.**

Si bien es cierto que en el mundo del deporte de alta competición es necesario subclasificar esta manifestación de fuerza en diferentes subfases (fuerza inicial, fuerza de aceleración, fuerza explosiva máxima), y en diferentes tipos de tensión (tónico-explosiva, elástico-explosiva, etc...) en lo que concierne a las necesidades de fuerza explosiva en los bomberos, es suficiente la definición general dada.

Así podemos afirmar que esta manifestación de fuerza no es trascendente para el normal desarrollo de las tareas del Bombero, y por tanto no es necesario trabajarla de forma específica.

RESISTENCIA A LA FUERZA

Se refiere a **la capacidad que tiene el organismo de resistir a la fatiga en las diferentes manifestaciones de fuerza.**

Aunque muchos la llaman fuerza resistencia, ésta no es realmente una manifestación de fuerza en sí misma. La resistencia a la fuerza hace referencia a la capacidad de prolongar un esfuerzo ante una manifestación concreta de fuerza. Es decir, si hacemos un trabajo explosivo y tenemos que repetirlo muchas veces, lo que estaremos haciendo es trabajar la resistencia a la fuerza explosiva. Podríamos referirnos, sin embargo, a la resistencia muscular como un componente importante de fuerza-salud.

4.2.2. Objetivos y beneficios del entrenamiento de la fuerza

El entrenamiento de la fuerza tiene que permitirnos alcanzar tres objetivos:

- Rendir con eficacia en todas aquellas tareas que requieran esfuerzos máximos o sub-máximos.
- Prevenir el riesgo de sufrir daños en la espalda u otras patologías por causa de desequilibrios musculares.
- Recuperarnos más rápidamente entre las fases de esfuerzo.

Beneficios para ellas...			
... sistema músculo-esquelético	... articulaciones	... metabolismo	... sistema neuromuscular y sistema cognitivo
• Refuerza los ligamentos y tendones. • Mejora la capacidad de movimiento. • Previene lesiones musculares y tendinosas. • Incrementa la masa muscular y la fuerza. • Incrementa la densidad ósea. • Reduce el riesgo de sufrir fracturas asociadas. • Permite desarrollar con eficacia las diferentes técnicas de trabajo y deportivas. • Evita y corrige desequilibrios posturales. • Evita la pérdida de masa muscular como consecuencia de la edad. • Acelera el proceso de recuperación y readaptación post-lesión.	• Estimula la lubricación articular. • Atenúa las enfermedades degenerativas. • Evita rigideces y retracciones articulares, retrasando la calcificación del tejido conectivo. • Mejora la estabilidad articular. • Reduce el riesgo de lesiones.	• Incrementa el metabolismo basal. • Contribuye a reducir la grasa corporal. • Reduce el colesterol y las otras grasas sanguíneas. • Mejora el metabolismo de la glucosa. • Mejora el metabolismo muscular en general. • Contribuye a reducir la presión arterial.	• Desarrolla la conciencia del propio cuerpo (percepción cinestésica, mecanismos propioceptores). • Reduce el estrés. • Mejora la coordinación y el aprendizaje de los esquemas motores. • Mejora el bienestar psíquico. • Mejora la aptitud física. • Permite introducir buenos hábitos para la mejor movilización de cargas en las actividades de la vida diaria. • Reduce la tensión emocional y la ansiedad.

4.2.3. Requerimientos de fuerza en la actividad del bombero

En el análisis de las diferentes tareas del bombero pueden observarse altos requerimientos de fuerza (Doolittle, 1979; Lemon y Hermiston, 1979), tanto a nivel de tren inferior como superior (Cady y col., 1979), (CAR 1999).

Estas necesidades de fuerza podemos resumirlas en tres tipos de actividades:

- Levantar y transportar objetos, como por ejemplo, herramientas pesadas, mangueras, bombonas de diferentes materiales, transportar a víctimas...
- Empujar, estirar o arrastrar objetos, como por ejemplo, desplegar escaleras, izar objetos por medio de cuerdas, arrastrar muebles y objetos del lugar del siniestro, etc..
- Trabajar con objetos delante del cuerpo, como por ejemplo, extricación de vehículos con las pinzas, bajar la escalera del camión, etc..



Fig. 4.15. La fuerza en la actividad del bombero

Diferentes acciones que requieren fuerza

Asimismo, cada una de estas acciones implican diferentes manifestaciones de fuerza. En el cuadro siguiente podemos ver algunos ejemplos:

Levantar y transportar objetos	Empujar, estirar o arrastrar objetos	Trabajar con objetos delante del cuerpo
Transportar a víctimas	Desplegar escaleras	Extricación de vehículos con el «equipo de rescate hidráulico»

Requerimientos de fuerza según el tipo de tarea

Así pues, las necesidades de fuerza y resistencia a la fuerza pueden ser intensas, tanto en tren superior como en tren inferior (Cady, 1979, Gledhill & Jamnik, 1992, CAR

Tipo de manifestación de fuerza	Definición	Ejemplo de tareas
FUERZA MÁXIMA o submáxima	Capacidad para generar tensiones máximas (o submáximas)	Mover un objeto pesado, transportar a una víctima
FUERZA RELATIVA	La fuerza del bombero dividida por su peso	Subir una cuerda, aguantar el peso del cuerpo con los brazos colgado en una escalera
FUERZA EXPLOSIVA	Capacidad de vencer una resistencia en el menor tiempo posible	Saltar un obstáculo, lanzar un objeto fuera de la zona de fuego
RESISTENCIA A LA FUERZA	Capacidad de resistir a la fatiga ante cualquier manifestación de fuerza	Cualquiera de los ejemplos anteriores mantenidos en el tiempo

1999). Diferentes estudios muestran, sin embargo, que las demandas relativas son muy elevadas a nivel de hombros y espalda (Tønnes y col., 1982, 1984).

En este sentido se ha establecido una correlación directa entre la mejora de la capacidad física de fuerza y la disminución de problemáticas relacionadas con la espalda (Cady, 1979).

Un aspecto controvertido de esta capacidad la encontramos al hablar de la población femenina. Las mujeres dan valores medios bastante inferiores a los hombres, tanto de tren superior como inferior (Hoffman y col., 1979). Lo mismo pasa con los tests de resistencia muscular (Clarke, 1986).

Las razones que llevan a éstas diferencias son básicamente de tipo hormonal, es decir, mayor segregación de testosterona por parte del sexo masculino. Esta hormona es, en gran parte, responsable de la mayor creación de músculo y hueso en el hombre.

Esta evidencia, sin embargo, no condiciona el normal desarrollo de las tareas de su profesión, ya que las diferencias las encontramos en los niveles máximos de fuerza que pueden generarse, pero no en los niveles óptimos de fuerza que se requieren para desarrollar su trabajo. Así, las mujeres que mantienen un buen nivel de condición física, muestran valores medios comparables a los hombres en las necesidades de fuerza requeridas (Misner y col., 1989).

En otro sentido podemos decir que se ha comprobado que al hecho de fumar no afecta al rendimiento de aquellas tareas que dependen fundamentalmente de la fuerza; sin embargo, si en el de aquéllas en que hay un desplazamiento del cuerpo y, por lo tanto, se involucra la resistencia (Fowler, 1989). No creemos necesario comentar los perjuicios del tabaco en la salud.

Finalmente, no podemos olvidar que **el trabajo de fuerza tiene, ante todo, la función de prevenir lesiones y mejorar la calidad de vida de los bomberos. Este esfuerzo por mejorar la salud supondrá inevitablemente una mejora del rendimiento del bombero.**

4.2.4. Recomendaciones prácticas

La propuesta que hacemos a continuación

CONSIDERACIONES PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA

Siguiendo las recomendaciones hechas por el American College of Sports Medicine (1992) para la promoción de la salud, los programas de fitness muscular tendrían que reunir las siguientes características:

- Intensidad:** La que corresponde al 65%-85% aproximadamente de la fuerza máxima (70% como valor medio). Esta referencia es poco válida por la dificultad que supone conocer qué carga representa esta intensidad de trabajo para cada uno de los ejercicios a realizar. Afortunadamente las repeticiones musculares que se hacen hasta el fallo o próximas a éste, nos dan una referencia válida de la intensidad máxima de trabajo.
- Repeticiones:** Entre 8-12 próximas al fallo muscular. Tal como hemos explicado, son las repeticiones las que nos marcarán la intensidad del ejercicio. También es necesario llegar a las 20-25 repeticiones al fallo muscular con el objetivo de mejorar la resistencia muscular, muy solicitada en el desarrollo de su trabajo.
- Series:** Se considera ideal entre 2-3 series por ejercicio.

- d) **Tiempo de pausa entre series (TP):** Aproximadamente 1'30". También nos sirve de referencia pensar que tiene que ser el tiempo mínimo necesario para poder volver a movilizar la misma carga con las mismas repeticiones o dos menos.
- e) **Número de ejercicios:** Entre 8-10 ejercicios.
- f) **Músculos implicados:** Implica grandes grupos musculares.
- g) **Frecuencia:** De 2 a 3 días a la semana; si puede ser, alternos.

Aunque estas recomendaciones pueden ser muy útiles para la elaboración de programas de ejercicio físico, no podemos olvidar que algunos estudios parecen indicar que es posible conseguir buenas adaptaciones, con niveles de entrenamiento ligeramente inferiores. Por ejemplo, en relación con el número de series se ha demostrado que no hay diferencias significativas entre realizar 1 serie o bien 2-3. Cuando el tiempo disponible para entrenar sea el argumento para no entrenar («la excusa»), disminuyendo este parámetro acortaremos el tiempo de trabajo de la sesión.

		Adaptación previa de 4-8 semanas para desentrenados
Intensidad	Aprox. 70% (65-85%) (para el desarrollo de la fuerza) 40-65% (para resistencia muscular)	Inferior al 70% (50-60%)
Repeticiones	8-12 (para el trabajo de fuerza) 20-30 (resistencia muscular)	15-18 (para el trabajo de fuerza) 20-25 (con la sensación de poder realizar 5-10 más)
Series	1 (ideal 2-3)	Ídem
Tiempo de pausa	90" (tiempo mínimo de pausa necesario para poder realizar las mismas repeticiones o 2 menos)	Ídem
Ejercicios	8-12	Ídem
Velocidad de ejecución	Media controlada	Ídem
Frecuencia semanal	2-3	Ídem

Resumen de una propuesta de entrenamiento de fuerza que garantiza adaptaciones generales de fuerza que permitan mantenerse en forma y desarrollar la tarea de los bomberos con eficacia (L. Pollock, D. de Hoyos; 1998, modificado por F. Cos).

Consideraciones prácticas en el entrenamiento de la fuerza

- Hay que tener claros cuáles son los objetivos que queremos conseguir.
- Si te inicias en un programa de fuerza después de mucho tiempo de inactividad, hay que trabajar con cargas que puedas mover al menos 15 veces.
- No hay que olvidar un buen calentamiento de la musculatura que entrenaremos.
- Entre dos y tres veces por semana es una frecuencia adecuada.
- Es preferible trabajar en días alternos, dejando 48 horas de recuperación entre entrenamientos.
- Hay que trabajar de forma simétrica evitando desequilibrios musculares.

- Hay que trabajar siempre agonistas y antagonistas. Es decir, si trabajo pectoral, también tengo que trabajar la musculatura de la parte alta de la espalda que realiza la función contraria.
- Hay que hacer ejercicios que trabajen la musculatura fásica (ver el apartado de flexibilidad: 4.3.3. *Tipos de músculos esqueléticos y flexibilidad*).
- Hay que hacer ejercicios de estiramiento al final de la sesión de fuerza y, si se quiere, también entre series.
- No retener nunca la respiración. Espirar hacia el final del levantamiento, inspirar antes de iniciarlo.
- Asegurar una correcta ejecución de los ejercicios.
- Si trabajamos con pesos importantes, hay que controlar la velocidad de retorno del peso.

En el póster del bombero forzado del capítulo 5, encontraremos una propuesta de ejercicios que permite trabajar la globalidad del cuerpo de forma sinérgica.

4.2.5. *Métodos y sistemas de entrenamiento de la fuerza*

En este apartado veremos los métodos y sistemas de entrenamiento más representativos para mejorar de la fuerza del bombero.

El entrenamiento de la fuerza tiene que permitir al bombero rendir eficientemente ante esfuerzos máximos o submáximos (apartar muebles de la zona de fuego, rescatar una víctima, etc.) y, al mismo tiempo, rendir ante esfuerzos repetidos de diferente intensidad (trabajar largo rato con el «equipo de rescate hidráulico», descargar material del camión, etc.). Por ello hace falta **mejorar, por una parte, la fuerza máxima y, por otra, la resistencia a la fuerza a diferentes intensidades.**

Es conveniente señalar que muchos de estos métodos son muy intensos, y por lo tanto hace falta haber creado previamente adaptaciones en el sistema musculoesquelético. En este sentido, en el apartado de recomendaciones prácticas (4.2.4.) se hace, además de una propuesta de entrenamiento concreta, una propuesta de trabajo para crear estas adaptaciones indispensables.

Para cada uno de los métodos daremos algunas recomendaciones con el fin de que las adaptaciones que se produzcan se ajusten al máximo a las necesidades de los bomberos.

A) **MÉTODOS DE ESFUERZOS MÁXIMOS**

La mejora de la fuerza máxima se produce básicamente gracias a dos factores. Por una parte, a factores nerviosos (aumento de fibras, sincronización y frecuencia); y, por otro lado, al aumento de la masa muscular (hipertrofia del componente contráctil).

Cuando se entrena a altas intensidades, con un tiempo de recuperación alto y pocas series, las adaptaciones se producen sobre todo a raíz de factores nerviosos. Por otra parte, el trabajo a intensidades submáximas, con recuperaciones incompletas y repeticiones hasta el fallo muscular, las mejoras de fuerza máxima se consiguen en gran parte por el aumento de la sección transversal del músculo (hipertrofia sarcomérica).

Hacemos una breve descripción de las variables más importantes respecto a diferentes entrenamientos de esfuerzos máximos; cabe decir, sin embargo, que en ninguno de los ejemplos que se proponen a continuación están incluidas ni las series ni las repeticiones de calentamiento.

Intensidades máximas I y II

Consiste en trabajar con cargas de alta intensidad (85-100%), con pocas series y repeticiones. Las intensidades pueden ser superiores al 100% cuando se trabaja con tensiones excéntricas.

La intensidad prevalece sobre el volumen, por lo que no se recomienda a novatos.

Intensidad máxima I

Intensidad	90-100%
Repeticiones	1-3
Series	4-8
Tiempo de pausa	3-5 minutos
Velocidad de ejecución	Máxima posible? [*] (media, controlada)
Carácter del esfuerzo	Máximas repeticiones por serie o una menos

^{*} La velocidad de ejecución «máxima» nos ayuda a mejorar el Índice Máximo de Fuerza (IMF), es decir, la capacidad de generar un nivel de tensión determinado en el menor tiempo posible. Esta adaptación de fuerza no es imprescindible para el desarrollo del trabajo del bombero, y por ello recomendamos trabajar a velocidad media o controlada con el fin de disminuir el riesgo de lesión. La mejora de la fuerza máxima en sí misma ya crea adaptaciones suficientes de fuerza explosiva.

Beneficios:

- mejora de la fuerza máxima;
- mejora de la coordinación intramuscular;
- permite ganar fuerza con un bajo volumen de trabajo;
- mejora de la fuerza explosiva y el IMF (sobre todo cuando se trabaja a máxima velocidad).

Intensidad máxima II

Intensidad	85-90%
Repeticiones	3-5
Series	4-5
Tiempo de pausa	3-5 minutos
Velocidad de ejecución	Máxima posible? [*] (media, controlada)
Carácter del esfuerzo	Máximas repeticiones por serie o una menos

Beneficios:

- mejora de la fuerza máxima (menos acentuada);
- mejora de la coordinación intramuscular (menos acentuada);
- permite ganar fuerza con un bajo volumen de trabajo;
- mejora de la fuerza explosiva y el IMF (sobre todo cuando se trabaja a máxima velocidad).

B) MÉTODO DE REPETICIONES

Consiste en trabajar con cargas que puedan ser movilizadas entre 6 y 12 repeticiones hasta el fallo muscular, es decir, que en la última repetición el músculo llegue a un estado de fatiga que no le sea posible hacer ninguna otra repetición en aquella serie.

Al trabajar a intensidades submáximas este método, crea menos adaptaciones a nivel neuromuscular, y por contra se consiguen mejoras de la fuerza máxima gracias a la hipertrofia de las fibras musculares. Pero para que esta hipertrofia sea funcional ha de producirse básicamente sobre la proteína contráctil (hipertrofia sarcomérica); por este motivo parece que pueden ser suficientes entrenamientos de unas 12 semanas en este sentido. Posteriormente, sería un buen momento para introducir otros métodos y sistemas, que eviten el estancamiento y permitan seguir creando nuevas adaptaciones.

De los tres métodos que presentamos a continuación, el de repeticiones II es considerado óptimo para aumentar la sección transversal muscular.

De repeticiones I

Intensidad	80-85%
Repeticiones	5-7
Series	3-5
Tiempo de pausa	3-5 minutos
Ejercicios por músculo	3 aproximadamente
Velocidad de ejecución	(media, controlada) o máxima posible*
Carácter del esfuerzo	Máximas repeticiones por serie o más con ayuda de un compañero

Beneficios:

- mejora de la fuerza máxima;
- hipertrofia media.
- mejora menos importante de la coordinación intramuscular que en los métodos de tensiones máximas.
- permite ganar fuerza con un volumen de trabajo medio.

Atención: No indicado para noveles

De repeticiones II

Intensidad	70-80%
Repeticiones	6-12
Series	3-5
Tiempo de pausa	2-5 minutos
Ejercicios por músculo	3 aproximadamente
Velocidad de ejecución	(media, controlada) o máxima posible*
Carácter del esfuerzo	Máximas repeticiones por serie o más con ayuda de un compañero

Beneficios:

- mejora de la fuerza máxima por aumento de la hipertrofia.
- hipertrofia máxima;
- mejora poco importante de la coordinación intramuscular.
- permite ganar fuerza con un volumen de trabajo muy alto.

Atención: No indicado para noveles

De repeticiones III

Intensidad	60-75%
Repeticiones	6-12
Series	3-5
Tiempo de pausa	2-5 minutos
Ejercicios por músculo	3 aproximadamente
Velocidad de ejecución	(media, controlada) o máxima posible*
Carácter del esfuerzo	No se llega a las máximas repeticiones por serie (de 3-6 posibles)

Beneficios:

- ligera mejora de la fuerza máxima;
- hipertrofia media baja;
- mejora poco importante de la coordinación intramuscular.
- sirve como entrenamiento de base para crear las primeras adaptaciones a las diferentes manifestaciones de fuerza.

Atención: Indicado para noveles cuando no se llega al fallo muscular.

C) MÉTODO DE ESFUERZOS DINÁMICOS

Consiste en movilizar cargas de intensidad variable (30-70% de 1 RM) a máxima velocidad. Las repeticiones pueden llegar hasta 15 y las series también. Este método, que pretende mejorar la fuerza explosiva, es decir, crear tensiones en el menor tiempo posible, no es representativo de las manifestaciones de fuerza que necesita el bombero y, por lo tanto, no lo consideramos prioritario.

D) MÉTODO DE PIRÁMIDE

Consiste en realizar, en una misma sesión, series de diferentes intensidades y con un diferente número de repeticiones.

Este método puede tener un doble objetivo: si realizamos las repeticiones hasta el fallo muscular en la base de la pirámide, lo que conseguimos es un aumento de la fuerza básicamente para la hipertrofia. Si, por contra, las repeticiones en la base de la pirámi-

de no van hasta el fallo muscular, el estrés recaerá en el vértice de la pirámide y, en consecuencia, las ganancias de fuerza máxima se deberán básicamente a factores nerviosos.

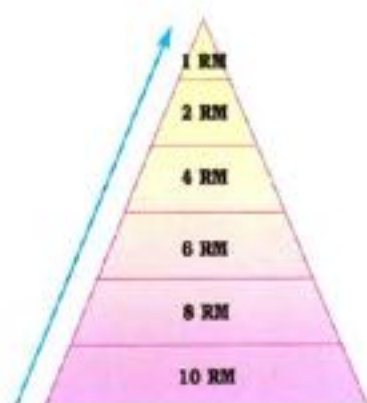


Fig. 4.16. Ejemplo de pirámide ascendente

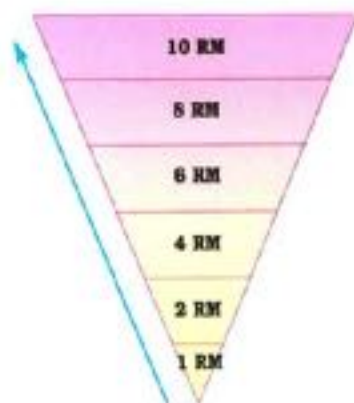


Fig. 4.17. Ejemplo de pirámide descendente

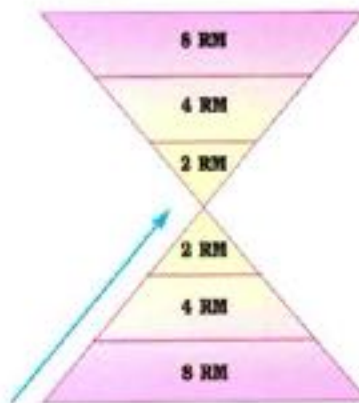


Fig. 4.18. Ejemplo de doble pirámide

Otra variante es la pirámide plana, que permite incidir más directamente sobre una manifestación de fuerza concreta en función de la intensidad. Por ejemplo, para ganar fuerza máxima realizaremos un número considerable de series con una alta intensidad.

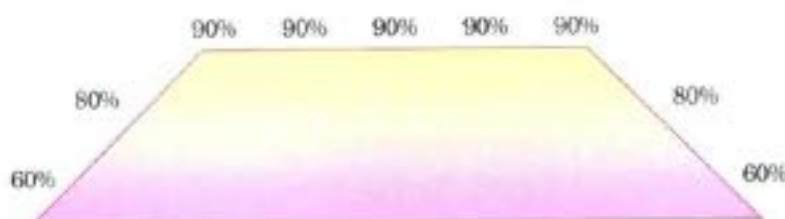


Fig. 4.19. Ejemplo de pirámide plana. (Ejemplos de pirámides citadas por Tous 2000, de Zatsiorski 1966, Bompa 1993)

Cuando el objetivo sea mejorar la resistencia con intensidades de fuerza inferiores, hay que aumentar las repeticiones y disminuir la intensidad.

4.3. La flexibilidad

4.3.1. Definición y clasificación de la flexibilidad

Se considera una cualidad física independiente por su condición de favorecedora de las capacidades condicionales y coordinativas. Podemos definirla como la **capacidad de realizar movimientos con la máxima amplitud en una articulación determinada** y, por lo tanto, se trata de aquella capacidad que tiene que posibilitarnos tanto la ejecución de las diferentes técnicas del bombero como una óptima relación con el entorno, permitiéndonos desarrollar las tareas de la vida cotidiana con normalidad

Es evidente, sin embargo, que el conjunto de las tareas que desarrolla un bombero no exige movimientos de máxima amplitud, por lo que hará falta trabajarlas sobre la base de las necesidades reales, pero sobre todo para evitar acortamientos musculares que predisponen a diferentes patologías como el dolor de espalda.

Una de las clasificaciones más aceptadas es la de Metveev, que subdivide esta capacidad en tres niveles: flexibilidad absoluta, de trabajo y residual.

Clasificación de la flexibilidad según Matveev

FLEXIBILIDAD		
Absoluta	De trabajo	Residual

La flexibilidad absoluta se refiere a la capacidad máxima de elongación de las estructuras musculotendinoligamentosas.

La flexibilidad de trabajo corresponde al grado de elongación alcanzado en el transcurso de la ejecución real de un movimiento.

Por último, la flexibilidad residual implica niveles de elongación siempre superiores a la de trabajo, necesarias para evitar rigideces que puedan afectar en el normal desarrollo de un trabajo.

La flexibilidad está condicionada por...

- *La movilidad articular*, es decir, la posibilidad de movimiento en 1, 2 o 3 planos según el tipo de superficies óseas que forman la articulación.
- *La extensibilidad muscular y ligamentosa*, o sea, la resistencia que ofrecen los diferentes componentes musculotendinoligamentosos a ser estirados.
- *Los receptores nerviosos musculares*, es decir, los diferentes elementos que envían información sobre el estado muscular; es importante conocer el funcionamiento del sistema neuromuscular (Cap I) para poder entender cómo se comporta el músculo ante el estiramiento y cuál es el mejor método que hay que aplicar en cada situación.

Otros factores que condicionan la flexibilidad

ENDÓGENOS o propios del sujeto:

- *Factores hereditarios (genotipo)*: La composición corporal y las características de los tejidos dependen, en gran parte, de la información cromosómica que permite que unos individuos sean más flexibles que otros; pese a todo, excelentes grados de movilidad en una articulación no implican necesariamente niveles parecidos en todos los segmentos y articulaciones del cuerpo.
- *Edad*: Se trata de una característica que se va perdiendo con la edad.
- *Sexo*: Se acepta que una mujer es más flexible que el hombre de su misma edad (Vinuesa y Benejam 1987, Weineck 1988, citados por Ortega y col., 1990), siendo la explicación más aceptada la mayor cantidad de estrógenos segregados a nivel de los ovarios, lo que provoca una mayor retención de líquidos. Esta diferencia aumenta

durante el embarazo a causa fundamentalmente de la producción de relaxina (Bird y col., 1981).

EXÓGENOS o externos al individuo (fenotipo):

- *Clima:* Es constatable que la flexibilidad se ve favorecida, en un mismo individuo, en los días de más calor de verano que no en aquellos más fríos de invierno; extrapolando, podemos afirmar que a los habitantes de países fríos les hace falta trabajar más la flexibilidad para conseguir niveles iguales a la media de la población de países cálidos. El aumento de temperatura intramuscular hasta 40 °C produce un aumento de la extensibilidad de la fibra muscular hasta de un 20% (Harper 1978, citado por Puerta 1988).
- *Ruidos, luz, estrés, situaciones de riesgo o peligro, angustia:* Cualquier estímulo externo grande o cualquier emoción o estado de ánimo tienen una incidencia directa en el tono muscular (*). El Sistema Nervioso Central (SNC) traduce casi siempre estas hiperestimulaciones en un aumento del grado de tensión muscular, de la sensibilización de los husos neuromusculares y, por lo tanto, del reflejo miotático, lo que favorece la contractilidad muscular.
- *Costumbres sociales:* No es difícil constatar que los hábitos de la vida diaria inciden positiva o negativamente en la flexibilidad general del individuo o en una región corporal determinada. Así, por ejemplo, diferentes pueblos y culturas que tienen por costumbre sentarse en el suelo, mantienen a lo largo de su vida parte de la musculatura posterior (isquiotibiales, tríceps sural y parte baja de la espalda) en unos niveles de elongación bastante más adecuados que aquellas culturas que acostumbran a sentarse en «cómodos» sofás o en sillas.



Fig 4.20. La posición de sentados con piernas cruzadas, habitual en Oriente, permite que ciertos músculos (isquiotibiales, sóleo, etc.) se mantengan con buena capacidad de elongación.

[*] Tono muscular: nivel de tensión de un músculo en reposo.

4.3.2. Objetivos y beneficios del entrenamiento de la flexibilidad

El entrenamiento de la flexibilidad ha de permitirnos alcanzar tres objetivos:

- Poder desarrollar las tareas de la profesión de bombero y de la vida cotidiana sin rigidez ni limitaciones.
- Facilitar los procesos de recuperación después del esfuerzo.
- Evitar desequilibrios musculoesqueléticos que reduzcan la posibilidad de generar patologías degenerativas por desgaste, minimizando el riesgo de sufrir dolor de espalda.

Beneficios para el/la...			
... sistema musculoesquelético	... articulaciones	... sistema cardiovascular y respiratorio	... sistema neuromuscular
• Incrementa la flexibilidad de músculos y tendones. • Mejora la capacidad de movimiento. • Permite desarrollar con eficacia las diferentes técnicas de trabajo y deportivas. • Previene lesiones musculares y tendinosas. • En el calentamiento, prepara el músculo para la actividad. • En reposo, devuelve el músculo a la posición inicial y acelera los procesos de recuperación. • Evita y corrige desequilibrios posturales.	• Estimula la lubricación articular. • Atenúa las enfermedades degenerativas. • Evita rigideces y contracciones articulares, y retrasa la calcificación del tejido conectivo.	• Ayuda a reducir la presión arterial. • Facilita la circulación dentro del territorio muscular. • Favorece la capacidad pulmonar. • Mejora la conciencia del proceso inspiración-espирación.	• Desarrolla la conciencia del propio cuerpo (percepción cinestésica, mecanismos propioceptores). • Reduce el estrés. • Mejora la coordinación y el aprendizaje de los esquemas motores. • Es tranquilizante y relajante.

4.3.3. Tipos de músculos esqueléticos y flexibilidad

En el capítulo 1 (Nociones básicas de fisiología del ejercicio), se han explicado concisamente los diferentes tipos de fibras que constituyen nuestros músculos; por un lado, las fibras de contracción lenta; por otro, las de contracción rápida.

Haría falta preguntarse, sin embargo, si **¿todos los músculos del cuerpo humano tienen el mismo porcentaje de cada uno de los diferentes tipos de fibras musculares?**

La respuesta es NO. Hay que diferenciar, primero, entre la musculatura *TÓNICA* (o estática) y *FÁSICA* (o dinámica).

La *MUSCULATURA TÓNICA* está formada mayoritariamente por fibras de contracción lenta (ST), que, como ya hemos dicho, están adaptadas a trabajos de larga duración y de baja intensidad.

Así pues, toda musculatura con una clara función de sostén de estructuras, obligada a «trabajar» para asegurar el equilibrio de la inestable posición de bipedestación, que se y activan de forma automática, forma parte de la musculatura tónica. (De esta explicación se desprende por qué se puede llamar también musculatura estática).

La **MUSCULATURA FÁSICA**, en cambio, está formada mayoritariamente por fibras de contracción rápida (FT), adaptadas a trabajos cortos, pero de alta intensidad. Se trata de una musculatura activada fundamentalmente de forma voluntaria, que tiene una clara función dinámica (de movimiento).

Pero a tónica y fásica no se diferencian sólo por los porcentajes de fibras que las hacen aptas para distintas exigencias físicas, sino que además suelen responder de forma muy diferenciada ante el sedentarismo, la patología, o un mal entrenamiento físico.

Así tenemos que, ante alguna de las situaciones citadas anteriormente, la musculatura *tónica* o *estática*, producto de la actividad continuada, tiende a tener vientres musculares demasiado cortos, mientras que la *fásica* o *dinámica*, al no ser ejercitada de forma activa, tiende a debilitarse de forma excesiva ante la inactividad.

En el siguiente dibujo podemos observar los músculos más importantes del cuerpo humano, clasificados según sean tónicos o fásicos.

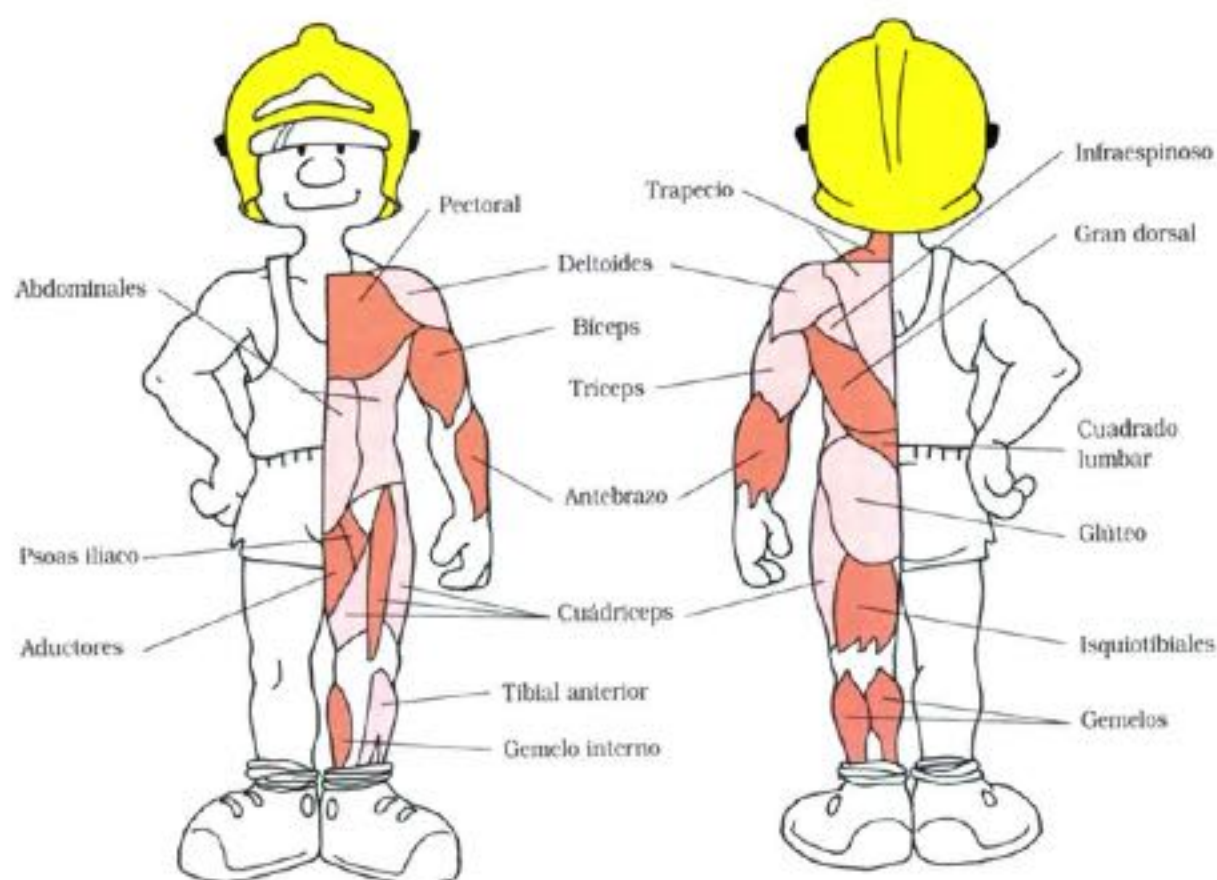


Fig 4.21. En color oscuro, los músculos tónicos con tendencia a una excesiva tensión muscular. En color claro, la musculatura fásica con tendencia a la hipotonía o laxitud.

* (Los aductores, en las mujeres, suelen ser fásicos)

Ante considerables exigencias físicas, la musculatura tónica responde igualmente con acortamiento, mientras que la musculatura fásica, al verse solicitada puede mantener un tono muscular más deseable.



Fig 4.22. Tipo de fibras del músculo esquelético y el «comportamiento» más común (del libro *Prevençió de lesions en els castellers*, J. Porta; F. Cos).

4.3.4. Requerimientos de flexibilidad en la actividad del bombero

Niveles inadecuados de flexibilidad en los lumbares de los bomberos (isquiotibiales, cuadrado lumbar, etc.), aumentan el riesgo de sufrir patologías relacionadas con la espalda (Sharkey, 1979).

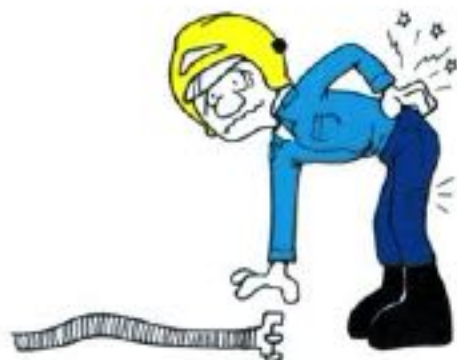


Fig 4.23. Un acortamiento de la cadena muscular posterior predispone a sufrir problemas de espalda

Las lumbalgias merecen para muchos países desarrollados el calificativo de «dolor del siglo» o «dolor de nuestra civilización», y constituyen un problema sanitario de primera magnitud.

Las estadísticas dicen que 8 de cada 10 españoles han sufrido o sufrirán algún episodio doloroso de espalda antes de los 50 años. Representa el primer motivo de invalidez antes de los 45 años y es responsable de una de cada tres bajas laborales. Más del 30% de los gastos médicos tienen la causa en problemas de espalda.

El problema de las profesiones que implican una considerable exigencia física, como es la de los bomberos, es que tener un nivel de condición física pobre es incompatible con poder disfrutar de una buena calidad de vida, ya que el riesgo de sufrir lesiones se dispara.

Diferentes estudios e investigaciones muestran que el 80% de **las lumbalgias son fruto de desequilibrios musculares**, y en consecuencia la solución al problema no tiene que ser enfocado únicamente hacia el dolor sino a la recuperación de la función y a su mantenimiento.

El trabajo sistemático de la flexibilidad de aquellos músculos que han perdido capacidad de elongación, junto con programas de tonificación para aquellos músculos que hayan perdido su capacidad contráctil y de sostén, son en gran manera la solución a los problemas de espalda y la vía de prevención.

Estudios independientes han dado resultados excelentes (Anderson, 1983, 1991, Choler, 1985, Spitzer, 1987) y han demostrado **la importancia del ejercicio físico en la recuperación de las lumbalgias no complicadas**; así, el 70% se recupera en pocas semanas y hasta el 90% lo hace en periodos no superiores a las 8 semanas.

Es conveniente señalar que, analizando las tareas propias de los bomberos, se llega a la conclusión de que no se necesitan niveles especiales de esta capacidad. Por lo tanto, sólo hay que alcanzar el grado de flexibilidad considerado como residual. En otras palabras, **cuando los niveles de flexibilidad son comparables a los niveles estándar que se asocian con la salud, el trabajo del bombero se desarrolla con normalidad y la calidad de vida del profesional no se ve alterada.**

4.3.5. Recomendaciones prácticas

Es necesario comentar la diferencia entre una sesión específica de estiramientos, los estiramientos que hacemos dentro del calentamiento y el trabajo de flexibilidad posterior a la actividad.

En sesiones específicas de estiramientos, el objetivo fundamental es ir mejorando progresivamente la amplitud de movimientos en articulaciones concretas, que pueden haber perdido parte de su funcionalidad, producto de músculos y ligamentos demasiado cortos. Si somos sistemáticos, conseguiremos unas ganancias que serán perdurables, y pueden llegar a incidir incluso, en actitudes posturales y desequilibrios musculares de determinados segmentos o regiones corporales. En este sentido, hay que decir que un equilibrio muscular inadecuado se considera como un factor de limitación.

Ni la fase de calentamiento ni la de enfriamiento (postejercicio) tienen por objetivo conseguir este tipo de mejoras, que se mantienen en el tiempo.

El trabajo de flexibilidad en el calentamiento, como ya hemos visto, prepara el organismo para el esfuerzo, al aumentar las posibilidades de rendimiento y supuestamente al reducir el riesgo de lesiones.

Los estiramientos después del esfuerzo físico tienen por objetivo reducir la excesiva tensión muscular resultante de una actividad intensa. Este excesivo tono muscular postactividad tiende a disminuir la percepción sensorial y eleva la presión sanguínea (Larson y Michelman, 1973).

Además, este acortamiento muscular obstruye el riego sanguíneo y coarta la libre circulación de sangre en el vientre muscular, que permitiría no solamente oxigenarlo y aportarle sustancias nutritivas, sino llevarse, a través del torrente sanguíneo, las sustancias de desecho, tóxicas, resultantes del trabajo muscular, que se acumulan en las células. Así pues, los estiramientos postactividad nos preparan para afrontar mejor la próxima tarea.

Un músculo que está en contracción demasiado tiempo desarrolla un estado anormal llamado contractura. Estos grupos musculares contracturados, o con exceso de tono, se caracterizan por la pérdida de capacidad de generar tensión intramuscular, y por tanto fuerza, a la vez que llegan antes a la fatiga y al dolor.

En cambio, los músculos que mantienen un nivel de relajación óptimo disfrutan de una capacidad funcional mayor, y se ven favorecidos en los procesos metabólicos que retrasan la aparición de la fatiga.

Es muy conveniente realizar al fin de una sesión de entrenamiento, o después de una salida de emergencia que haya implicado esfuerzo físico, los estiramientos que se muestran en el póster del bombero relajado, que se encuentra en el capítulo 5.

Protocolo a seguir en los estiramientos después del ejercicio físico:

Técnica pasiva

Técnica pasiva	
1.ª FASE:	Llegar a la posición de estiramiento y aguantar entre 20 y 30 segundos
2.ª FASE:	Relajar durante 5 segundos
3.ª FASE:	Volver a estirar aguantando 15 segundos más

¡IMPORTANTE!

- No llegar al dolor. Sólo tensión.
- Es recomendable seguir el orden de ejercicios.
- No hacer rebotes.



Fig 4.24. Las técnicas de estiramiento pasivas consisten en adoptar una posición de estiramiento y mantenerla durante un tiempo

Técnica activa

Cuando el objetivo sea recuperar la **flexibilidad perdida**, el PROTOCOLO A SEGUIR es el siguiente:

Técnica activa o de FNP (Facilitación Neuromuscular Propioceptiva)	
1.ª FASE:	Llegar a la posición de estiramiento y aguantar entre 20 y 30 segundos
2.ª FASE:	Realizar una contracción isométrica del músculo que estamos estirando durante 6-8 segundos
3.ª FASE:	Relajar durante 2-3 segundos (sin perder la posición de estiramiento)
4.ª FASE:	Volver a estirar nuevamente entre 20 y 30 segundos
Podemos repetir la operación hasta un máximo de 3-4 veces.	

¡IMPORTANTE!

- Este protocolo de estiramiento es más agresivo. Hay que hacerlo después de un buen calentamiento, y nunca después de haber practicado una actividad física intensa.
- No llegar al dolor intenso. Sólo tensión soportable.
- Es recomendable seguir el orden de los ejercicios.
- No hacer rebotes.



Fig. 4.25. Estiramiento de los isquiotibiales por parejas con técnica activa

4.4. Coordinación, la agilidad

4.4.1. Definición, clasificación y requerimientos de las capacidades perceptivomotoras

Antes de definir las capacidades coordinativas, hay que hacer una diferenciación entre éstas y las clasificadas como condicionales.

Dentro de las cualidades físicas diferenciamos las condicionales, también llamadas motoras o básicas, de las **perceptivomotoras** o **coordinativas**. La distinción se justifica al considerar que las primeras dependen básicamente de la disponibilidad energética, tanto en lo que concierne a la cantidad como al tipo de sustratos que requieren para hacer posible el metabolismo de la contracción muscular (Gundlach 1968). Estamos hablando de la *fuerza*, la *resistencia* y la *velocidad*.

Dentro de las **capacidades perceptivomotoras** o coordinativas se incluyen aquellas que necesitan procesos de elaboración sensorial más o menos complejos y que dependen en gran medida del grado de maduración y participación del sistema nervioso para su manifestación. Pertenecen a este grupo la *coordinación*, el *equilibrio*, la *percepción cinestésica* (tanto propiocepción como exterocepción), la *percepción temporal* y la *percepción espacial*.

Es generalmente aceptado que la *agilidad* y la *habilidad* pueden considerarse como **capacidades resultado**, ya que requieren características de las motrices y las coordinativas para su manifestación.

La flexibilidad no se aviene con ninguno de los argumentos expuestos; puede clasificarse por separado, al considerarse *facilitadora* de todas las otras capacidades.

Así pues, antes de definir las capacidades perceptivomotoras hay que entender que se trata de un conjunto de capacidades amplias y abstractas que admiten muchos conceptos y matices.

• Coordinación

Podemos definirla como **la capacidad para resolver en secuencia ordenada y armónica un problema de movimiento. O bien, la capacidad de sincronización de secuencias de contracciones musculares de las diferentes regiones corporales en relación con el espacio y el tiempo.**

Una de las clasificaciones fundamentales es la que hace referencia al número de segmentos corporales que participan en el movimiento. Así tenemos:

La **coordinación dinámica general**, que hace referencia a movimientos globales donde participan un gran número de regiones corporales.

La **coordinación específica** o **segmentaria** hace referencia a movimientos analíticos. Normalmente este tipo de coordinación es óculo-manual en el caso de los bomberos.



Fig 4.26



Fig 4.27

Según la participación de regiones corporales, la coordinación puede clasificarse en general o específica. A la izquierda se observa una tarea que requiere coordinación dinámica general. En la derecha, una tarea típica de coordinación analítica óculo-manual.

Para considerar una tarea coordinada es preciso que cumpla dos premisas: que sea *eficaz* y que sea *exacta*.

Por **eficaz** entendemos aquellas acciones que utilizan estrictamente los músculos necesarios y con la fuerza necesaria; para ser eficientes en un determinado trabajo y poderlo prolongar mucho rato, es preciso que se realice con la mínima tensión intramuscular posible. Por **exactitud** se entiende que el resultado final sea el deseado.

• Equilibrio

Se refiere a la **capacidad de mantener una posición estática o dinámica en contra de la gravedad**.

Mantener esta capacidad entrenada y en buena forma será muy importante, ya que hay multitud de situaciones en que el bombero la requiere. Un ejemplo de equilibrio estático puede ser el hecho de mantenerse derecho en una autoescalera mientras se tienen las manos ocupadas. El equilibrio dinámico es necesario cada vez que tenemos que movernos por un tejado o cualquier sitio que nos dé poco margen de maniobra.



Fig 4.28. Equilibrio estático



Fig 4.29. Equilibrio dinámico

Ambos tipos de equilibrio son muy importantes en muchas de las acciones que tiene que desarrollar un bombero

• Agilidad

La agilidad es la **capacidad de mover el cuerpo rápidamente en un espacio tridimensional**; vemos que se suman diferentes tipos de capacidades en una sola.

Por una parte, el hecho de movernos rápidamente nos obliga a tener buenos niveles de fuerza; por otro lado, estos movimientos rápidos debemos hacerlos de forma coordinada y sin perder el equilibrio, lo que requiere un nivel importante de capacidades perceptivomotoras. La suma, pues, de estas diferentes capacidades ya clasificadas nos dará el nivel de agilidad.

4.4.2. Recomendaciones prácticas

La primera consigna es que, para desarrollar las capacidades de coordinación, el mejor método es el entrenamiento específico. Si un bombero realiza los entrenamientos de forma idéntica que en las situaciones reales, el sistema neuromuscular se adapta más fácilmente a los movimientos o técnicas específicos (Cinque, 1990).

Desde este punto de vista los circuitos fisicotécnicos que se explican en este libro (capítulo 8) **representan una herramienta muy adecuada para mejorar tanto la condición física específica como la técnica** (habilidades coordinativas).

Sin embargo, haremos una propuesta concreta basada en el trabajo de la propiocepción y por tanto de los analizadores cinestésicos, considerados los elementos más relevantes para la mejora de la coordinación y el equilibrio.

Los analizadores cinestésicos están constituidos por receptores situados en los músculos, tendones, ligamentos y articulaciones, que informan del grado de tensión intramuscular y de la posición y orientación de las diferentes regiones y segmentos corporales, entre sí y en relación con el espacio tridimensional, sin ayuda de la visión.

Aunque la información que recibamos por medio de la vista es fundamental, cuando queramos aprender un movimiento o una técnica nueva, cuando queramos automatizarlos, es decir, hacer el movimiento mecánico, ejecutado con rapidez y sin pensarlo, el analizador cinestésico asume mayor importancia.

En general, la propiocepción se trabaja mediante la adaptación del equilibrio a situaciones cada vez más comprometidas. De esta manera, cuando haya un imprevisto, los mecanismos de respuesta en la corrección serán más rápidos y efectivos.

Es recomendable trabajar la propiocepción con los pies desnudos con el fin de captar mejor todas las informaciones.

Progresión:

- Con los dos pies en el suelo creamos pequeños desequilibrios anteroposteriores (fig. **A**).
- Cuando observamos que este ejercicio no nos supone dificultad, hacemos nuevos intentos con los ojos cerrados.
- Cuando esta propuesta nos es insuficiente, le decimos a un compañero que nos cree ciertos desequilibrios, primero desde la zona de los tobillos y progresivamente iremos subiendo (aumenta la dificultad).
- Una vez superada esta progresión, o si partimos de un nivel más adelantado, pasamos a hacerlo con un solo pie (fig. **B**). Desde esta nueva posición podemos seguir la misma progresión anterior para aumentar la dificultad.
- Es importante cambiar el pie de apoyo, dedicando el mismo rato a uno que al otro.
- Aparece un nuevo nivel de dificultad cuando bajo el pie de apoyo colocamos una espuma o un cojín (cuanto más grueso, más inestable).
- Finalmente, este trabajo puede hacerse en unos platos inestables, diseñados específicamente para este objetivo (fig. **C**).

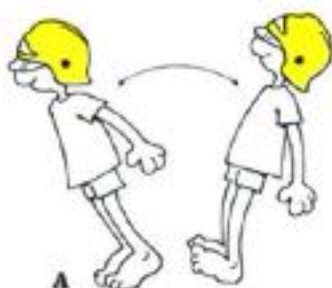


Fig. 4.30.



Fig. 4.31.



Fig. 4.32.

Este material, que observamos en la figura **C**, nace en el ámbito de la fisioterapia como tratamiento de problemas neuromusculares a nivel general. Primero Kabat en los años cincuenta y después Freeman y Wyke, lo incorporaron en el tratamiento de las inestabilidades crónicas de tobillo (años sesenta). A partir de aquí, toda una serie de profesionales han continuado estas experiencias y, actualmente, todo el mundo está de acuerdo en la importancia del trabajo de la propiocepción, no solamente en la prevención y recuperación de lesiones, sino también para mejorar y mantener en óptimas condiciones los sistemas que mantienen el equilibrio y la coordinación (Cos, 1994).

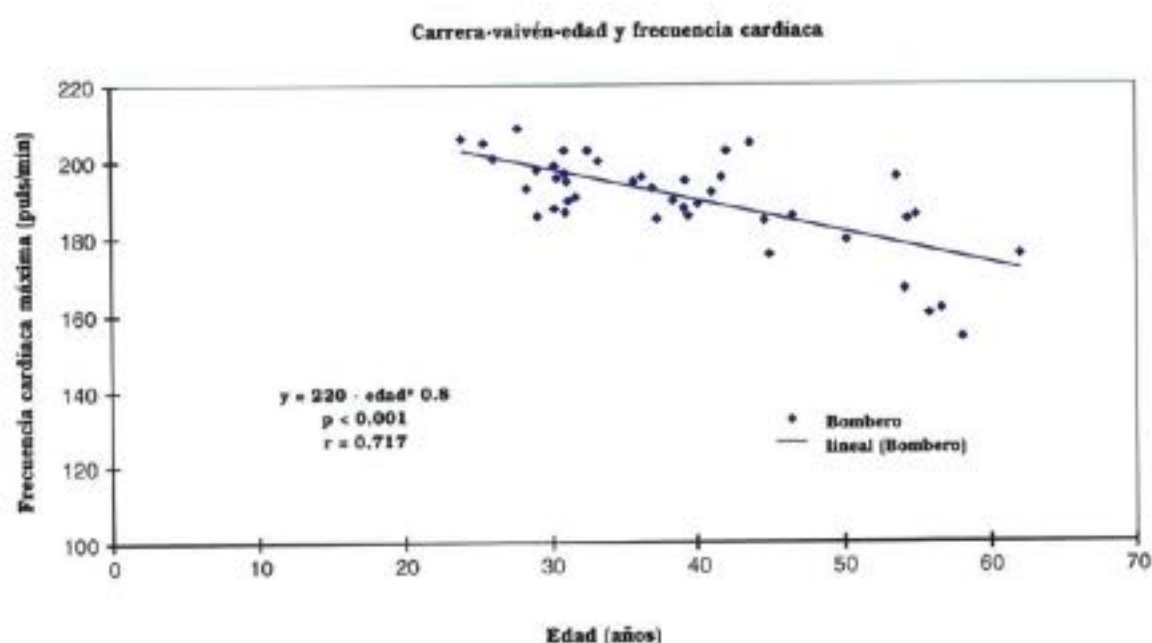
En muy poco tiempo podremos entrenar con este material en muchos de los gimnasios de nuestro país, ya que las nuevas tendencias de fitness lo incorporarán como recurso para el desarrollo físico global del individuo.

4.5 Apéndice 1

J. M. González de Suso, J. A. Mirallas

Justificación de la adaptación de la fórmula 220-edad (Astrand y Rodahl)

Existe la posibilidad de programar las intensidades del entrenamiento en función de la frecuencia cardíaca máxima (FCmáx) individual. Ante el frecuente desconocimiento del valor máximo, es habitual utilizar la fórmula aplicada por Astrand y Rodahl, para los que FCmáx es igual a 220 menos la edad. En el estudio realizado por el CAR con los bomberos de la Generalitat de Catalunya, hemos observado que los bomberos llegan a valores superiores a los teóricos. El estudio de 43 bomberos, examinados durante una prueba de carrera vaivén llevada hasta el agotamiento (figura 1), nos permite obtener una regresión lineal, altamente significativa, entre la edad y la frecuencia cardíaca máxima conseguida. Esta ecuación es algo diferente a la descrita anteriormente. De la iguala forma que los autores escandinavos, encontramos una desviación estándar de más menos 10 pulsaciones; nosotros, por otra parte, vemos que los valores máximos superan en unas 67 pulsaciones los suyos. Debemos aclarar que nuestros datos han sido



conseguidos con una prueba donde se involucran una gran cantidad de grupos musculares y que, dado el carácter selectivo de la misma, suponía un esfuerzo competitivo para todos ellos.

Cuando se trata de programar intensidades de esfuerzo, a partir de los valores de frecuencia cardíaca máxima, sugerimos la utilización de una corrección de la fórmula propuesta por Astrand y Rodahl. Al valor de 220 se le debe restar un 80% de la edad. Esta ecuación está adaptada a las características de la población evaluada. Pensamos que se adapta mejor a los bomberos de Catalunya. Las características generales de la población evaluada están en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Características de los sujetos participantes en el estudio

Parque	Procedencia	Bomberos n		Edad años	Peso kg	Talla m	IMC kg/m ²
Girona	Girona	10	promedio sd	38,4 11,9	76,5 9,1	1,74 0,07	25,2 2,8
Igualada	Barcelona y Lleida	27	promedio sd	37,7 8,7	76,5 10,3	1,74 0,08	25,3 2,1
Reus	Tarragona	10	promedio sd	41,0 10,6	74,6 12,7	1,69 0,08	26,0 3,4
Todos	Catalunya	47	promedio sd	38,6 9,7	76,1 10,4	1,73 0,08	25,4 2,5
Selección	Catalunya	23	promedio sd	39,4 10,1	76,5 11,6	1,73 0,07	25,6 2,9

Se pueden realizar 2 tablas de cada una.

Tabla 1: sujetos por parques.

Tabla 2: sujetos todos y seleccionados.

IMC = índice de masa corporal; relaciona el peso en kg con el cuadrado de la talla en m

Tabla 2. Resultados prueba de navette modificada

Parque	Procedencia	Bomberos n		Tiempo min:s	Escalón nºm.	Velmáx km/h	VO ₂ máx indirecto ml/kg/min	Femáx puls/min
Girona	Girona	10	promedio sd	15:14 03:34	15,2 3,6	12,1 1,8	48,3 10,7	188 16
Igualada	Barcelona y Lleida	27	promedio sd	16:18 03:34	16,3 2,1	12,6 1,1	51,5 6,4	191 11
Reus	Tarragona	10	promedio sd	14:29 03:44	14,5 12,7	11,1 1,9	46,1 11,2	191 12
Todos	Catalunya	47	promedio sd	15:41 03:54	15,7 2,9	12,3 1,4	49,7 8,7	190 14
Selección	Catalunya	23	promedio sd	15:09 02:59	15,1 3,0	12,1 1,5	48,0 8,9	190 13

Se pueden realizar 2 tablas de cada una.

Tabla 1: sujetos por parques.

Tabla 2: sujetos todos y seleccionados.

Tiempos = duración de la prueba en minutos.

Escalón = número escalones realizados (cada escalón dura 1 minuto).

Velmáx = velocidad, en km/h, a la que corría el sujeto en el momento de terminar la prueba.

VO₂máx = consumo máximo de oxígeno del sujeto durante la prueba, expresado en relación con su peso corporal (ml/kg/min); se calcula de forma indirecta a partir de la velocidad máxima conseguida.

Este dato es orientativo cuando se desconoce la FCmáx individual. Proponemos el conocimiento de la adaptación máxima específica individual para programar un entrenamiento óptimo.

Bibliografía recomendada. Cap. 4

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. *The Official Position Papers of the ACSM*. EUA:1992. 6a ed.

BROWNLIE, L., BROWN, S., DIEWERT, G., GOOD, P., HOFMAN, G., LAWE, G., i BANISTER, E.: *Cost effective selection of fire fighter recruits*. Med. Sci. Sports. Exerc. 17:661-666. 1985.

LÓPEZ DE VINASPRI, P.; COS, F.; PORTA, J.: *Apunts d'educació física*. Curs de Formació Bàsica Bombers: Mòdul: Activitats de suport. Mollet del Vallès: Escola de Bombers de la Generalitat de Catalunya, 1997-98.

GLEDHILL, N., JAMNIK, V.K: *Characterization of the Physical Demands of firefighting* Can. J. Spt. Sci. 17:3 207-213, 1992.

GONZÁLEZ BADILLO, J.J.; GOROSTIAGA, E.: *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Inde, 1995.

NAVARRO, F.: *Metodología del entrenamiento para el desarrollo de la resistencia*. *Apuntes del Máster en Alto Rendimiento (módulo 2.2.1)* Madrid: Comité Olímpico Español (COE). 1997.

Guidelines for Exercise Testing and Prescription (1986) American College of Sports Medicine (ACSM), 3rd Edition. Lea & Febiger, Philadelphia.

Resource Manual Guidelines for Exercise Testing and Prescription (1988) American College of Sports Medicine (ACSM). Lea & Febiger, Philadelphia.

GUÍA PRÁCTICA DE LA CONDICIÓN FÍSICA DEL BOMBERO

Autores: J. F. Borrell, M. Cabré, F. Cos, J. M. González de Suso,
J. A. Mirallas, J. M. Vela.

Ilustradores: Anna Duran y Jordi March

Introducción

Para elaborar el programa de condicionamiento físico de los bomberos, se ha diseñado una sistemática de entrenamiento, que llamamos guía práctica, y que se fundamenta en 4 pilares básicos, que facilitarán su implantación en los parques de bomberos. La guía práctica se ha diseñado para que sea de *fácil comprensión* para todos los bomberos (para seguir el programa sólo hará falta entrar al gimnasio del parque y ponerse a trabajar), se ha utilizado un *lenguaje visual* (que la haga atractiva, didáctica y facilite la comprensión), se ha estructurado para poder *adaptarse* a la diversidad del colectivo de bomberos (cualquier bombero tiene que ser capaz de hacer su programa de entrenamiento personal y adaptarlo a sus necesidades físicas). Finalmente, quiere darse respuesta a los objetivos fundamentales del programa, que son:

- *mejora y mantenimiento de la salud*
- *efectividad y seguridad en el trabajo*

El programa ha sido diseñado de tal manera que, con un material mínimo básico, pueda hacerse un trabajo integral de todo el cuerpo, que garantice los niveles de condición física necesarios para el trabajo, a la vez que se hace una inversión en aquello que siempre comporta una renta a favor de la salud.

En esta guía se encontrará respuesta a cuestiones como qué ejercicios tengo que hacer, cómo, cuándo y para qué.

E
l
b
o
m
b
e
r
o
e
n
f
o
r
m
a



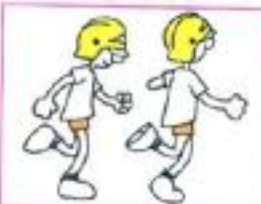
Hola chicos.
Me llamo
Fabo y seré
vuestro
preparador
físico

¿Qué entendemos por un bombero en forma?

El capacitado para desarrollar las tareas cotidianas y afrontar las eventuales emergencias adecuadamente y con suficiente energía como para disfrutar de las actividades de su tiempo de ocio.

La sesión de entrenamiento del bombero

La sesión de entrenamiento que propone el programa de condicionamiento físico para el bombero se estructura en cinco fases diferentes:

	• El calentamiento: es preparar gradualmente el cuerpo para el esfuerzo posterior que tendrá que hacer el bombero, con ejercicios suaves y rítmicos, que se centrarán especialmente en aquellos grandes grupos musculares que tengan que realizar un esfuerzo más intenso durante la sesión.
	• La carrera: es un ejercicio de locomoción horizontal en que los dos pies no se encuentran nunca al mismo tiempo en contacto con el suelo, a una velocidad óptima que permita un gasto energético sin acumular demasiada fatiga.
	• La tonificación: son ejercicios físicos de fuerza programados y estructurados de forma repetitiva, con el objetivo de adquirir, mantener o aumentar el tono muscular y la condición física general.
	• El deporte: es una actividad física moderadamente intensa y con componente intelectual de naturaleza competitiva y dirigido por unas reglas.
	• La recuperación: es el retorno de las funciones fisiológicas y psicológicas al estado habitual del organismo haciendo ejercicios de respiración y de estiramiento muscular.

FASE DE CALENTAMIENTO



El calentamiento, tan a menudo olvidado, es la fase inicial de toda sesión de entrenamiento y está constituido por un conjunto de ejercicios que permiten obtener un estado óptimo de preparación psicofísica y motriz para la tarea o el trabajo que a continuación se realizará. Prepara al individuo fisiológica y psíquicamente para esfuerzos posteriores más intensos y previene posibles lesiones.

Los principales efectos del calentamiento son:

A nivel circulatorio y respiratorio:

- Mejora el riego sanguíneo gracias a la vasodilatación y al aumento de la frecuencia cardíaca y respiratoria, cosa que facilita un mayor suministro de oxígeno y de energía a los músculos.

A nivel de actividad metabólica muscular:

- Incremento de la temperatura del cuerpo, la sangre se vuelve más fluida y se elimina la rigidez muscular del reposo, consiguiendo así reducir los riesgos de sufrir una lesión.
- Potenciación de la capacidad de rendimiento. Se ha demostrado que la eficiencia mecánica de un músculo mejora cuando aumenta la temperatura muscular.
- Disminución de la viscosidad del músculo, lo que permite contracciones más rápidas.

A nivel de actividad nerviosa:

- Elevación del umbral de sensibilidad de los receptores neuromusculares.
- La coordinación neuromuscular aumenta y provoca una mejora en la coordinación de movimientos.
- Acortamiento del tiempo entre la llegada del estímulo nervioso y la respuesta muscular.

A nivel psicológico:

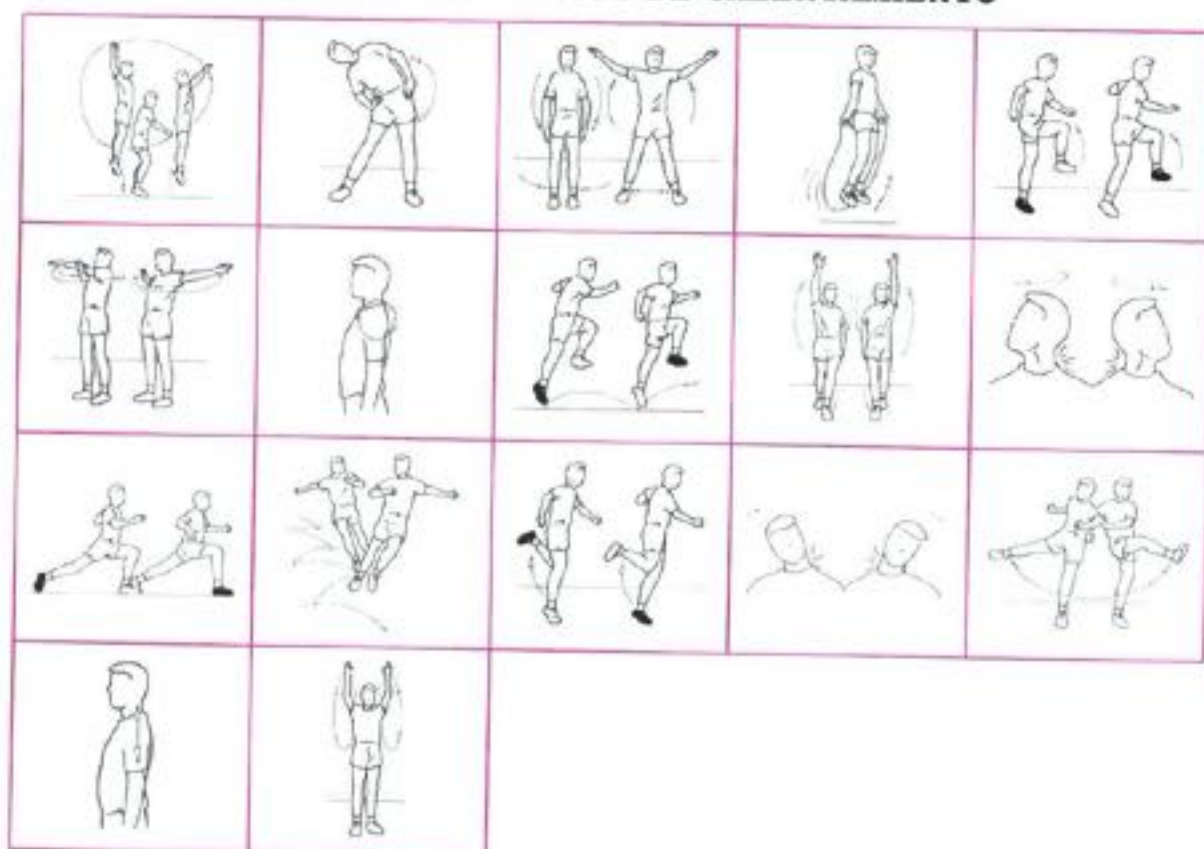
- Adaptación psicológica para la tarea a realizar (descenso del nivel de ansiedad y una mejor capacidad de concentración y control neuromuscular).

Empezaremos el calentamiento con unos ejercicios de movilidad articular (tabla de calentamiento), que pueden ir acompañados de una pequeña sesión de estiramientos (tabla de recuperación) y nos centraremos especialmente en aquellos grandes grupos musculares que tengan que realizar un esfuerzo más intenso durante la sesión.



El calentamiento, además de ajustarse a la tarea que tenemos que hacer, también tiene que ajustarse a las características y preferencias de cada bombero, y tienen que tenerse en cuenta las condiciones y características personales, como lesiones, edad, etc. Por ejemplo: si se tienen contraídos algunos músculos, durante la fase de calentamiento podemos empezar por su estiramiento y con una suave movilización de las articulaciones correspondientes. Se proponen una serie de ejercicios de movilidad articular de los cuales pueden escogerse los que más convengan, a fin de que cada uno se haga el calentamiento a su medida.

TABLA DE EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO



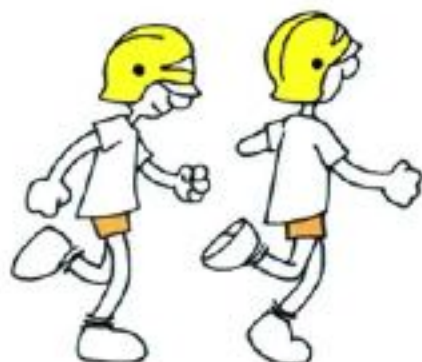
El calentamiento tiene que ser aeróbico y de baja intensidad; gradualmente la iremos aumentando.

No se recomienda realizar más de 12 minutos de calentamiento, ya que podrían presentarse síntomas de cansancio, que limitarían el rendimiento posterior. El calentamiento en ningún caso tiene que provocar agotamiento.

Lo ideal sería que el bombero pudiera realizar un breve calentamiento justo antes de cada servicio, con el fin de poderse preparar física y psicológicamente; y sobre todo, para evitar posibles lesiones. Sin embargo, la naturaleza del trabajo lo hace inviable. Una solución posible sería que, durante el trayecto al siniestro, se pensara, de forma controlada y sistematizada, en la actividad que tendrá que hacerse, visualizando un tipo de actividad parecida, viéndose a sí mismos realizándola. Eso provocaría un aumento del riego sanguíneo y de la temperatura de los músculos que intervendrán en la acción o movimiento, consiguiendo la reducción del estrés y una mejor eficacia en el servicio.

FASE DE CARRERA

Fase en que predomina el trabajo de resistencia a través de la carrera. El programa propone diferentes niveles de exigencia física en función de las variables tiempo de trabajo y el % de frecuencia cardíaca, la cual se calcula utilizando la fórmula específica para el bombero de $220 - (0,8 \times \text{edad})$. Para más detalles, véase el capítulo de entrenamiento a la resistencia.



PAUTAS DE TRABAJO

1. ¿Cómo empezar?

Los primeros 2 minutos, carrera suave e iremos progresando en intensidad.

2. ¿Cómo trabajar?

A partir del tercer minuto correremos a un ritmo marcado por el % de nuestra frecuencia cardíaca máxima.

3. ¿Cómo calcularemos nuestra frecuencia cardíaca máxima?

$$FC_{\text{máx}} = 220 - (0,8 \times \text{edad})$$

4. ¿Cómo puedo saber a qué frecuencia cardíaca estoy trabajando?

Durante las primeras sesiones nos controlaremos la FC con el fin de tener conocimiento de la intensidad del esfuerzo que realizamos.

5. ¿Cómo aumentar el nivel de dificultad?

Variando el tiempo de trabajo y/o la intensidad (% de la frecuencia cardíaca máxima).

6. ¿Cómo tenemos que detenernos?

No nos detendremos de golpe, disminuirémos progresivamente el ritmo en el último minuto.

- Ejemplo de tabla de carrera del modelo de sesión del Bombero Resistente:

CARRERA 20' - 30'	NIVELES	Suave	Moderado	Duro	Muy duro
	TIEMPO DE TRABAJO	20' - 30'	20' - 30'	20' - 30'	20' - 30'
	% FREC. CARDÍACA MÁX.	60 %	70 %	80 %	90 %

- Ejemplo de cómo calcular el 65% de la $FC_{\text{máx}}$ de un bombero de 40 años:

$$\text{Ejemplo: } 220 - (0,8 \times 40 \text{ años}) = 188$$

$$65 \% \text{ de } 188 = 122 \text{ pm (ésta sería una FC de trabajo)}$$

FASE DE TONIFICACIÓN



Hemos dado este nombre a la parte de la sesión en que realizaremos ejercicios de fuerza para crear tensión muscular y, por lo tanto, conseguir un fortalecimiento general del cuerpo. Trabajaremos los grupos musculares más importantes procurando que la mejora de la fuerza se realice de una manera global y equilibrada. Habrá que tener en cuenta

conceptos como el de musculatura fásica y tónica, tipo de entrenamiento, normas para la correcta ejecución de los ejercicios, utilización del material, etc..

En otros capítulos ya se hace mención de las adaptaciones anatómicas y fisiológicas que se consiguen con diferentes entrenamientos de fuerza. La propuesta de rutinas que proponemos para el trabajo en los parques surge de la siguiente premisa: los bomberos necesitamos alcanzar unos niveles de fuerza que garanticen el desarrollo correcto de nuestro trabajo. Se ha demostrado que en la mayoría de tareas de los bomberos no se requieren grados de fuerza máxima muy elevados, sino una buena capacidad de generar niveles de fuerza importantes durante un buen rato (resistencia a la fuerza). Nuestro programa va encaminado a alcanzar estos niveles mínimos de fuerza y a mantenerlos, pero también debe haber rutinas para aumentarlos significativamente. Encontrarás pautas de cómo tienes que realizar los ejercicios, con cuánto peso debes trabajar, cuántas veces tienes que hacerlos, cuánto tiempo debes descansar etc..

Se hace una mención especial a los ejercicios destinados a fortalecer la pared abdominal, que tanta importancia tienen en la prevención de lesiones y en el mantenimiento de una postura correcta, pero que pueden hacer daño si no se realizan correctamente. Así, pues, vigilemos cuidadosamente la posición de nuestro cuerpo cuando trabajemos los abdominales. Fijaos bien en los dibujos de las rutinas, y pensad que el beneficio es mucho mayor si hacemos pocas repeticiones correctamente, que si hacemos muchas y mal.

También debemos tomar precauciones cuando realizamos los ejercicios para tonificar la zona lumbar. Una mala ejecución sería también nociva y, por ello, los dibujos de las rutinas nos muestran que en ningún caso debe hacerse una hiperextensión de tronco (procurar no pasar nunca de la horizontal), ya que estaríamos comprimiendo la parte posterior de la columna vertebral innecesariamente y favoreceríamos posibles apariciones de problemas sobre todo a nivel lumbar (en el capítulo dedicado a la higiene postural se habla más de este tema).

Es importante también remarcar que el factor psicológico (motivación, confianza, concentración, etc.) tiene que jugar un papel clave en el entrenamiento. A menudo, trabajar en grupo hace que los beneficios sean mayores y se consigan de una manera más amena.

PAUTAS DE TRABAJO

1. ¿Qué peso tengo que movilizar?

Movilizar el peso que te permita completar las repeticiones propuestas o tener la sensación de que sólo puedes realizar un par más.

- Si no puedes completar las repeticiones, hay que disminuir el peso.
- Si no llegas a la sensación de fatiga, debes aumentar el peso.

2. ¿Cómo empezar?

Las primeras 4-6 semanas debes movilizar un peso que puedas mover un mínimo de 15-18 repeticiones.

3. ¿Cuántas series?

Si haces tres series por cada uno de los ejercicios, puedes disminuir el número de ejercicios.

4. ¿Cuánto tiempo de pausa debes hacer?

Si el tiempo de pausa es grande (próximo a 4') los beneficios tienden a la fuerza máxima y si es corto (próximo a 2') tienden a la resistencia a la fuerza. Es importante respetar el tiempo de pausa entre series.

5. ¿A qué ritmo tiene que trabajarse?

La velocidad de ejecución debe ser controlada.

Haremos una paro de 1"-2" entre cada repetición, impidiendo aprovechar la inercia del movimiento, y así conseguir una correcta ejecución.

6. Abdominales.

Los ejercicios de abdominales tendrían que incluirse en todas las sesiones; las repeticiones en este ejercicio siempre son superiores (entre 15-30); tres series sería ideal.

7. ¿Cómo tengo que respirar?

Es importante evitar las apneas.

- Espiraremos al vencer la resistencia.
- Inspiraremos al volver a la posición inicial.

8. ¿Cómo aumentar el nivel de dificultad?

En una sesión de nivel suave para debutantes realizaremos solamente una serie. Más series implica incrementar el nivel, igual que optar por el ejercicio duro.

9. ¿Qué otras posibilidades tengo de aumentar el grado de dificultad?

Aumentar las repeticiones, disminuir el tiempo de pausa y realizar más ejercicios.

- Ejemplo de tabla de tonificación del modelo de sesión del bombero resistente:

TONIFICACIÓN 20' - 45'		Número de veces que harás el ejercicio		Número de veces que harás todo el bloque de repeticiones		Tiempo entre serie y serie		
		NÚMERO DE EJERCICIOS		2 - 7		NÚMERO DE SERIES		
		NÚMERO DE REPETICIONES		15 - 18		TIEMPO DE PAUSA		
						90"		
		1. PECTORAL	2. BÍCEPS BRANQUIAL	3. GRAN DORSAL	4. RECTO DEL ABDOMEN	5. TRÍCEPS	6. DELTOIDES	7. CUADRADO LUMBAR
SUAVE								
DURO								

TABLA DE EJERCICIOS DE TONIFICACIÓN

PECTORAL	BÍCEPS BRANQUIAL	GLÚTEOS CUADRÍCEPS	GRAN DORSAL	RECTO DEL ABDOMEN	TRÍCEPS	ISQUOTIBIALES	DELTOIDES	CUADRADO LUMBAR

FASE DE DEPORTE

Tradicionalmente, en todos los parques de bomberos se ha dedicado un tiempo, a menudo por la tarde, para realizar algún tipo de actividad deportiva con componente lúdico-competitiva y respetando un reglamento de juego. Deportes de equipo (voleibol, baloncesto, fútbol, etc.) o deportes individuales (frontón, tenis de mesa) adaptados a la práctica en grupo, en espacios reducidos o con material alternativo.

Es interesante mantener estos hábitos deportivos e invitar a los compañeros a participar, no sólo en la práctica deportiva, sino también en la propuesta de nuevas actividades. Hay deportes que, hace unos años, nadie se habría imaginado que pudieran practicarse en un parque de bomberos y que, hoy en día, forman parte de la dinámica de entrenamiento y, al mismo tiempo, divertimento de muchos compañeros. Valgan como ejemplo los ejercicios de trepa o escalada que se practican en paredes o paneles de madera donde hay presas pegadas en que uno puede colgarse y evolucionar desplazándose hacia los lados o hacia arriba, realizando un trabajo físico muy importante, sobre todo a nivel de tren superior (brazo, antebrazo, gran dorsal, pectoral, etc.) y también a nivel coordinativo y perceptivomotor.

El hecho de realizar actividades deportivas en grupo comporta beneficios a nivel físico, pero, además, juega un papel socializador y de unión de un colectivo que también tendrá que trabajar unido: cuando se forme el equipo de intervención y se disponga a actuar en un siniestro.

Así, pues, hay que adaptar las reglas del juego, el terreno donde lo practicamos y el material que utilizamos y seguir haciendo deporte, convirtiendo esta pequeña parte del horario de los bomberos en una actividad más de unión del grupo o, en nuestro caso, del turno. La actividad física es un hábito como cualquier otro, que acaba siendo una necesidad cuando entra a formar parte de lo cotidiano.



NORMAS GENERALES DE PREVENCIÓN DE LESIONES DEPORTIVAS

Las lesiones en los deportes pueden ser crónicas o producirse por accidente (caída, golpe, mal gesto, etc.).

Las lesiones por accidente deben prevenirse practicando el deporte en un entorno adecuado (suelos no deslizantes, iluminación correcta, espacios no demasiado reducidos y con un entrenamiento y un ritmo no superiores a nuestras posibilidades, practicando el deporte a un nivel de competitividad saludable, sin agresividad desmesurada, con un equipamiento (zapatillas, ropa de deporte) idóneo para cada tipo de actividad.

Las lesiones crónicas son debidas esencialmente a dos factores: al **abuso** y a los **factores biomecánicos**.

El **abuso** es la causa más frecuente y puede tener su origen en un método de entrenamiento inadecuado, como por ejemplo no dejar reposar los músculos después de sesiones de entrenamiento muy intensas. En estas sesiones algunas de las fibras musculares se lesionan o agotan completamente sus reservas de glucógeno, con lo que si un deportista insiste en seguir practicando el deporte con estos grupos musculares, la fuerza la tiene que hacer un menor número de fibras (ya que las lesionadas y las que no tienen reservas energéticas no pueden trabajar) y en estas condiciones aparecen fácilmente la lesiones. Así pues, se debe hacer una buena planificación del entrenamiento, alternando sesiones de trabajo de alta intensidad con otras más suaves o cambiando los grupos musculares que se trabajan en cada sesión.

Los **factores biomecánicos** son factores que inciden en las fuerzas que durante el deporte reciben los músculos, huesos y tendones, y que en determinadas condiciones hacen que se cargue más una parte del cuerpo que otra. Por ejemplo: una pierna más corta que la otra puede lesionar la cadera y la rodilla de la pierna más larga; correr por caminos o carreteras inclinadas tendrá efectos parecidos a los de una pierna más corta que la otra; tener pies planos o cavos, puede producir lesiones en la rodilla; una excesiva lordosis vertebral (curvatura hacia adentro de la columna) puede contribuir a la aparición de lumbalgias. Determinados deportes provocan que algunas estructuras corporales reciban más impacto o hagan más fuerza, como las lesiones en la pierna del corredor (anterolaterales o posterointernos o tendinitis poplitea) o las lesiones en el codo del tenista (epicondilitis).

Estos factores biomecánicos tienen que estudiarse individualmente para buscar la causa y corregirlos, si se puede, con un entrenamiento en un entorno adecuado, con zapatos específicos o plantillas que disminuyan o atenúen los factores agresivos.

Las lesiones crónicas se manifiestan generalmente con dolor difuso (*mialgias*), agujetas que son debidas a pequeñas lesiones en las fibras musculares y deplección de glucógeno, con *tendinitis* (que quiere decir inflamación y dolor en determinados tendones), y *fracturas por estrés*, sobre todo en los metatarsianos de los corredores.

El diagnóstico de estas lesiones se debe hacer por visita al médico deportivo o al traumatólogo. El tratamiento, en el primer momento, consiste en inmovilización y frío (15 minutos de frío y 15 de reposo). Posteriormente, debe hacerse un estudio y replanteamiento del entorno deportivo, equipamiento y pautas del deporte practicado.

Se debe tener en cuenta que, en general, para llegar al nivel de rendimiento previo a la lesión, por cada semana de inmovilización tiene que haber dos semanas de recuperación con ejercicios adecuados.

Por lo tanto, practicar deporte con intensidad, en el entorno y el equipamiento adecuados, contribuye a prevenir lesiones. lo mismo que comenzar por una fase de precalentamiento y estiramiento progresivos, tal como se explica en este Manual.

FASE DE RECUPERACIÓN

También llamada fase de relajación. Hemos puesto un énfasis especial en esta parte de la sesión, que a menudo queda un poco olvidada sin que se tenga en cuenta su importancia.

Cuando hacemos ejercicios de estiramiento en la fase de recuperación, nuestro cuerpo se relaja, los músculos vuelven a su longitud de reposo después de haber trabajado durante la sesión, nuestras frecuencias cardíaca y respiratoria vuelven a los valores normales (de reposo). Todos los parámetros que definen nuestro estado, físico y psicológico se normalizan, posibilitando, en definitiva, que nuestro cuerpo vuelva al estado habitual que tiene que permitirnos seguir desarrollando las tareas diarias con normalidad.



Por ello, hemos querido diseñar una sesión de entrenamiento en que el objetivo principal sea aprender a relajarnos después de la actividad física. Dedicaremos a la fase de recuperación la mayor parte del tiempo de la sesión (el bombero relajado), haciendo estiramientos pasivos, ejercicios sin rebote, controlando la respiración y evitando el dolor, que activaría el sistema nervioso contrayendo la musculatura, contrariamente a lo que deseamos.

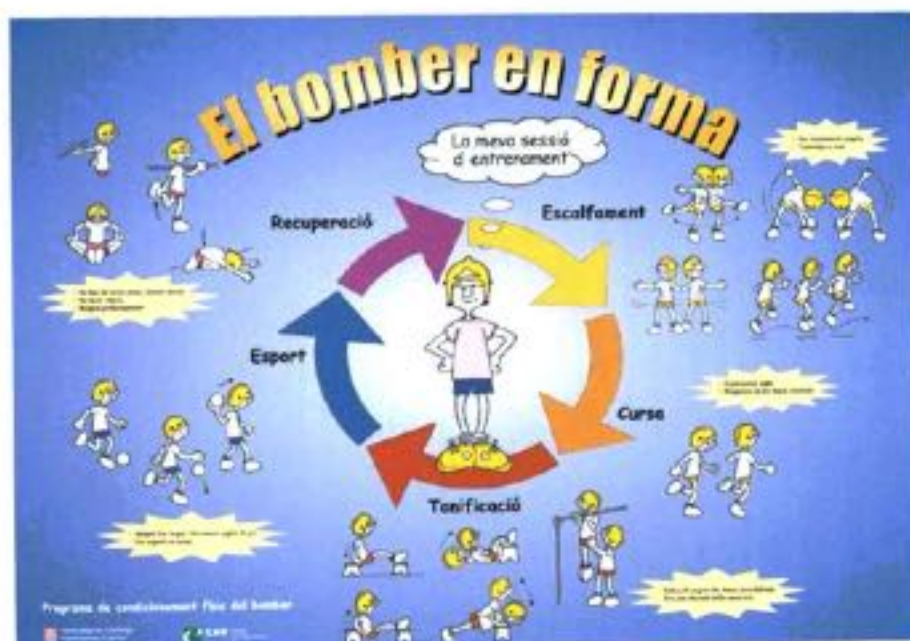
No se nos antoja difícil pensar en una sesión de estiramientos, después de haber trabajado en un fuego forestal o de industria durante unas cuantas horas, o después de un servicio donde ha habido unos requerimientos importantes de algún grupo muscular concreto. Por ejemplo, después de un accidente de tráfico, trabajando con el equipo hidráulico de excarcaración un buen rato, la musculatura (brazos, hombros y columna vertebral) alcanza niveles de esfuerzo y, por lo tanto, de contractura importantes.

Cómo estirar después de la actividad:

- 1. No llegues al dolor, sólo tensión.**
- 2. No hagas rebotes.**
- 3. Respira profundamente.**
- 4. Mantén la posición entre 20 y 30 segundos.**
- 5. Relaja 5 segundos.**
- 6. Vuelve a repetir el estiramiento.**

TABLA DE ESTIRAMIENTOS





Modelos de sesión de entrenamiento

- El programa de entrenamiento para los bomberos se estructura de la siguiente manera: Tomando como punto de referencia las fases de la sesión de entrenamiento por un lado y las cualidades físicas que nos interesa trabajar por el otro, definimos **cuatro modelos de sesión** diferentes que dan respuesta a la demanda de una preparación física integral.

MODELOS DE SESIÓN			
bombero resistente	bombero forzado	bombero relajado	bombero completo

En el **bombero forzado** incidimos más en ejercicios de tonificación y de fuerza. En el **bombero resistente** nos centramos más en el trabajo aeróbico, que nos proporciona la carrera. En el **bombero relajado**, la base son los estiramientos. Y, finalmente, en el **bombero completo** haremos un trabajo más global donde tienen cabida los tres modelos anteriores. Así, pues, resultan cuatro modelos de sesión, que han sido representados cada uno en un póster diferente, publicados paralelamente a este Manual, donde pueden identificarse fácilmente las ilustraciones, que nos muestran los diferentes ejercicios a realizar en cada fase de la sesión. También encontraremos las indicaciones de carácter técnico y preventivo que nos permitirán realizar los ejercicios correctamente, los tiempos de pausa, intensidad, volumen de trabajo, etc..

- Intentaremos hacer los cuatro modelos de sesión, como mínimo, una vez al mes cada uno.

El bombero forzado

Calentamiento 5'-10'



Tonificación 20'-45'

			1. PECTORAL	2. BÍCEPS BRAQUIAL	3. GLÚTEO CUADRÍCEPS
Número de ejercicios	6-9	SUAVE			
Número de repeticiones	6-10				
Número de series	1-3	DURO			
Tiempo de pausa	2'-4'				
	4. GRAN DORSAL	5. RECTO DE EL ABDOMEN	6. TRÍCEPS	7. INCUOTIBIA- LES	8. DELTOI- DES
SUAVE					
DURO					

Recuperación 10'



El bombero resistente

Calentamiento 5'-10'



Carrera 20'-30'

Niveles	Suave	Moderado	Duro	Muy duro
Tiempos de trabajo	20'-30'	20'-30'	20'-30'	20'-30'
% Frec. cardíaca máx.	60%	70%	80%	90%

Tonificación 20'-45'

Número de ejercicios		5-7	Número de series		2-4		
Número de repeticiones		15-18	Tiempo de pausa		90"		
	1. PECTORAL	2. BÍCEPS BRAQUIAL	3. GRAN DORSAL	4. RECTO DEL ABDOMEN	5. TRÍCEPS	6. DELTOIDES	7. CUADRO LUMBAR
SUAVE							
DURO							

Deporte 15'-20'



Recuperación 10'



El bombero relajado

Calentamiento 5'-10'



Carrera 10'-15'

Niveles	Suave	Moderado
Tempo de trabajo	10'-15'	10'-15'
% Frec. cardíaca máx.	60%	70%



Deporte 15'-20'



Recuperación 20'-30'



El bombero completo

Calentamiento 5'-10'



Carrera 15'-20'

Niveles	Suave	Moderado	Duro	Muy duro
Tiempo de trabajo	15'-20'	15'-20'	15'-20'	15'-20'
% Frecuencia cardiaca	60%	70%	80%	90%

Tonificación 25'-50'

Número de ejercicios		6-9		Número de series		2-3			
Número de repeticiones		10-15		Tiempo de pausa		90"-3'			
	1. PECTORAL	2. BICEPS BRAQUIAL	3. CUBITO CUBIERTO	4. GRAN DORSAL	5. DUCTO DEL ALFONSO	6. TRICEPS	7. BOMBITA DEL CODO	8. DELTOS DES	9. CUADRAS LUMBAR
SUVE									
DURO									

Deporte 15'-20'



Recuperación 10'-15'



Bibliografía recomendad. Cap. 5

- BARBANY, J.R.: *Fundamentos de fisiología del ejercicio y del entrenamiento*. Barcelona: Barcanova, 1990.
- BARTECK, O.: *En forma con Fitness*. Colonia: Könnemann Verlagsgesellschaft, 1999.
- MATVEYEV, L.: *El proceso del entrenamiento deportivo*. Buenos Aires: Stadium, 1977.
- ZINTL, F.: *Entrenamiento de la resistencia*. Barcelona: Martínez Roca, pp:179-185, 1991.

6 ASPECTOS NUTRICIONALES DEL BOMBERO

J. M. González de Suso

El objetivo de este capítulo consiste en sensibilizar a la población de bomberos de Catalunya ante la necesidad de realizar una alimentación equilibrada y sana para evitar conductas que pongan en peligro su salud y calidad de vida. Habitar en la costa mediterránea nos favorece puesto que nos encontramos muy familiarizados con una alimentación variada y equilibrada. La dieta mediterránea, compuesta por cereales, pescados, aceites, legumbres, vegetales, y un poco de vino, se encuentra reconocida mundialmente como elemento clave para una longevidad sana. Por otro lado, si, tal y como sugieren algunos autores, nos remitimos al éxito alcanzado por los atletas griegos hace miles de años, podemos pensar en esta alimentación como elemento necesario para alcanzar el máximo rendimiento físico.

Recientemente, numerosos estudios muestran la existencia de una correlación significativa entre hábitos alimentarios y la aparición o exacerbación de muchas enfermedades. Para situarnos respecto a lo que debemos o no debemos comer, podemos utilizar recomendaciones generalizadas, establecidas por organismos internacionales, donde se habla de una correcta alimentación cuando: a) las grasas, que deben ser en su mayor parte insaturadas (grasas del aceite de oliva), no representen más del 30% del aporte calórico diario total; b) los hidratos de carbono, de preferencia complejos, deben suponer un 50% del aporte energético diario; c) debemos reducir la ingesta de sal; y d) favorecer la inclusión de elevadas cantidades de fibra.

Una alimentación equilibrada nos obliga al conocimiento de los alimentos que se encuentran a nuestra disposición. Las primeras clasificaciones de alimentos datan de inicios del presente siglo, son americanas, y los dividen en 5 clases: vegetales-frutas, carnes-pescados, cereales, azúcares y grasas. En España, desde los años 60, mediante el programa EDALNU (Educación en la Alimentación y Nutrición) se ha trabajado con un modelo basado en la existencia de 7 grupos de alimentos que se engloban en 4 clases: los alimentos plásticos, los reguladores, los energéticos y los mixtos (*fig. 6.1a*).

A la hora de llenar la cesta de la compra, el conocimiento de las propiedades de los alimentos que se nos ofrecen permitirá la elaboración de comidas que favorezcan la realización de una dieta equilibrada y variada, en proporciones adecuadas, para favorecer la función y el desarrollo de nuestro organismo. Nuestra conducta alimentaria es el intercambio necesario para que el organismo consiga el mantenimiento de sus funciones biológicas y se sustenta en el alimento, el nutriente y la comida. La palabra alimento pro-



Fig 6.1 a. Rueda alimentaria del programa EDALNU. Alimentos que cubren las funciones primordiales: alimentos energéticos (color amarillo), alimentos plásticos (color rojo), alimentos reguladores (color verde) y alimentos mixtos (energéticos y plásticos) (color naranja)

viene del término latino *alere*, cuyo significado es alimentar. Es una sustancia que puede ser absorbida por un ser vivo y que proporciona a su organismo los elementos necesarios para reparar sus pérdidas y asegurar su crecimiento. La dicción nutriente o nutrimento corresponde a una sustancia química del alimento utilizable por las células del organismo o, también, a la base para la síntesis de sustancias directamente utilizables. La diferencia entre ambos conceptos se establece fácilmente, ya que, cuando hablamos de alimento ingerido, hablamos de alimentación, mientras que cuando enunciamos el alimento asimilado nos referimos a la nutrición.

Por último, la comida, definida como la acción de tomar alimentos, tiene un gran componente social, se encuentra marcada por costumbres que hemos adquirido desde muy pequeños, origen de nuestros hábitos alimentarios, y constituye, en muchas ocasiones, una forma de comunicación.

6.1. La reposición de las reservas energéticas

Durante nuestra actividad laboral habitual o durante nuestra actividad física de ocio, debemos luchar frente a una serie de elementos que pueden desencadenar la aparición de malestar o fatiga. Con el objeto de sentar las bases de una correcta alimentación, analizaremos una serie de aspectos que determinan las necesidades energéticas de un individuo. Tendremos en cuenta la duración e intensidad de la actividad laboral y las condiciones ambientales del puesto de trabajo, si hace calor o frío o si estamos expuestos a conti-

nuos cambios de temperatura y humedad. Además, el nivel de aprendizaje y entrenamiento para cubrir un puesto de trabajo y para la realización de una actividad física de ocio puede repercutir, de forma considerable, en el gasto energético. Es muy probable que el conocimiento de la actividad y una correcta adaptación reduzcan las exigencias nutricionales necesarias para la recuperación del organismo.

6.1.1. La duración e intensidad del trabajo

En un trabajo realizado durante el año 2000 por el Centre d'Alt Rendiment de Sant Cugat (CAR) para la Direcció General d'Emergències i Seguretat Civil de Catalunya, se ha evaluado el coste energético de algunas actividades laborales del bombero. Gracias a la utilización de una metodología de trabajo que se aplica en el estudio y seguimiento de deportistas de alto nivel, se ha obtenido información directa e indirecta de sus requerimientos energéticos. El gasto energético expresado en METs valora el número de veces que una actividad supera al gasto energético en reposo (ver capítulo de fisiología para más información). La realización de pruebas de esfuerzo en el terreno y en laboratorio, muestra que la población de bomberos estudiada tiene unas posibilidades energéticas máximas de 14 METs. Es decir, en promedio, su aptitud física para la realización de una actividad donde se involucren un gran número de grupos musculares, les permite gastar 14 veces más de lo que gastan en reposo. En la tabla que adjuntamos se encuentran representadas algunas de las actividades evaluadas junto a su equivalente calórico.

TABLA 1 Gasto energético producido durante actividades específicas del cuerpo de bomberos

Actividad	Frecuencia cardíaca	VO ₂ máx %	Tiempo trabajado	MET ó kcal x kg ⁻¹ x h ⁻¹
Transportar una escalera extensible y utilizarla	161*	75	4'20"	10.3
Golpear una viga de hierro con un mazo	161	88	50"	12.1
Arrastrar mangueras	160	83	25"	11.4
Subir y bajar una autoescala	175	86	3'	11.8
Subir y bajar una torreta de maniobras (4 pisos) con el ARI	171	84	3'	11.5
Transportar mangueras en mochila (22 kg) a 6 km/h	134*	49	5'	6.5
Transportar mangueras en mochila (22 kg) a 7 km/h	161*	74	5'	10.1

Los valores de FC con asterisco se refieren al promedio de la duración de la actividad. En el resto de los casos, el valor se refiere al máximo alcanzado por el bombero durante la actividad (FCmáx.)

Estos resultados muestran unos elevados requerimientos para todas las actividades propuestas. Los bomberos reclutados alcanzan requerimientos energéticos que oscilan entre el 40 y el 90% de sus posibilidades energéticas máximas. Además, analizando con detalle alguna de ellas, observamos el alto coste energético que supone aumentar la velocidad en 1 km/h cuando transportamos una mochila de 22 kg. A modo de ejemplo,

constatamos que un bombero de 75 kg de peso gasta 245 kcal cuando transporta la mochila durante 3 km a 6 km/h, en lo que tarda 30 minutos. Por el contrario, si lo hace a 7 km/h, gastará 321 kcal y tardará 25 minutos y 43 segundos. Si expresamos los cambios en porcentajes, observamos que el bombero gasta un 25% más de energía para ir un 15% más rápido. Es evidente que la mejora en el rendimiento no es rentable. El bombero gastará más energía, la fatiga será superior y necesitará una mayor reposición de nutrientes.

Siempre que gastamos mucho, debemos pensar en la manera de reponerlo. La ingesta cuantitativa y cualitativa de alimentos facilitará una recuperación de lo perdido y nuestro organismo estará en disposición de volverlo a gastar. La cantidad del gasto energético viene dada por las características del esfuerzo realizado y por la duración del mismo. Un esfuerzo de alta intensidad y breve duración puede ser muy costoso, pero como el bombero se ve obligado a parar para recuperar (p. ej. golpear con un mazo) supondrá, con el paso del tiempo, un menor gasto energético que una actividad de menor intensidad pero que pueda realizarse durante más tiempo (p. ej. transportar mangueras en una mochila).

Los resultados anteriores muestran que el bombero realiza una gran parte de sus actividades laborales a intensidades superiores al 80% de sus posibilidades energéticas máximas. Varias publicaciones de la literatura muestran que si un individuo trabaja a esa intensidad por espacio de 45 minutos, puede llegar a vaciar, por completo, sus reservas energéticas de glucógeno. Esta puede ser una de las causas de la aparición de la fatiga. Al mismo tiempo, este problema nos hace reflexionar sobre lo que ocurriría si el bombero iniciase su jornada laboral con sus reservas de glucógeno más bajas de lo normal. Es muy probable que su capacidad de trabajo, sobre todo al final de la jornada laboral, se encuentre comprometida.

Hay una serie de procesos fisiológicos relacionados con la nutrición del bombero responsables de la aparición de la fatiga. A continuación citaremos aquellos que nos parecen más importantes:

- El vaciamiento de las reservas de glucógeno del músculo puede limitar el rendimiento. El glucógeno muscular es el carburante más importante que podemos almacenar en nuestro organismo.
- La disminución de la glucosa en sangre, denominada hipoglucemia, es responsable de la aparición de la fatiga central, manifestada por el sudor frío, los mareos y la sensación de hambre. También limita el aporte de energía al músculo que trabaja.
- La deshidratación, pérdida de agua por el sudor y la respiración, durante el ejercicio físico también será responsable de una disminución del rendimiento del bombero.
- Ciertas comidas pueden provocar trastornos gastrointestinales y limitar la correcta adaptación del bombero de ahí que, muchas veces, el objetivo de las comidas previas al trabajo o las realizadas durante el mismo tengan como premisa el no hacer daño.

6.1.2 Las condiciones ambientales y el nivel de entrenamiento.

La realización de la actividad laboral en un ambiente caluroso modificará considerablemente la adaptación fisiológica del bombero. Tanto el gasto calórico como la pérdida de electrolitos en el sudor serán elevados cuando trabajemos en ambientes calurosos. Estas modificaciones se verán incrementadas por la falta de aclimatación. Existen estudios donde se observa que las pérdidas de sal con el sudor son más elevadas en los indi-

viduos no entrenados que en los entrenados. Cuando realizamos ejercicio en ambiente caluroso se da, para una misma intensidad de esfuerzo, un incremento de la frecuencia cardiaca, un mayor consumo de oxígeno y un incremento del lactato sanguíneo que refleja la utilización de una mayor cantidad de glucógeno muscular. La realización de biopsias musculares muestra la existencia de una mayor deplección del glucógeno almacenado. Si, además de trabajar expuestos a temperaturas elevadas, nos encontramos con un ambiente húmedo, tendremos mayor dificultad para eliminar el sudor y refrigerarnos. A diferencia de los ambientes secos, donde perdemos calor con facilidad gracias a la sudoración, en condiciones de elevada humedad, el sudor se queda pegado a la piel, no se evapora, no perdemos calor, el organismo se calienta excesivamente y se puede poner en peligro la salud.

El entrenamiento favorece la adaptación a las diferentes situaciones de estrés térmico. Los deportistas de alto nivel, antes de una competición, buscan entrenar en condiciones ambientales muy parecidas a las de la competición. Existen estudios que constatan una mejor adaptación de los deportistas a situaciones de estrés térmico cuando las han reproducido previamente.

6.2. Los nutrientes

Antes de hablar de los nutrientes o nutrimentos, retomaremos la clasificación de los alimentos según el programa EDALNU que hemos comentado en la introducción. En la tabla que presentamos a continuación, aparecen las características de los alimentos más relevantes.

TABLA 2. Clasificación de los alimentos conforme al programa EDALNU donde figuran 4 grupos básicos de alimentos: plásticos, mixtos, reguladores y energéticos.

Clasificación alimentos	Tipo de alimento	Aporte	Características
Plásticos: necesarios para la formación de tejidos	Leche de vaca	Hidratos de carbono, proteínas de AVB.	Puede considerarse como el alimento más completo. Agua: 88% Carbohidratos: 4,6% (contiene el disacárido lactosa). Proteínas: 3,2% (caseína- la más abundante, lactoalbúmina) de AVB; aumentan el valor biológico de las proteínas de los cereales si se ingieren a la vez. Grasas: 3,5% (vaca-predominio formas saturadas). El contenido varía en otras leches: mujer 1,3%, oveja 4,9%, búfalo hembra 7,5% (base del queso mozzarella). Bajo contenido en colesterol. Vitaminas: riboflavina ó B ₂ , vit. A y D Minerales: Calcio, fósforo.
	Derivados lácteos: yogur, queso	Similar al de la leche	Yogur: es leche fermentada por acción de <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus bulgaricus</i> y <i>Bifidobacterium bifidum</i> . Mismo valor nutritivo que la leche. Queso: composición varía según la cantidad de agua. Proteínas hasta el 25%, grasas hasta el 50%, no hidratos de carbono excepto los frescos. Contienen mucho calcio. La mantecaquilla, la nata y crema de leche, son derivados lácteos que se estudian con las grasas.
	Carnes	Proteínas de AVB, grasas, vitaminas y minerales.	Agua: 65-80% Proteínas: 20%, de alto valor biológico. Grasas: saturadas, varía de unos a otros. Carnes grasas (20%): cerdo, pato, cordero. Carnes magras (10%): ternera, caballo, pollo, conejo, hígado. Vitaminas y minerales: hierro, fósforo, potasio, vit. B ₁₂ , B ₂ ,...

TABLA 2. (continuación) Clasificación de los alimentos conforme al programa EDALNU donde figuran 4 grupos básicos de alimentos: plásticos, mixtos, reguladores y energéticos.

Clasificación alimentos	Tipo de alimento	Aporte	Características
Plásticos: necesarios para la formación de tejidos	Derivados cárnicos: jamones, embutidos, tripas,...	Similares a las carnes de procedencia	Mayor proporción de grasa y de proteínas por la pérdida de agua, sal añadida. En algunos embutidos se debería realizar un control sanitario y comercial más riguroso.
	Pescado	Grasas poliinsaturadas, proteínas de AVB (18-20% VCT), minerales y vitaminas (pequeñas cantidades)	Agua: 50-80% (varía fresco, lata, ahumado) Proteínas: 20%, de alto valor biológico. Grasas: saturadas (15-30%) el resto insaturadas entre las que hay un 20% de omega 3 (muy beneficiosas en protección enfermedades coronarias) y varía de unas a otras. Pescado azul (más de 10% grasa: salmón, arenque, atún,...), semigraso (entre 5-10% grasa: sardina, boquerón, bonito,...) y blanco (menos 5% grasa: pescadilla, lenguado, rape,...) Vitaminas y minerales: yodo, fósforo, potasio, vit. A y C (en la grasa). Menos colesterol que la carne
	Huevos	Proteínas de AVB (13% VCT), grasas	La proteína se encuentra en la clara. La yema tiene grasas (12% VCT) saturadas y poliinsaturadas (ác. linoleico) y colesterol
Reguladores: básicos en la realización de innumerables funciones biológicas	Verduras, hortalizas	Fibra soluble e insoluble, vitaminas y minerales	Elevado porcentaje de agua (80-95%) Vitaminas (C, carotenos y ácido fólico) Cebolla, remolacha y zanahoria en puré (aporte carbohidratos) Mejor aporte crudo, evitar excesiva cocción y retraso de la ingesta
	Frutas	Fibra soluble e insoluble, vitaminas y minerales	No aportan proteínas ni grasa (excepto aguacates 16%, coco 60% y aceitunas 13%) Contienen mucha agua (75-90%) Aportan carbohidratos (7-20%) que puede ser más alto en frutas maduras (hidrólisis del almidón) Vitaminas (C y A) Minerales: calcio, hierro, fósforo, magnesio, cobre,...
Energéticos o calóricos: necesarios para conseguir energía	Derivados del trigo (pan, pasta, galletas,...), arroz, maíz	Los carbohidratos aportan entre el 70-75% del VCT. Proteínas (gluten)	Pastas alimenticias: compuestas agua 9%, hidratos de carbono 76%, proteínas 13% y grasas 1.5%. Arroz: muy rico en hidratos de carbono (80%) con un elevado índice glucémico. Si es integral, mantiene fibra, vit. E y del grupo B Proteínas: gluten (es una de las proteínas más abundantes de los cereales), prohibir su ingesta en la enfermedad celiaca (maíz y arroz no contienen gluten). Vitaminas: complejo B, el maíz tiene un elevado contenido en carotenos. Minerales: calcio (los fitatos pueden inhibir su absorción), hierro, potasio, fósforo.
	Azúcar	Carbohidratos	Contiene el disacárido sacarosa (glucosa y fructosa)
	Grasas o lípidos	Triglicéridos, fosfolípidos, glucolípidos, colesterol	Alimentos con mayor valor calórico, dan textura y sabor agradable a la dieta. Grasas almacenamiento: Triglicéridos (Glicerol + Ácidos grasos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados). A excepción de los ácidos grasos omega-3 (pescado), todos los demás aceites y grasas contienen la mayor parte de ácidos grasos. Grasas estructurales: fosfolípidos, glucolípidos y colesterol. La grasa de la alimentación se compone de triglicéridos (98-99%); puede ser animal (mantequilla, nata,...) y vegetal (aceites oliva, aceites semillas, frutos secos, frutos tropicales,...) Recomendable cocinar con aceites vegetales (oliva)

TABLA 2. (continuación) Clasificación de los alimentos conforme al programa EDALNU donde figuran 4 grupos básicos de alimentos: plásticos, mixtos, reguladores y energéticos.

Clasificación alimentos	Tipo de alimento	Aporte	Características
Mixtos: son alimentos energéticos y plásticos, presentan la mayor parte de las características anteriores	Tubérculos	Hidratos de carbono, proteínas de BVB	El principal tubérculo es la patata 80% agua 17.7% hidratos carbono 2.1% proteínas BVB Fritas contienen un 12% de grasa. Es más recomendable tomar la patata cocida (hervida o al vapor).
	Legumbres	Proteínas (20% del VCT), hidratos de carbono (almidón), fibra, vitaminas y minerales	Proteínas de poco valor biológico, el contenido en fibra se reduce más del 50% al cocerlas, valor terapéutico en diabetes y obesidad, contienen vitaminas del grupo B y minerales como el hierro, magnesio y calcio
	Frutos secos	Grasas (45-65%) i proteínas (15-30% del VCT)	Alimentos muy energéticos. Aporte de vit E. Contienen entre 45 y 65% de grasas (monoinsaturadas y poliinsaturadas). No contienen colesterol. Excepto las castañas, presentan un bajo contenido en hidratos de carbono.

AVB = alto valor biológico

BVB = bajo valor biológico

VCT = valor calórico total

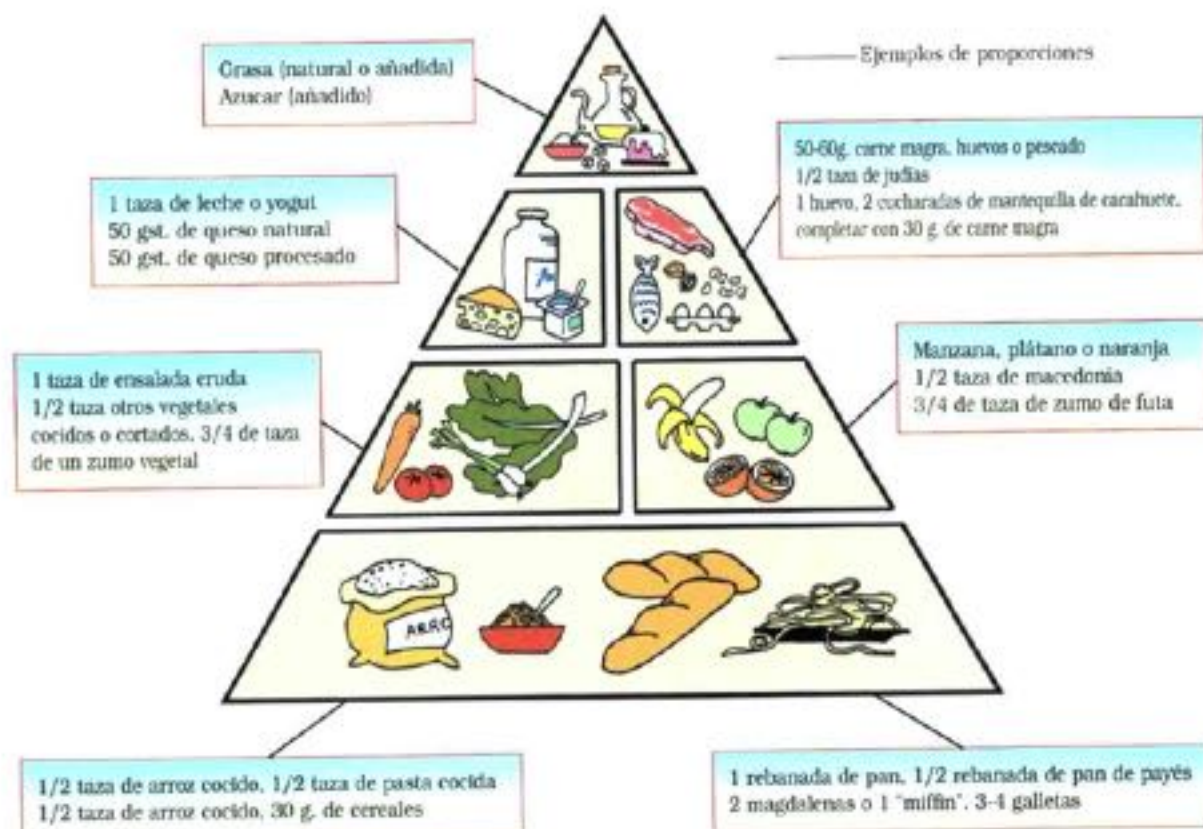


Fig. 6.1b. Pirámide guía alimentaria

Recientemente se está utilizando el modelo de pirámide alimentaria para orientar la alimentación humana. La pirámide refleja, desde la base hasta su cúspide, los diferentes grupos de alimentos en orden de importancia. Así, los cereales, el pan, el arroz y las pastas, alimentos con alto contenido en hidratos de carbono, forman la base de la estructura constituyendo el primer grupo de alimentos. En un escalón superior nos encontramos con otro grupo de alimentos: las verduras y frutas, alimentos reguladores, fundamentales para la realización de innumerables funciones orgánicas. Más arriba tenemos otros 2 grupos, el grupo de las carnes y pescados, y el grupo de los alimentos lácteos. Ambos grupos son alimentos plásticos, fundamentales para la reestructuración de los tejidos. Por último, culminando la pirámide, nos encontramos con las grasas, reducido grupo de alimentos caracterizados por su elevado aporte energético.

6.2.1. Los carbohidratos

Pueden ser simples y complejos y es el término utilizado para englobar los azúcares y los polisacáridos. Los azúcares son solubles y dulces. El azúcar más importante para nuestro organismo, y a su vez el más conocido, es la glucosa. Se transporta en la sangre y sirve de energía para los tejidos del organismo. Existe poca proporción de glucosa simple en los alimentos pero la encontramos en las frutas, la miel, y en la mayor parte de los refrescos comerciales. Por otro lado, encontramos una gran cantidad de polímeros de glucosa en el almidón de muchos alimentos.

La glucosa es un monosacárido difícil de encontrarlo en la dieta, siendo mucho más frecuente la existencia de disacáridos. Estos últimos azúcares, compuestos por 2 unidades de azúcar simple, son dulces y solubles, especialmente la sacarosa que es el resultado de la asociación química de glucosa y fructosa. Es el azúcar de mesa que procede de la remolacha o de la caña de azúcar. Otro disacárido es la lactosa, el azúcar de la leche.

Los polisacáridos o azúcares complejos son, por lo general, unidades de glucosa, monosacáridos, unidos químicamente para formar largas cadenas. El almidón es la forma más común de almacenamiento de los carbohidratos de ciertos alimentos y constituyen cadenas de unas 5000 unidades de glucosa. Otros compuestos del almidón son los polímeros ramificados de glucosa, con una estructura más parecida al glucógeno, que es la forma en que el organismo almacena los azúcares. A pesar de constituir una estructura similar al glucógeno, necesita ser digerido en el intestino antes de ser absorbido. Todos los polisacáridos y disacáridos deben ser hidrolizados en monosacáridos antes de pasar a la sangre. Por lo tanto, la velocidad con que los azúcares de los alimentos pasarán a la sangre dependerá del tipo de alimento y de las características de la cocción.

TABLA 3 Tipos de hidratos de carbono (azúcares)

Monosacáridos	glucosa (glu), absorbe rápido fructosa (fruc), absorción más lenta-higado galactosa (galac), parte de la lactosa
Disacáridos	sacarosa (glu+fruc) azúcar de mesa lactosa (glu+galac) azúcar de la leche maltosa (glu+glu) malta cerveza
Polisacáridos	carbohidratos complejos como el arroz, la pasta o la patata

¿Por qué debemos comer hidratos de carbono?

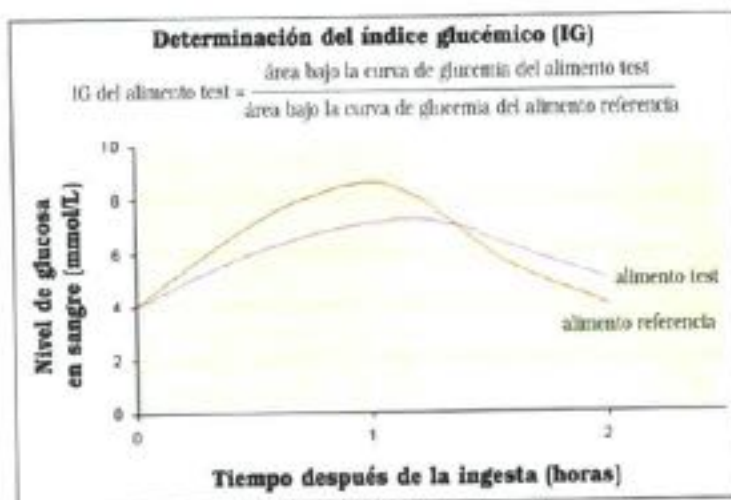
Los hidratos de carbono son fundamentales para la realización de una serie de funciones:

- Constituyen una de las principales fuentes de energía del organismo.
- Son muy útiles como sustrato energético para la realización de ejercicios prolongados de elevada intensidad. Proporcionan mayor cantidad de energía que las grasas por cada litro de oxígeno consumido.
- Su ingesta ayuda a la regulación del metabolismo de las proteínas y de las grasas. La presencia de hidratos de carbono impide la degradación de proteínas como sustrato energético.
- También tienen una función plástica, participando en la estructura de ácidos nucleicos y de membranas celulares.
- El sistema nervioso depende casi exclusivamente de ellos como fuente de energía.
- Son los precursores de nuestros depósitos musculares y hepáticos de glucógeno.
- Si la ingesta es superior a las necesidades, se transforman en triglicéridos y pueden contribuir a la obesidad.

¿Dónde encontramos los hidratos de carbono?

Recientemente se ha puesto en duda la clasificación de los hidratos de carbono en simples y complejos. Esta clasificación no habla de su efecto sobre la glucosa sanguínea y los niveles de insulina. Desde 1970 se ha comentado que las comidas ricas en CHO proporcionan glucemias variables que son imposibles de predecir a partir de la composición de los alimentos. Por ejemplo, alimentos con azúcares simples como el yogur con sabor y los frutos, producen ligeros incrementos de la glucosa sanguínea, mientras que otros como el pan o las patatas, provocan una elevada respuesta de la glucemia, muy similar a la producida por la ingestión de glucosa sola. Es curioso que la presencia de fibra en los alimentos no siempre retrasa la absorción y aplanan la curva de glucemia post-prandial. El índice glucémico de los alimentos (IG), citado por Hawley y Burke (Peak Performance, 1998) se introdujo en los años 80 como un sistema de clasificación que permite catalogar sistemáticamente los alimentos ricos en hidratos de carbono según los niveles de glucosa en sangre que produzcan. Los investigadores canadienses Jenkins y Wolever, así como los australianos Collier y Brand-Miller, son responsables del descubrimiento de esta clasificación.

El IG se calcula midiendo el área bajo la curva de glucemia tras la ingesta de 50 g del alimento referencia (por lo general, glucosa o pan blanco) y del que vamos a analizar (véase el gráfico siguiente).



Todos los tests se deben realizar tras una noche de ayuno. Este índice refleja la proporción de digestión y absorción de un alimento rico en CHO. Los factores que pueden influir en este IG son:

- la forma de la comida (en particular la talla de las partículas tras ser trituradas, su textura, su viscosidad, la presencia de fibra soluble y la presencia de granos)
- el procesamiento y cocinado de los alimentos (lo soluble que sea la fécula o almidón, la desorganización de la estructura celular)
- la presencia de fructosa o lactosa (ambas tienen bajo IG)
- la proporción de amilopectina (ramificada) y de amilosa, que son formas del almidón, donde la amilosa tiene una digestión más lenta
- la existencia de interacciones entre el almidón y las proteínas y grasas
- otros bloqueadores de la absorción de alimentos como son los fitatos de los alimentos de grano completo
- la maduración de los alimentos que participa en la degradación del almidón en azúcares

En la siguiente tabla, se encuentran resumidos los IG de los alimentos con alto contenido en carbohidratos más frecuentes. Se encuentran clasificados como de alto, medio o bajo índice glucémico. Este conocimiento permite ajustar las respuestas a la glucosa e insulinas sanguíneas. Alimentos con bajo IG mejoran el perfil metabólico de sujetos con diabetes y niveles elevados de lípidos en sangre. Estos alimentos también aumentan la saciedad post-prandial.

TABLA 4 Índice glucémico de los alimentos, modificada de Hawley y Burke (1998), adaptada y Foster-Powell y Brand-Miller (1995)

Rango índice glucémico	Alimento	Índice glucémico
Alto (más de 70)	Glucosa	100
	Bebidas energéticas deportivas	95
	Arroz	88
	Patata asada	85
	Cereales	84
	Puré de patata en polvo	83
	Caramelos	80
	Miel	73
	Pan blanco o integral	70
Moderado (entre 55 y 70)	Muesli	68
	Refrescos	68
	Sacarosa	65
	Helados	61
	Zumo de naranja	57
	Mango	55
Bajo (menos de 55)	Plátano maduro	52
	Chocolate	49
	Judías verdes	48
	Naranja	44
	Pasta	41
	Manzana	38
	Yogur de sabores	33
	Plátano no maduro	30
	Leche	27
	Alubias	27
	Lentejas	26
	Fructosa	23

6.2.2. Las proteínas

Son compuestos orgánicos nitrogenados formados por aminoácidos (AA). De estos aminoácidos se han identificado 22 como necesarios para el metabolismo y crecimiento del organismo. En la tabla que adjuntamos se encuentran divididos en no esenciales y esenciales. Los no esenciales son sintetizados por nuestro organismo y no deben ser necesariamente ingeridos con la alimentación. Por el contrario, los esenciales no se pueden sintetizar y necesitamos ingerirlos diariamente con los alimentos. Si tenemos una deficiente ingesta de algunos AA de este último grupo, podemos llegar a comprometer el mantenimiento de algunos tejidos del organismo. La alimentación que contiene el requerimiento completo de AA se compone de carne, pescado, aves, huevos y leche. Los vegetales y los cereales tienen proteínas denominadas incompletas puesto que no tienen todos los AA esenciales.

TABLA 5 Clasificación de los aminoácidos

Aminoácidos esenciales	Aminoácidos no esenciales
Isoleucina	Alanina
Leucina	Arginina
Lisina	Asparagina
Metionina	Ácido Aspártico
Fenilalanina	Cisteína
Treonina	Ácido glutámico
Triptófano	Glutamina
Valina	Glicina
Histidina en niños	Prolina
	Serina
	Tirosina
	Histidina en adultos

¿Qué nos proporcionan las proteínas?

El consumo de proteínas como sustrato energético durante el ejercicio físico es mínimo. Las proteínas permiten asegurar las siguientes funciones biológicas:

- son la base de la estructura de las células
- se utilizan para el crecimiento, reparación y mantenimiento de los tejidos corporales
- suponen una fuente de producción de hemoglobina, enzimas y muchas hormonas
- mantienen la presión osmótica del plasma
- producción de anticuerpos para proteger al organismo frente a enfermedades
- producción de energía

¿Es necesario aumentar el aporte de proteínas cuando realizamos ejercicio físico?

Las necesidades proteicas durante la realización de ejercicio físico se cubren mediante nuestra reserva de aminoácidos. Esta reserva se encuentra alimentada por:

- los AA que provienen de las proteínas de la alimentación
- los AA que provienen de la destrucción de nuestras proteínas

Cada día se renueva parte de nuestro almacenamiento proteico. Los AA que proceden de la degradación de viejas proteínas se almacenan permitiendo la resíntesis de nuevas proteínas.

Las recomendaciones nutricionales respecto a la ingesta proteica se sitúan entre el 10-15% del aporte calórico diario. Una ingesta excesiva de proteínas puede reducir la ingesta de hidratos de carbono y aumentar el aporte de grasa. Además, la digestión del exceso de proteínas necesita agua extra para la excreción urinaria, aumentará la micción y tendremos que hidratarnos más. De todas formas, está demostrado científicamente que la ingesta de proteínas propuesta asegura la cantidad mínima recomendada en hombres y mujeres, adultos. La ingesta proteica se expresa muchas veces en g de proteína por kg de peso y día. Por lo general, la ingesta es entre 0,7 y 0,8 g x kg⁻¹, pero podría adecuarse a la cantidad de masa muscular de la persona y, en algunos casos, a las características de la población, considerando una ingesta entre 1,5 y 2 g x kg⁻¹ en niños, adolescentes y mujeres embarazadas y hasta 3 g x kg⁻¹ en individuos que buscan un incremento de su masa muscular.

¿Dónde encontramos las proteínas?

Las proteínas pueden ser de origen animal o vegetal. Las proteínas que tienen una mejor calidad o valor nutritivo (valor biológico) son las de origen animal. La proteína de mejor calidad, con un elevado valor biológico, es la del huevo de gallina que contiene un 13% de proteína con un valor biológico del 95-100%. Por el contrario, si valoramos el contenido proteico del pan blanco, observamos un 7% de proteína con un valor biológico del 50%.

En la siguiente tabla, tomada de Hawley y Burke (1998), adaptada del Australian Department of Community Services and Health (1995), detallamos alimentos con elevado contenido proteico. En esta tabla, cada ración propuesta contiene aproximadamente 10 g de proteína y proporcionan poca cantidad de grasa.

TABLA 6 Alimentos con un elevado contenido proteico

Alimentos de origen animal	2 huevos pequeños 300 ml de leche descremada 30 g de queso descremado 70 g de requesón 200 g de yogur descremado frutas 150 g de queso fresco bajo en calorías 35 g de carne cocinada de cordero, buey o cerdo 40 g de carne de pollo cocinada 50 g de pescado plancha 50 g de atún en lata o de salmón
Alimentos de origen vegetal	120 g de pan integral 90 g de cereal integral 300 g de pasta cocida 400 g de arroz cocido 150 g de lentejas o alubias 200 g de judías verdes 120 g de tofu o soja 60 g de nueces

6.2.3. Las grasas

Las grasas, también llamadas lípidos, son compuestos orgánicos con una solubilidad en el agua limitada. Esto dificulta su degradación y absorción. Los triglicéridos constituyen, aproximadamente, el 90% de los lípidos de los alimentos y es la forma más frecuente de almacenamiento de las grasas en nuestro organismo. Existen otros tipos de grasas como los fosfolípidos, glucolípidos y el colesterol y otros esteroides.

Los triglicéridos constituyen nuestra forma más concentrada de energía. Están formados por glicerol y ácidos grasos libres. Los ácidos grasos libres proporcionan la energía y pueden ser saturados o insaturados en función de que no posean o posean dobles enlaces entre los átomos de carbono. Los insaturados pueden ser monoinsaturados o poliinsaturados, en función de que posean un solo enlace o más.

Por lo general, las grasas de procedencia animal tienen más grasas saturadas que las vegetales. Para distinguir el contenido en grasas saturadas o insaturadas de un alimento basta con exponerlo a temperatura ambiente: el alimento con mayor contenido en grasas saturadas se mantiene sólido, mientras que se mantendrá líquido si predominan las insaturadas. Existen algunas excepciones como el aceite de coco y de palma que, a pesar de su origen vegetal, constituyen los alimentos con mayor contenido en grasas saturadas del mercado.

Las grasas son frecuentemente utilizadas para mejorar el sabor de los alimentos y para darles textura. Representan entre el 35 y el 45% del total calórico que ingerimos con nuestra dieta. Esta cantidad es bastante superior a las recomendaciones de los especialistas en nutrición, que sugieren no sobrepasar el 30%.

¿Por qué debemos incluir en nuestra alimentación productos con grasas?

A pesar de la mala publicidad que tienen las grasas, no debemos olvidar su papel en innumerables funciones vitales. Las grasas que ingerimos con los alimentos son:

- Un componente esencial de las membranas de las células y de estructuras celulares del sistema nervioso (lípidos estructurales como los fosfolípidos y el colesterol).
- Una fuente energética que llega a proporcionar hasta el 70% de la energía que gastamos en reposo (lípidos de almacenamiento como los triglicéridos).
- Forman un colchón que protege a muchos órganos de nuestro cuerpo.
- Son precursores de la síntesis de hormonas esteroideas en las suprarrenales y gónadas (colesterol).
- Favorecen la entrada y el transporte de vitaminas liposolubles.
- Su acúmulo subcutáneo es un excelente aislante térmico.

6.2.4. Las vitaminas y los minerales

Las **vitaminas** son un grupo de compuestos orgánicos caracterizados por favorecer el crecimiento y el mantenimiento de la salud. Intervienen en infinidad de reacciones químicas y las necesitamos en cantidades no muy elevadas. Son básicas para que se produzca la liberación de energía, para el desarrollo de los tejidos y para la regulación de muchas reacciones metabólicas, puesto que todas tienen algún papel metabólico específico. No participan directamente en la construcción de las células. Son esenciales puesto que el organismo no es capaz de sintetizarlas y debemos ingerirlas con los alimentos. Al igual que el agua y las sales minerales, no proporcionan energía.

Con relación a su solubilidad en agua o en grasas, se han dividido en hidrosolubles y liposolubles. Las hidrosolubles, vitaminas del complejo B y C, prácticamente no se almacenan, se eliminan fácilmente por la orina y deben ser tomadas a diario. Las liposolubles, vitaminas A, D, E y K, se pueden almacenar, son más difíciles de eliminar y pueden garantizar su aporte durante meses.

Hay una serie de factores que afectan a la utilización de las vitaminas. El contacto con el oxígeno del aire ambiente hace que algunas vitaminas como la C, A y la niacina (vit. B3) se oxiden. Algunas vitaminas son fotosensibles y pueden verse afectadas por la luz, como es el caso de las vitaminas B2 y B6. Además, la cocción de los alimentos puede afectar a su contenido vitamínico. Con ella se pierden la mayor parte de las vitaminas hidrosolubles (C, grupo B). La temperatura y tiempo de cocción influyen mucho, de manera perderemos tanto si calentamos a alta temperatura pero durante poco tiempo,

TABLA 7 Características de las vitaminas

Id.	Nombre	Fuente	Función	Sintomatología del déficit	CDR
A	Retinol	Retinol: hígado, huevos, mantequilla, leche Carotenos: zanahorias, espinacas, bonitos	Función células epiteliales, crecimiento de huesos y dientes	Ceguera nocturna, retraso crecimiento, problemas piel, riesgo de infecciones	800-1000 µg
B1	Tiamina	Levadura, avena, leche, alimentos integrales	Metabolismo carbohidratos y proteínas, crecimiento	Beriberi: dolor muscular, neuritis, parálisis	1.1-1.5 mg
B2	Riboflavina	Hortalizas de hoja verde, aguacates, germen de trigo, leche, huevos	Acepta iones hidrógeno, participa en la producción energía aeróbica	Enfermedades ojos y piel, comisuras boca	1.3-1.7 mg
B3	Niacina o ácido nicotínico	Pescado, hígado, carnes rojas, levadura, granos, legumbres, nueces	Parte de coenzimas involucrados en la glucólisis y en la producción de energía aeróbica. Factor preventivo de la pelagra.	Pelagra (Dermatitis, diarrea y confusión mental)	15-19 mg
B5	Ácido pantoténico	Hígado, levadura, vegetales verdes, granos, bacterias intestinales	Forma el CoA. Síntesis de hormonas, esteroides. Producción de glucosa a partir de grasas y proteínas.	Trastornos neuromusculares y fatiga	4-7 mg
B6	Piridoxina	Pescado, hígado, levadura, tomates	Participa en metabolismo de aminoácidos	Dermatitis, retraso crecimiento, náuseas	1.6-2.0 mg
BC	Ácido fólico	Hígado, hortalizas de hoja verde, zanahoria.	Síntesis de ácidos nucleicos (información genética de las células), formación glóbulos rojos, síntesis de aminoácidos	Anemia macrocítica (glóbulos rojos grandes)	200-360 µg
B12	Cobalamina o cianocobalamina	Hígado, carnes rojas, leche, huevos	Formación glóbulos rojos, ácidos nucleicos y metabolismo aminoácidos	Anemia perniciosa y trastornos sistema nervioso	2.0-3.0 µg
C	Ácido ascórbico	Frutos cítricos, tomates, coliflor, patatas, hortalizas de hoja verde, brécol...	Síntesis colágeno, metabolismo de las proteínas	Escorbuto (alteración formación huesos y mala curación heridas)	60 mg
D	Calciferol	Aceite hígado pescado, leche enriquecida, huevos, exposición sol (acción luz solar sobre grasa cutánea)	Promueve la utilización calcio y fósforo, crecimiento normal, formación de huesos y dientes	Raquitismo (desarrollo deficiente, huesos frágiles), osteomalacia, alteraciones óseas, caries	10 µg
E	Alfa-tocoferol	Germen de trigo, soja, hígado, hortalizas de hoja verde, frutos secos	Antioxidante, previene catabolismo de algunos ácidos grasos, previene aborto	Distrofias musculares, esterilidad	8-10 mg
H	Biotina, considerada parte del grupo B	Carnes, lácteos, hígado, levadura, huevos	Síntesis de purinas y ácidos grasos, oxidación ácido pirúvico	Alteraciones mentales y musculares, fatiga, náuseas	0.3-1 mg
K	Filquinona o menaquinona	Alfalfa, yogur, hígado, espinacas, aceite vegetal, berza, yema huevo, flora intestinal	Elemento imprescindible para la síntesis de factores de coagulación	Sangrado por fallo factores coagulación, osteoporosis	65-80 µg

CDR = consumo diario recomendado

¿Necesitamos aumentar la ingesta de vitaminas?

Si seguimos una dieta equilibrada y variada, que compense nuestro gasto calórico, no necesitamos un aporte extra de vitaminas. Existen numerosos estudios científicos que demuestran lo innecesario de una suplementación nutricional con vitaminas. Se deben evitar ingestas desproporcionadas de algunas vitaminas y recurrir, en el caso de observar deficiencias en el aporte exógeno de alguna de ellas, a complejos multivitamínicos donde la dosis diaria no exceda el 100% de las recomendaciones. La utilización de suplementos vitamínicos en dosis muy elevadas puede provocar trastornos gastrointestinales, náuseas, cefaleas, dolores óseos y articulares, lesiones hepáticas, etc.

En individuos que realicen una actividad física, complementaria a la de su trabajo habitual, se debe cuidar y analizar el aporte vitamínico de la alimentación. Estudios realizados en deportistas de alto nivel muestran deficiencias en el aporte de vitaminas A y E.

Los **minerales**, también denominados elementos químicos esenciales o sales minerales, son sustancias esenciales para una función celular normal. Son elementos presentes en los alimentos que pueden ser utilizados para dar estructura a ciertos órganos, para formar hemoglobina, hormonas, vitaminas, proteínas, jugos gástricos, enzimas, y ayudar en la función muscular y nerviosa.

Hay varias clasificaciones. Por un lado, se habla de macrominerales, aquellos que se necesitan en cantidades superiores a 100 mg al día, y microminerales o elementos traza, cuando se necesitan en menor cuantía. Otros los clasifican en: a) **macronutrientes**, en grandes cantidades en el organismo como el calcio, fósforo y magnesio; b) **micronutrientes**, en menor cantidad, en ocasiones denominados oligoelementos como el hierro; c) **electrolitos**, son aquellos minerales presentes en forma de iones, que se encuentran normalmente disueltos en agua como el sodio, el potasio y el cloro; y d) elementos traza, en muy pequeña cantidad, entre los que se encuentran el selenio, el cromo, el flúor, el yodo, el manganeso, etc.

La necesidad de estos elementos inorgánicos se puede ver incrementada en aquellas personas con una ingesta inadecuada o cuando el ejercicio físico, diarreas y vómitos aumenten las pérdidas. En las mujeres e individuos que se sometan a una actividad física prolongada, se debe controlar la ingesta de hierro y prevenir la aparición de su déficit o anemia. Con la sudoración perdemos una gran cantidad de electrolitos, minerales como el hierro y el cinc y vitamina C. La pérdida de electrolitos por el sudor se puede regular con el entrenamiento. Se ha visto cómo las pérdidas de sodio, por litro de sudor, son menores en deportistas entrenados que en sedentarios. Sin embargo, esta adaptación frente a las pérdidas de sodio y cloro no se consigue con el potasio y el magnesio, por lo que debemos ser precavidos con la reposición de estos últimos.

6.2.5. La fibra alimenticia

Es un grupo de polisacáridos, carbohidratos complejos, que no son bien digeridos en nuestro intestino delgado y no proporcionan un aporte energético relevante. Están constituidos por los polisacáridos (no almidón) de la pared celular de los vegetales.

Existe una importante relación entre ingesta de fibra alimenticia y buena salud, porque:

- es un alimento que harta y limita la posibilidad de seguir comiendo;

- aumenta la retención de agua en las heces, disminuyendo su consistencia, evitando el estreñimiento y protegiendo al intestino; esto se favorece con la ingesta simultánea de agua;
- aumenta la eliminación de ciertas sustancias tóxicas del intestino grueso, de colesterol y ácidos biliares;
- disminuye la velocidad de absorción intestinal de la glucosa por enlentecimiento del vaciado gástrico y por disminución de su contacto con el epitelio intestinal;
- además, nutre las células que forman el revestimiento del intestino grueso y mejora su función.

Los alimentos vegetales no procesados y la harina tienen un elevado contenido en fibra alimenticia. Por otro lado, debemos cuidar la excesiva administración de fibra alimenticia porque puede limitar la absorción de otros nutrientes, sobre todo los minerales como el calcio, cinc, magnesio y hierro.

En la siguiente tabla, modificada de P. Cervera y col., 1995, se precisa el contenido aproximado de fibra de algunos alimentos.

TABLA 8 Contenido en fibra de los alimentos

Grupo	Alimento	Contenido en fibra (%)
Cereales	Pan integral	5
	Pan blanco	0,9
	Pasta (espaguetis, etc.)	0,4
Tubérculos	Patatas	2
Legumbres	Lentejas secas	12
	Guisantes frescos	5
Verdura	Espinacas, acelgas	6
	Judías verdes	3
	Tomates	1,5
	Lechuga	1,5
Frutas	Melocotón	1
	Naranja	0,5
Frutos secos	Cacahuetes	8

Si nos atenemos a recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud, la ingesta diaria de fibra debe ser superior a 27 g. Otros autores cifran las necesidades de fibra alimentaria entre 20 y 30 g diarios. Es importante recordar la necesidad de proteger nuestro aparato digestivo frente a enfermedades, como las hemorroides, el estreñimiento, el cáncer de colon, la diverticulosis, ...etc., realizando una alimentación equilibrada donde se insista en la utilización de alimentos no refinados y ricos en fibra.

6.3. La reposición hídrica

Aunque raramente se considera como un nutriente, puesto que carece de valor calórico, el agua es considerada como nuestro nutriente más importante. Nuestro organismo puede soportar pérdidas de un 40% en los depósitos de grasas, proteínas y carbohidratos, mientras que pérdidas próximas al 10% de agua pueden ser fatales.

El cuerpo tiene aproximadamente un 60% de agua. De toda esta agua, el 60-65% se encuentra en las células y constituye el volumen intracelular. El resto se encuentra fuera y es el denominado volumen extracelular que incluye el plasma, el líquido intersticial alrededor de las células, la linfa y otros fluidos. La proporción de agua en los diferentes tejidos puede variar. Estudios que hemos realizado con humanos, por resonancia magnética, han permitido el cálculo de un 75% de agua en el músculo y un 19% en el tejido adiposo (grasa subcutánea) mostrando la variabilidad del contenido hídrico de los diferentes tejidos.

Importancia del agua para el mantenimiento de la vida:

- Es un componente esencial de la sangre. Los glóbulos rojos transportan el O_2 a los músculos y otros tejidos gracias al plasma, que es principalmente agua.
- Todos los nutrientes como la glucosa, los ácidos grasos y los aminoácidos son transportados por el plasma sanguíneo. También permite el transporte de hormonas hasta sus órganos diana.
- El CO_2 y otros desechos metabólicos salen de las células para ir al plasma sanguíneo y ser eliminados por la respiración o por el riñón.
- El volumen plasmático es determinante en la presión arterial y por lo tanto en la función cardiovascular.
- Los líquidos corporales contienen agentes tampones que evitarán la bajada del pH cuando se forme lactato.
- Forma parte de los jugos gástricos elaborados para la digestión de los alimentos.
- El agua favorece la eliminación del calor corporal y mantiene una temperatura estable. Los intercambios de calor entre el organismo y su entorno, que permiten el enfriamiento del individuo, se realizan al nivel de la piel, que tiene la función de radiador; algo así como el sistema de enfriamiento del motor de un automóvil. La eficacia vendrá dada por la superficie corporal: cuanto mayor sea la superficie, mayor predisposición a enfriarse.



Fig. 6.2 La hidratación del bombero. El agua está considerada como nuestro nutriente más importante

Principales pérdidas de agua

Por un lado, tenemos unas pérdidas insensibles como las provocadas por la evaporación de la piel y la evaporación por el tracto respiratorio que suponen un 30% de la pérdida total de agua. El agua que eliminamos por los riñones junto con la orina supone la pérdida mayoritaria de agua, aproximadamente el 60% del total. Con el sudor perdemos un 5%, lo mismo que eliminamos por el tracto intestinal con las heces.

Mecanismos para compensar las pérdidas de agua

Por lo general aportamos unos 33 ml de agua por kg de peso y día. Un bombero de unos 75 kg de peso ingiere unos 2,5 litros de agua al día. El 60% en forma líquida y el 30% con la alimentación. Aproximadamente el 10% restante se produce en nuestras células durante el metabolismo. Esto último, que supone una producción entre 150 y 250 ml de agua al día, puede variar en función del gasto energético. Hay autores que calculan las necesidades de agua en función de la ingesta calórica, de forma que se debe ingerir 1 ml de agua por kcal. Una dieta de 2500 kcal debe aportar 2,5 litros de agua.

Tabla 9 tomada de P. Pujol-Amat (1991)

Pérdida de agua en % del peso corporal	Consecuencias para la salud y el rendimiento
2%	Alteración termorregulación
3%	Disminución de la endurance
4-6%	Disminución de la fuerza muscular Aparición de contracturas y calambres
7-8%	Contracturas graves Agotamiento por calor Golpe de calor Coma-muerte

Nuestras necesidades diarias de agua pueden verse afectadas por la realización de una alimentación salada o, por ejemplo, por la existencia de una patología infecciosa que curse con fiebre, vómitos y diarrea. La edad puede influir en las necesidades, y los lactantes requieren, en proporción, unas 2 ó 3 veces más de agua. El ejercicio físico produce un incremento de las pérdidas de agua por el sudor. La práctica totalidad del peso corporal perdido tras una actividad laboral intensa y prolongada o tras una sesión de entrenamiento físico, corresponde a la pérdida de agua corporal. Una hora de ejercicio físico puede suponer una pérdida añadida de 1 ó 2 litros de agua. Debemos ser sensibles con la recuperación de estas pérdidas y tenerlas en cuenta a la hora de efectuar actividades laborales de larga duración y en las que nos encontremos expuestos a unas condiciones ambientales de estrés térmico. En la tabla 9, que adjuntamos, se exponen una serie de problemas relacionados con la deshidratación. La pérdida aguda de agua que suponga un 8% del peso corporal, puede tener consecuencias fatales para el organismo. Durante el ejercicio físico o en situaciones laborales donde el gasto calórico sea elevado, debemos restablecer inmediatamente las pérdidas de agua. Péronnet y colaboradores (1991) sugieren:

- dar más importancia a la pérdida de agua que a la de electrolitos
- la sensación de sed no refleja correctamente nuestro estado de hidratación
- la ingesta de agua es fundamental para una óptima función cardiovascular y termorreguladora
- el agua debe estar a una temperatura entre 10 y 15 °C, favoreciendo el enfriamiento interno y se deben aportar unos 12 ml por kg de peso y por hora. En algunos individuos, esta pauta puede resultar excesiva, influyendo negativamente sobre el vaciamiento gástrico.
- en algunos casos, una excesiva hidratación puede provocar una dilución sanguínea con hiponatremia (debilidad, desorientación, coma).

6.4. Pautas para la alimentación del bombero que hace ejercicio

A partir de todo lo expuesto en el presente capítulo, dada la relevancia de los aspectos nutricionales para el correcto rendimiento del bombero, pasamos a dar una serie de consejos a todos aquellos que practiquen ejercicio físico durante su actividad laboral o como complemento de ocio. Insistimos en la necesidad de individualizar al máximo los requerimientos de cada individuo, aunque siempre podemos establecer parámetros generalizados que cada uno adaptará en función de sus características antropométricas y de su puesto de trabajo. Lo más práctico es introducirnos en la generalización de las pautas y dejar los aspectos individuales que, si no menos relevantes, sobrepasan el objetivo del presente manual.

Para la individualización de las necesidades, además de considerar los aspectos cualitativos, se debe valorar la cantidad de alimento que debe ingerir el individuo. El equilibrio entre ingesta y gasto se puede valorar, de una forma muy sencilla, mediante el control semanal del peso corporal. Un análisis más exhaustivo, con cálculo de la composición corporal, pondrá en evidencia la correcta proporción de los diferentes tejidos corporales (tejido muscular, tejido adiposo o graso) en función de la actividad física seleccionada.

A continuación comentaremos una serie de aspectos que determinan la utilización de nutrientes durante el ejercicio físico. Esta información es de especial relevancia para todos los bomberos que practican ejercicio físico de forma habitual.

— La intensidad del ejercicio

Utilizaremos una mayor cantidad de glucógeno muscular y de glucosa sanguínea a partir de intensidades de ejercicio donde se solicite el 75% de nuestro consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_2\text{máx}$). No se conoce bien el motivo, pero parece ser la existencia de una lenta velocidad de transporte de los ácidos grasos libres hasta la célula muscular. Si para realizar una actividad física utilizásemos exclusivamente grasas, la intensidad sería forzosamente baja y no pasaríamos del 50%.

— La duración del ejercicio

A cualquier intensidad de esfuerzo, cuanto mayor sea la duración, mayor será la utilización de las grasas. Parece ser que se produce un retraso en la utilización de glucógeno. No hay ningún problema a nivel de la captación de glucosa por el músculo. Por otro lado, cuanto más tiempo trabajemos mayor será la utilización de proteínas.

— *El nivel de entrenamiento*

La persona que se entrena experimenta una serie de adaptaciones que producirán modificaciones en la utilización y almacenamiento de nuestras reservas energéticas. Se produce:

- un aumento del $\text{VO}_2\text{máx}$ con lo que las mitocondrias pueden consumir más oxígeno;
- una mejora del umbral anaeróbico o inflexión en el acúmulo de lactato;
- un aumento de la capacidad del músculo y del tejido hepático para almacenar glucógeno;
- un incremento de la tasa de utilización (oxidación) de las grasas y una disminución de la utilización del glucógeno.

Todo lo anterior se debe a que el aumento de capilarización favorece el transporte de O_2 y de sustratos energéticos hasta la célula muscular. Esto favorece la velocidad de captación de ácidos grasos libres por las mitocondrias. Además, se produce un incremento en el tamaño y número de las mitocondrias, aumentando la actividad enzimática del ciclo de Krebs y de los enzimas implicados en la oxidación de los ácidos grasos. Por último, el tejido de órganos como el corazón, el hígado, los riñones y los músculos (sean activos o no) mejora su capacidad para utilizar el lactato producido durante el ejercicio como un sustrato energético.

— *El estado de las reservas de glucógeno antes del ejercicio*

Cuanto más glucógeno tengamos almacenado en nuestros músculos antes de realizar un esfuerzo, mayor será la disponibilidad de sustrato durante el ejercicio. Existen diferentes estrategias nutricionales para conseguir el incremento de las reservas de glucógeno. La deplección de las reservas provocada por un entrenamiento extenuante junto con una breve dieta (3-4 días) muy pobre en hidratos de carbono, seguida de 3 días de elevada ingesta de hidratos de carbono (70-75% del total calórico) y reposo físico, elevan los niveles de glucógeno por encima de lo normal. Esta estrategia, denominada régimen disociado escandinavo, es y ha sido frecuentemente utilizado en los deportistas que compiten en pruebas de larga distancia. Debemos considerar que al aumentar las reservas de glucógeno podemos aumentar el peso corporal, puesto que el almacenamiento de 1 g de glucógeno supone la retención de 2,6 g de agua.

Por otro lado, algunos estudios muestran que, antes de una carrera, gracias a la ingesta de estimulantes como la cafeína, se puede elevar los niveles de ácidos grasos libres y se ahorra la utilización del glucógeno durante la misma.

— *La última comida antes de entrenar o de competir.*

Se deben evitar mecanismos fisiológicos que provoquen aumento de la insulina en sangre. La ingesta, en grandes cantidades, de hidratos de carbono con un alto índice glucémico provoca una elevación de la glucemia con estímulo de la liberación de insulina al torrente sanguíneo. La liberación de insulina tiene un efecto negativo para la utilización de los lípidos, con lo que desciende la concentración sanguínea de ácidos grasos libres, limitando su transporte al músculo, y se favorece la utilización de glucógeno desde el inicio del ejercicio. La ingesta de HCO inmediatamente antes de un ejercicio puede ser beneficiosa si en vez de glucosa se utiliza fructosa, que tiene menos efecto sobre la insulina.

— *Administrar bebidas energéticas durante el ejercicio*

Actualmente está ampliamente reconocido que mejora el rendimiento, al aumentar la resistencia a la fatiga, durante pruebas de larga duración. El ahorro no viene porque no se utilice el glucógeno muscular, sino porque se limita la conversión del glucógeno hepático en glucosa sanguínea y, con ello, retrasamos la hipoglucemia. Por otro lado, las catecolaminas circulantes, que son hormonas como la adrenalina y la noradrenalina, secretadas durante el ejercicio, inhiben la liberación de insulina por el páncreas y favorecen la utilización de los lípidos.

— *La temperatura ambiente elevada estimulará una mayor utilización de sustratos energéticos durante el ejercicio físico.*

¿Cómo repondremos los niveles de glucógeno?

Si recopilamos las sugerencias de W.M. Sherman (1992), podemos diferenciar lo que ocurre en hígado y músculo. En el hígado se observa que los niveles de glucógeno se normalizan en las primeras horas posteriores a la realización de ejercicio y que puede acelerarse con la ingesta de fructosa. En el músculo, los primeros estudios comentaban la necesidad de esperar más de 48 horas. Otros estudios, más recientes, observan una normalización en 24 horas cuando se realiza una ingesta diaria de hidratos de carbono entre 9 y 16 g por kilogramo de peso corporal. Incluso con dietas más pobres en hidratos de carbono (sólo 5 g /kg peso /día), pero iniciando la ingesta en las 2 horas posteriores a la realización del ejercicio, se consigue reponer las pérdidas en 24 horas. La mayor parte de autores coincide en que existe una gran relación entre la cantidad de hidratos de carbono ingeridos en las 24 horas posteriores al ejercicio y el contenido de glucógeno muscular posterior. Aparentemente, en las primeras 6 horas posteriores al ejercicio, la ingesta de hidratos de carbono de alto índice glucémico aumenta la síntesis de glucógeno. Tras la deplección del glucógeno, la ingesta de 1 g de hidratos de carbono por kg de peso, cada 2 horas, puede duplicar la síntesis de glucógeno muscular. Recientemente, Sherman ha conseguido triplicar la síntesis de glucógeno muscular ingiriendo 0,4 g de hidratos de carbono por kg de peso cada 15 minutos, en las 4 horas posteriores a un ejercicio extenuante.



Fig. 6.3

Para reponer lo antes posible los depósitos de energía de nuestro organismo, tras la realización de una competición o un entrenamiento exigente, sugerimos:

- Efectuar un consumo de carbohidratos inmediatamente después del esfuerzo (barrita energética, bebida energética).
- Realizarlo a intervalos frecuentes.
- Si la ingesta se hace en forma líquida, se ayuda al restablecimiento del agua perdida.
- Se debe intentar reponer, en las 2 a 4 horas posteriores al ejercicio, la cantidad de 1,5 g de hidratos de carbono por kg peso
- Hay que respetar un tiempo prudencial para el siguiente ejercicio, puesto que el restablecimiento de los niveles de glucógeno no asegura una función muscular normal.

En el supuesto de que realicemos una actividad física de larga duración de manera habitual, como es el caso de la preparación de una carrera de maratón, tendremos que vigilar la ingesta de hidratos de carbono, llegando a aportes cercanos a los 8 g por kilogramo de peso y día.

6.5. La obesidad y el control del peso

La obesidad consiste en un excesivo acúmulo de grasa. Este acúmulo se localiza, por lo general, debajo de la piel. Por lo tanto, cuando nos referimos a la obesidad, hablamos de un elevado acúmulo de tejido adiposo subcutáneo. El tejido adiposo se almacena en zonas específicas como el pecho, la parte más proximal de las extremidades, la parte posterior del cuello, encima de los glúteos y en el abdomen. La proporción de almacenamiento de ese tejido adiposo, en estas zonas, varía de unas especies a otras. En los humanos, los hombres, tienen más barriga que las mujeres; pero el significado de estas diferencias entre los dos sexos se desconoce.

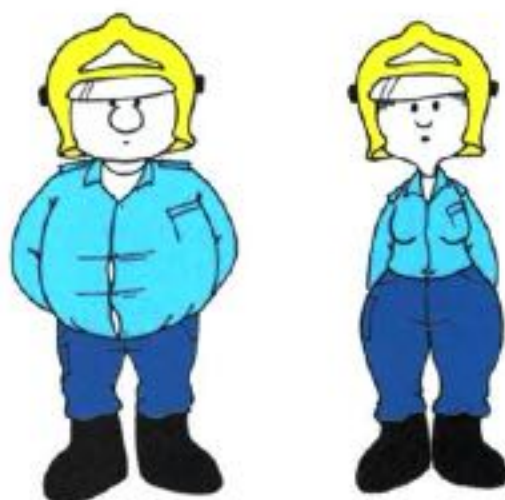


Fig. 6.4

Existen dificultades para establecer el límite a partir del que se considera a una persona obesa. Si nos ayudamos de la expresión índice de masa corporal (IMC), relación entre el peso de un individuo y el cuadrado de su talla, especificado en el capítulo de fisiología, una persona es obesa cuando este límite supera el valor de 30.

No obstante, podemos encontrarnos con sujetos considerados obesos por tener un IMC elevado y no tener un excesivo acúmulo de grasa, sino una masa muscular muy elevada. Esto se ha observado en algunos deportistas que participan en pruebas de fuerza y velocidad.

La obesidad se debe frecuentemente a un balance energético positivo, es decir, comemos demasiado, consumimos poco y la energía sobrante se nos acumula en forma de grasa. Algunos autores hablan de esta enfermedad como de un trastorno cuantitativo de la conducta alimentaria. Está relacionada y predispone a la aparición de ciertas patologías como la diabetes, la hipertensión y otras enfermedades cardiovasculares. En el apartado 7 de este capítulo trataremos con más detalle los aspectos patológicos de una mala alimentación.

Las causas de la obesidad pueden ser muy variadas aunque, en gran parte, son debidas a un hábito de vida donde coexisten una alimentación excesiva y desequilibrada y la falta de actividad física. Por otro lado, hay estudios que ponen en evidencia la predisposición genética para la obesidad.

Recientemente han sido identificados diversos genes responsables de la obesidad en humanos. Alguno de estos genes codifica la leptina, que es una proteína secretada por el tejido adiposo, responsable del control de la masa grasa mediante la inhibición del apetito. Se ha visto que los individuos obesos tienen un nivel sanguíneo de leptina 10 veces superior al normal.

6.5.1. Determinación de la obesidad

Anteriormente hablábamos de la dificultad para establecer el diagnóstico de obesidad en una persona. Si tenemos en cuenta la definición de obesidad como aumento excesivo del acúmulo de grasa, necesitaremos medir este último para confirmarlo. Por lo general, la cantidad de grasa se mide respecto a la masa corporal total y se expresa en porcentaje. Los valores normales, en hombres y mujeres, son 15% y 25%, respectivamente.

Se considera que un hombre es obeso cuando sobrepasa el 25% de grasa corporal y la mujer el 30%. Esta valoración lleva el problema añadido de la utilización de ecuaciones indirectas para dicho cálculo. Ante la dificultad de calcular la grasa corporal mediante la pesada hidrostática, se han validado multitud de ecuaciones que, mediante la determinación de pliegues cutáneos y otras mediciones antropométricas, permiten la estimación de la densidad corporal y de la grasa corporal.

En la selección efectuada para el estudio de la determinación del perfil fisiológico de los bomberos de la Generalitat, cuyos resultados se encuentran en la tabla 10, constatamos la existencia de 2 bomberos que superan el rango indicado más arriba. Curiosamente, no coinciden los mismos con ambos parámetros (IMC y % graso) elevados, de forma que son 3 los que tienen algún parámetro alterado. Esto reafirma la necesidad de efectuar más de una medición para confirmar el riesgo potencial de los individuos.



Fig. 6.5

Tabla 10. Características antropométricas de los bomberos seleccionados para las pruebas de laboratorio

Bomberos n		Peso kg	Talla m	IMC kg/m ²	P Abd mm	P Cad mm	A/C mm	Σ 6 pliegues mm	Grasa %
23	promedio	76,1	1,73	25,5	88,6	97,3	0,909	86,4	15,7
	sd	11,5	0,07	3,1	9,9	5,8	0,060	38,3	4,8
	máximo	96,4	1,84	32,5	107,2	106,1	1,021	163,8	25,2
	mínimo	53,9	1,58	21,1	69,0	85,5	0,756	29,5	9,1

IMC = índice de masa corporal, relaciona el peso en kg con el cuadrado de la talla en m

P Abd = perímetro corporal abdominal, tomado a nivel del ombligo, expresado en mm

P Cad = perímetro corporal máximo de ambas caderas, expresado en mm

A/C = índice que expresa la proporción entre el P Abd y el P Cad

Σ 6 pliegues = sumatorio de los pliegues cutáneos tríceps, subescapular, abdominal, supraespinal, anterior del muslo y pierna medial, expresado en mm

Grasa = porcentaje de masa grasa corporal calculado mediante la ecuación de Yuhasz-Faulkner (1962).

6.5.2. La regulación del peso corporal

Gracias a la ingesta de alimentos equilibrados las necesidades calóricas producidas por nuestro gasto. Este está relacionado, básicamente, con 3 aspectos: a) el gasto calórico en reposo, considerado como la mínima cantidad de energía necesaria para mantener nuestras funciones vitales que supone del 60 al 75% de nuestro gasto calórico diario; b) el efecto térmico de los alimentos, que corresponde con el gasto calórico generado por la digestión, absorción, transporte, metabolismo y almacenamiento de los alimentos, que resulta, aproximadamente, un 10% del gasto calórico diario; y c) el efecto térmico de la actividad física, que es el gasto energético realizado durante nuestra actividad laboral o durante nuestra actividad física de ocio. Este último varía en mucho, puesto que nuestro gasto es bajo si estamos durante todo el día en el despacho escribiendo a máquina, pero puede ser muy elevado si salimos de excursión por la montaña durante 8 horas. Generalmente, oscila entre el 15 y el 30% del gasto calórico diario.

El organismo se adapta a los cambios en la ingesta alimentaria ajustando cualquiera de estos 3 mecanismos. Cuando la ingesta alimentaria es baja, los 3 mecanismos reducen su gasto, mientras que cuando la ingesta es excesiva los 3 se activan al máximo. En ocasiones esta regulación es insuficiente, observando que, tras un periodo de privación perdemos peso, y que, tras una sobrealimentación, nos volvemos obesos. Cuando se vuelve a la alimentación normal, en ambos casos se recupera el peso inicial. Por lo general nos sobrealimentamos respecto a nuestro gasto y es frecuente observar cómo, a partir de los 25 años, se incrementa nuestro peso corporal en casi medio kilo al año. Esta ganancia es, en su mayor parte, debida al acúmulo de grasa.

Cuando intentamos controlar el exceso de peso nos encontramos con que la gente responde de formas muy diversas a una misma intervención. De hecho, ante una ingesta excesiva, observamos que nadie incrementa de peso en igual medida. La pérdida de peso no debe ser superior a 1 kg por semana. La pérdida de grasa corporal debe considerarse como un objetivo a largo plazo. Si buscamos una pérdida rápida de peso, lo más probable es que se deba a una deshidratación. En poco tiempo volveremos a recuperar el peso.

La mejor forma de perder peso consiste en reducir la ingesta calórica, mediante dietas hipocalóricas, pero manteniendo la variedad alimenticia que aporte los minerales y vitaminas necesarios para el organismo. Básicamente, se debe reducir la ingesta de grasas y de azúcares de absorción rápida. No obstante, ante cualquier deseo de efectuar un control de peso orientado a la búsqueda del peso ideal, tenemos que ponernos en contacto con un especialista que lo determine, en función de la edad, el sexo y la actividad laboral, y que proponga una alimentación adecuada.

La realización de ejercicio físico encaminado a fundir la grasa no es muy efectiva. La realización de una actividad física moderada con el objetivo de gastar más energía es insuficiente. Lo más efectivo parece ser la combinación de la reducción de la ingesta calórica alimentaria con la práctica de ejercicio físico. Esta combinación, además de ser la que produce una reducción de la masa grasa corporal, es la que proporciona mayores beneficios a los obesos con problemas de resistencia a la insulina, hiperglucemia, dislipemias y problemas tromboembólicos. Muchos científicos sugieren que los individuos con sobrepeso y obesos, al sentirse en forma y activos, reducen su riesgo de morbilidad y mortalidad.

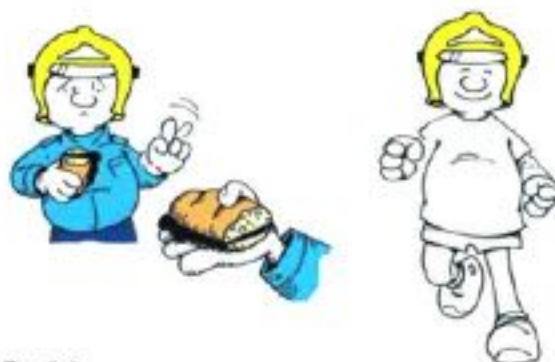


Fig. 6.6

6.6. Patologías relacionadas con la alimentación

La Organización Mundial de la Salud insiste en la necesidad de adecuar la alimentación. La mayor parte de trabajos científicos que estudian las causas de la mortalidad humana coinciden en el papel relevante de nuestra alimentación. Hay infinidad de enfermedades del aparato digestivo, endocrinas, reumatológicas, metabólicas, ...etc. que pueden estar relacionadas con la ingesta de algunos alimentos o que se vean comprometidas por ello. La patología cardiovascular y el cáncer, principales causas de mortalidad mundial, coinciden con ingestas alimentarias en las que predominan alimentos con elevado contenido en grasas saturadas.

El riesgo de la patología cardiovascular está especialmente ligado a nuestra alimentación. Las enfermedades del corazón dependen, entre otros, de la obesidad, de unos niveles altos en sangre de colesterol de baja densidad (colesterol malo), de triglicéridos y de unos niveles bajos de colesterol de alta densidad (colesterol bueno). A esta lista debemos añadir los individuos que tienen problemas relacionados con la producción y la tolerancia de la insulina. Cuando realizamos una comida rica en hidratos de carbono nuestro organismo estimula la liberación pancreática de insulina para reducir el incremento de la glucosa sanguínea.

Cuando hay dificultad en reducir los niveles de glucosa nos encontramos ante una enfermedad o síndrome denominado diabetes, que se caracteriza por la hiperglucemia (aumento de la glucosa en sangre) y la existencia frecuente de complicaciones. Este trastorno crónico del metabolismo de los hidratos de carbono, de base genética, se caracteriza por dos tipos de manifestaciones.

Por un lado, la alteración metabólica que cursa con hiperglucemia y glucosuria (aumento de la glucosa en orina). Por otro lado, una alteración vascular que afecta a todos los órganos y principalmente al corazón, a la circulación cerebral, a los riñones y a la retina de los ojos. Esta enfermedad aumenta con la edad. Además, se conoce la existencia de un aumento progresivo de la incidencia de esta enfermedad que puede ser debido a: a) el envejecimiento de la población; b) la mayor esperanza de vida de los diabéticos, c) la mayor fecundidad de las diabéticas; d) el aumento de la obesidad; y e) el aumento del consumo de azúcares refinados.

La diabetes se clasifica en 2 tipos:

- Diabetes juvenil o *diabetes mellitus* insulino dependiente o diabetes tipo I. Afecta a individuos menores de 30 años, se inicia de manera brusca, produce cetoacidosis y tiende rápidamente a la necesidad de insulina exógena. La cetoacidosis o cetosis consiste en la producción de cuerpos cetónicos durante la diabetes o el ayuno prolongado. Puede provocar desequilibrios en el organismo con deshidratación y pérdida de electrolitos que conduzca al colapso. En el ayuno prolongado, gracias a la existencia de cuerpos cetónicos, evitamos que se produzca un hígado graso por excesivo aporte de ácidos grasos derivados de la movilización de las grasas. Los cuerpos cetónicos invaden el territorio sanguíneo sirviendo como nutriente alternativo a las grasas y a la glucosa. El cerebro puede utilizar estos cuerpos cetónicos como combustible alternativo a la glucosa.
- *Diabetes del adulto o diabetes mellitus* no insulino dependiente o diabetes tipo II. Mayor incidencia en individuos mayores de 40 años. Generalmente son obesos y la aparición de la enfermedad suele estar solapada y se puede controlar durante bastante tiempo con la dieta sin necesidad de administrar insulina. El tiempo transcurrido entre la aparición de los primeros síntomas y el diagnóstico de la enfermedad puede ser largo, meses e incluso años. El apetito excelente, beber mucho e ir muchas veces al lavabo para orinar son elementos que aparecen con frecuencia en el interrogatorio. Este incremento descontrolado de la cantidad de azúcar en la sangre puede provocar alteraciones graves, entre las que podemos citar la ceguera y el fracaso renal.

Además de los problemas generados por las enfermedades que provocan una disminución de la secreción pancreática de insulina, recientemente se ha descrito el síndrome X, que se diferencia de la diabetes, en que no existe una limitación en la secreción de insulina, pero sí en que esa insulina sea efectiva. El páncreas de los individuos con síndrome X libera grandes cantidades de insulina que tardan en desviar la glucosa fuera del torrente vascular hacia el interior de las células.

Los altos niveles de insulina y el aumento de triglicéridos en sangre por parte del hígado, junto con unos niveles elevados de colesterol malo, suponen incrementar unas 4 veces el riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular.

Debemos considerar, sobre todo a partir de la cuarta década de la vida, las características de la alimentación puesto que la diabetes, la arteriosclerosis, la hiperuricemia o las hipertrigliceridemias, son afectaciones concomitantes con la obesidad que suponen un riesgo elevado a nivel coronario.

En la tabla que adjuntamos, tomada y modificada de Vázquez y col. 2000, damos una relación de enfermedades relacionadas con malos hábitos alimentarios.

TABLA 11 Enfermedades relacionadas con malos hábitos alimentarios

Enfermedades cardiovasculares	Cardiopatía isquémica	Infarto de miocardio, Angor,...
	Arteriosclerosis	
	Aneurismas	
	Hipertensión arterial	
	Enfermedades vasculocerebrales	
	Otras	Miocardopatías, insuficiencia cardíaca
Enfermedades endocrinas y metabólicas	Diabetes mellitus	
	Dislipemias	
	Gota	
	Obesidad	
Enfermedades del tracto digestivo	Caries	Presentes en el 80% de los niños y favorecida por consumo de sacarosa
	Diverticulosis	
	Cirrosis	
	Colelitiasis	
	Pancreatitis	
Enfermedades relacionadas con el alcohol	Psicosis etílica	
	Alcoholismo (dependencia del alcohol)	
Enfermedades oncológicas	Cánceres	Aparato digestivo (esófago, estómago, intestino, hígado, vesícula biliar, páncreas), mama, útero, próstata, tiroides...
Enfermedades carenciales	Bocio	
	Osteoporosis	

En este apartado también trataremos los trastornos de la conducta alimentaria, entre los que se encuentran la anorexia y la bulimia, que constituyen una patología psicossomática que afecta principalmente a mujeres jóvenes. En principio son opuestas, puesto que la persona anoréxica no ingiere alimentos, mientras que la bulímica los ingiere de forma compulsiva. No obstante, es frecuente observar bulimia con antecedentes de anorexia mental, y anorexia iniciada sobre un proceso bulímico. Se ha descrito la existencia de individuos bulianoréxicos, al existir la alternancia de ambos procesos. Tal y como sugiere J.C. Cruz (1991), la conducta alimentaria, desde la más temprana edad, puede responder a un conflicto con el entorno, incidiendo en la manera de comer, en los hora-

rios, en el número de comidas, y en la cantidad y calidad de las mismas. Los conflictos encierran aspectos psicológicos, sociales y constitucionales de difícil diferenciación. Estas alteraciones, cuando son cuantitativas y se prolongan en el tiempo, pueden provocar un grave riesgo para la salud.

La anorexia nerviosa

Consiste en una obsesiva búsqueda del adelgazamiento mediante una dieta progresivamente restringida. Gran parte de estas personas también desarrollan la sintomatología de la bulimia. Las personas con anorexia tienen una imagen distorsionada de su cuerpo y una gran preocupación por el aumento de peso. Afecta sobre todo a mujeres jóvenes; sólo el 10% de los afectados son varones.

El rechazo por la comida no solo debe asociarse con la existencia de una anorexia puesto que una serie de trastornos psicológicos como la esquizofrenia, la histeria y la depresión, también lo producen. La persona anoréxica se siente bien con la sensación límite de morir de hambre. Existen estudios que muestran la existencia de un 1% de mujeres jóvenes, entre 16 y 18 años, con un trastorno de su conducta alimentaria, que no necesariamente es anorexia. Puede tener unas consecuencias leves para la salud o, por el contrario, provocar la muerte, que ocurre en un 10-15% de las personas diagnosticadas.

La persona anoréxica se caracteriza por ser hiperactiva y negar constantemente la sensación de hambre; es la asociación del binomio delgadez-hiperactividad. La pérdida de peso es cercana al 20% del normal en individuos de esa edad, sexo y talla. A la inicial disfunción psicológica, le sigue un trastorno de la regulación hipotálamo-hipofisaria. Es frecuente que existan alteraciones en el ciclo menstrual con desaparición de la regla (amenorrea).

La bulimia

La persona bulímica suele ser joven o de mediana edad, de sexo femenino, perfeccionista, cumplidor, obediente. Se presenta en individuos con insatisfacción, inmadurez, hipersensibilidad, impulsividad y poca tolerancia a la frustración. Es una persona que ingiere una gran cantidad de calorías tras un período de ayuno y que, posteriormente, purga su cuerpo mediante vómitos, laxantes o diuréticos.

El síntoma más específico es la constante preocupación por la comida y el peso corporal. Se caracteriza por 2 fases alternantes:

- Ingesta compulsiva de alimentos: el clásico atracón de comida. Se realiza de forma disimulada, en secreto, produce malestar físico y acaba con problemas de conciencia y sentimiento de culpa.
- Control del peso: consiste en reducir la ansiedad provocada por el atracón. El bulímico vomita, abusa de los laxantes y diuréticos, realiza una dieta hipocalórica posterior e inicia un programa demencial de ejercicio físico.

Ante la sospecha de una alteración de la conducta alimentaria, está indicada la consulta con un profesional, psicólogo o psiquiatra, que diagnostique la existencia de un proceso patológico y ponga en marcha un rápido tratamiento.

6.7. La dieta

La dieta es el patrón de la alimentación. Corresponde con la cualidad, cantidad y periodicidad de la alimentación de una persona. Una dieta equilibrada es aquella que proporciona los nutrientes esenciales en cantidad y proporciones suficientes para favorecer una buena salud.

¿Cuál es la base de una dieta equilibrada?

- Proporcionar hidratos de carbono, grasas, proteínas, vitaminas, minerales y agua.
- Hacerlo en unas proporciones adecuadas; respecto a los principales nutrientes, se sugiere:

Hidratos de carbono 50-55%

Grasas 30-35%

Proteínas 15-20%



Fig. 6.7

- Las cantidades deben adecuarse a las características de cada uno, de forma que variará en función del sexo, de la edad y de la actividad física realizada.
- Las proporciones de vitaminas y minerales son pequeñas y suficientes si se cumplen los criterios de cantidad y proporción de los principales nutrientes.
- Proporcionar ingesta de fibra alimentaria.

Además, una dieta equilibrada debe proporcionar:

- Una fácil digestión y sensación de saciedad
- Ser económicamente accesible
- Satisfacer las necesidades de nuestro paladar



Fig. 6.8

TABLA 12 Ejemplo de alimentación equilibrada

Comida	Momento día	Alimentos
Desayuno	Mañana	1 zumo de fruta o una pieza de fruta 1 vaso de leche descremada 3 biscotes integrales o 1 taza de cereales o 1 panecillo integral 1 cucharada de mermelada café, té o infusión
Almuerzo	Media mañana	1 pieza de fruta
Comida	Mediodía	1 plato de pasta o arroz o legumbres 1 ensalada 1 filete de carne o 2 de pescado pan 1 fruta
Merienda	Media tarde	1 yogur
Cena	Noche	1 plato de verdura + 2 patatas pequeñas 1 pechuga de pollo o tortilla 2 huevos pan 1 fruta 1 yogur

En esta tabla se encuentran indicadas unas cantidades de alimentos que proporcionan aproximadamente 2500 kcal. Esta dieta es adecuada para un bombero de sexo masculino, de 40 años de edad y 75 kg de peso. Estas proporciones deben adecuarse en función de la actividad física que realice el bombero. La duración e intensidad del trabajo efectuado por el bombero pueden modificar en gran medida la cantidad de la ingesta. Los tentempiés, como yogures y fruta, pueden ser sustituidos por un bocadillo en el que se evitará el embutido con elevada proporción de grasas saturadas como el fuet, el salchichón y el chorizo. La alternancia de los alimentos debe considerar el aporte calórico de los mismos.

Los hidratos de carbono y las proteínas proporcionan 4,1 kcal por cada gramo, mientras que las grasas aportan 9,3 kcal por gramo. También hemos de añadir la ingesta de líquidos. Además del agua de los alimentos que ingerimos, tenemos que beber entre 1,5 y 2 litros de agua al día. Hemos de evitar la hidratación mediante refrescos que tienen un elevado contenido en azúcares refinados y gas que puede retrasar el vaciamiento gástrico. El alcohol es muy energético. Cada gramo de alcohol proporciona 7 kcal. No obstante, dados sus efectos beneficiosos, en pequeña cantidad, sobre el sistema cardiovascular y el humor, se recomienda una ingesta diaria máxima equivalente al alcohol contenido en dos vasos de vino.

TABLA 13 Alimentos recomendados para el bombero

Carbohidratos alto índice glucémico	Granos y cereales	Pan blanco, arroz, glucosa, miel cornflakes, muesli
	Vegetales	Habas, maíz, patatas
	Frutas	Pasas, plátano
	Azúcares	Glucosa, miel
	Bebidas	7% glucosa
	Otros	Galletas, chocolate
Carbohidratos medio y bajo índice glucémico	Granos y cereales	Pasta
	Vegetales	Patatas fritas bolsa, judía, lenteja sopa de tomate
	Frutas	Uva, naranja manzana, cereza, dátil, melocotón
	Otros	Helados, leche, yogur
Proteínas	Animales	Huevos Carne, pescado Leche, queso
	Vegetales	Legumbres Hortalizas Cereales Nueces, almendras, cacahuètes
Grasas (no abusar)	Saturadas (sólidas a temperatura ambiente)	Manteca Margarina Grasa de la carne
	No saturadas (líquidas o blandas a temperatura ambiente)	Aceite vegetal Margarina vegetal Grasa de pescado Frutos secos
Para asegurar la ingesta de micronutrientes (vitaminas y minerales)		Fruta Vegetales Nueces Carne, pescado Huevos

Hay una serie de reglas básicas que debemos respetar cuando nos aventuramos en la preparación o elección de nuestra comida. La propia elaboración de la comida, acompañada de la ingesta de agua, puede bastar para controlar nuestro voraz apetito.

Para comenzar, una ensalada es adecuada. Debemos cuidar la cantidad de aliño puesto que, al añadir aceite de oliva, estamos aumentando el contenido calórico de nuestro primer plato. La ensalada estimula la masticación y aumenta la sensación de saciedad. Si estamos en invierno, las bajas temperaturas sugieren la toma de caldos o consomés que llenan y no aportan calorías.

Para el segundo plato, lo mejor es una carne o un pescado a la plancha. Nos evitamos grasas añadidas. Por supuesto, evitaremos guarniciones fritas, como las socorridas

patatas fritas, que echarían a perder el esfuerzo realizado con la plancha. Este plato ayuda a reducir la ingesta de pan, puesto que no tenemos dónde untarlo.

De postre, una pieza de fruta es el alimento ideal. Evitar los postres dulces, los helados y los lácteos, excepto si son desnatados. Para acompañarlo todo, agua, nada de refrescos que aumentarán innecesariamente la ingesta calórica.

Cualquier tipo de dieta, además de caracterizarse por los aspectos cualitativos, debe tener en cuenta la cantidad de alimento que proporciona. En función de los objetivos que persiga hablaremos de: a) dietas normocalóricas, cuando intentemos mantener el peso corporal; b) dietas hipocalóricas, cuando la restricción calórica persiga la reducción del peso corporal; c) dietas hipercalóricas, cuando busquemos el incremento de la masa corporal mediante una ingesta elevada.

Hay infinidad de dietas. Desde las necesarias para someterse a una exploración diagnóstica en medicina hasta las que controlan el aporte de sal, pasando por la cirugía, enfermedades aparato digestivo, enfermedades infecciosas, renales,...etc. A continuación hablaremos de algunas dietas que se han propuesto para potenciar el bienestar, tratar y prevenir problemas como la obesidad, la patología cardiovascular y la diabetes.

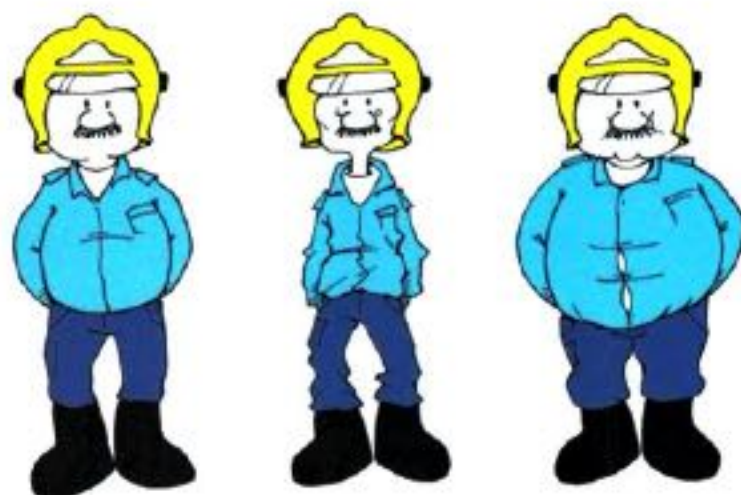


Fig. 6.9. El efecto «yo-yó»

a) Dietas vegetarianas

Los vegetarianos son individuos que no consumen alimentos de origen animal. Hay dos tipos de dietas vegetarianas: las estrictas y las semivegetarianas. En estas últimas se rechazan todos los productos animales excepto los huevos, la leche y los derivados lácteos. Por lo general, siempre y cuando la ingesta sea normocalórica, esta dieta no debe afectar a la salud y condición física de los que las realizan. En el caso de vegetarianos estrictos, se debe incidir sobre el tipo de alimentos y variarlos para proporcionar todos los minerales, vitaminas y proteínas necesarios para las funciones orgánicas. Se ha descrito la aparición de deficiencias de muchos minerales como el hierro, el calcio, el yodo, el selenio, el zinc, y en vitaminas D, B2 y B12.

En el caso de semivegetarianos, donde se permite la utilización de productos derivados, hay una serie de combinaciones para asegurar el aporte proteico. La leche, el huevo y los quesos deben introducirse en gran número de platos. La pasta o fideos

con queso, el arroz con leche, los cereales con leche, las lentejas con pan, o el arroz con judías son algunos de los recomendados.

b) Dietas cetogénicas

Dieta del Dr. Atkins. Famosa en la clínica Mayo. Utilizadas para evitar la ingesta de hidratos de carbono que proporcionan un elevado aporte energético y facilitan la absorción de las grasas. Proporciones sugeridas: 18% de hidratos de carbono, 22% proteínas, grasas saturadas 25% y grasas insaturadas 35%. Provocan una gran reducción del aporte de carbohidratos que puede tener consecuencias negativas sobre el cerebro. El cerebro es un órgano que se nutre principalmente de fosfocreatina y carbohidratos. Si suprimimos el aporte en azúcares de la dieta estaremos limitando un correcto funcionamiento cerebral. Tendremos que depender de la utilización de los cuerpos cetónicos como sustrato energético que podrían provocarnos trastornos electrolíticos y deshidratación. Además, potencian la ingesta de una excesiva proporción de grasas saturadas con incremento del riesgo cardiovascular. El aporte diario de colesterol es muy elevado, cercano a los 800 mg.

c) Dieta de la American Heart Association

La Asociación Americana del Corazón intenta reducir el riesgo de padecer enfermedades cardíacas clasificando los alimentos respecto a su contenido en grasas saturadas y colesterol. Esta dieta promueve la ingesta de un 55-60% de hidratos de carbono, un 15% de proteínas y un 25-30% de grasas. Se recomienda que la ingesta de grasas saturadas suponga únicamente el 30-35% del total de grasas. Se controla la ingesta de colesterol no pasando de 300 mg al día. Este tipo de dieta debe evitarse en individuos diabéticos que tienen dificultad para secretar la insulina y en aquellos con elevada producción y malfunción de la misma.

d) Dietas hiperproteicas

El objetivo consiste en la reducción del aporte de carbohidratos y su sustitución por proteínas. Hidratos de carbono 40%, proteínas 30%, grasas 30% de las cuales 80% insaturadas y 20% saturadas. Ingesta de 210 mg diarios de colesterol. El problema de estas dietas es que pueden estimular la secreción de insulina. Son difíciles de llevar porque requieren muchos ajustes de nuestra alimentación habitual. Además, es muy difícil llegar a ingerir semejante cantidad de proteínas sin provocar una ingesta elevada de grasas saturadas que pueden aumentar el colesterol de baja densidad y potenciar el riesgo cardiovascular.

e) Dietas para diabéticos

Fundamentales para el tratamiento de pacientes diabéticos. Con ella se busca reducir el peso corporal y disminuir y normalizar los niveles de glucosa en sangre. Se regulan los horarios de las comidas, se suprime la ingesta de azúcares refinados y se controla la ingesta calórica diaria.

En ausencia de complicaciones, el diabético debe suprimir el azúcar, la pastelería, la miel,...etc. El resto de alimentos pueden ingerirse en cantidades controladas. La proporción de hidratos de carbono se sitúa sobre el 50%, incidiendo en que sean de absorción lenta. También se debe insistir en la ingesta de fibra alimentaria. El aporte de hidratos se debe distribuir de forma homogénea a lo largo del día, siendo lo

ideal repartirlo en 5 comidas. La alimentación se completará con la ingesta de proteínas y grasas en una proporción entre el 15-20% y 30-35%, respectivamente.

f) Síndrome X

Hidratos de carbono 45%, proteínas 15%, grasas saturadas 5-10%, grasas insaturadas 30-35%, menos de 300 mg de colesterol al día. Disminuye la liberación de insulina y la producción de colesterol de baja densidad.

Algunas ideas para mejorar en la cocina

Hay que cocinar la mayor parte de los alimentos para que sean comestibles. Las técnicas de cocinado de los alimentos serán analizadas a continuación para intentar aprovechar al máximo los nutrientes de los alimentos. Además, tal y como sugieren Cervera y sus colaboradores (1994), las operaciones de manipulación como poner en remojo, lavar, cortar, triturar,...etc., pueden afectar a las características nutritivas de los alimentos.

Poner en remojo más de 30 minutos las verduras y las patatas puede suponer la pérdida de vitamina C por su oxidación.

Al trocearlos o triturarlos, estamos exponiendo mayor cantidad de alimento a la acción del oxígeno, y es posible que perdamos vitaminas. Al pelarlos, sobre todo si quitamos una cantidad importante de alimento, eliminamos gran cantidad de vitaminas porque éstas se almacenan cerca de la piel en lugar de en el centro. En las hojas más verdes, más clorofiladas, hay una mayor síntesis de vitaminas.

• Hervir los alimentos

La temperatura del agua alcanza los 100 °C. Se pierde una parte importante de las vitaminas y se vierten al caldo una importante cantidad de minerales. El contenido proteico se mantiene cuando los alimentos se vierten al agua hirviendo mientras que una pequeña parte se pierde cuando el agua está fría. Cuando se quiere un caldo más sustancioso, se introduce el alimento en el agua fría. Hervir los alimentos con la olla a presión permite reducir el tiempo de cocción y mantener más propiedades nutritivas. Al hervirlos al vapor, se mantienen los minerales y perdemos menos vitaminas.

Cuando hervimos los alimentos, los azúcares se disuelven en el agua, en el caldo se retiene parte del valor nutritivo y se facilita la digestión de los alimentos.

• Freír

Consiste en la inmersión de los alimentos en un baño de aceite caliente a 180 °C de temperatura. El aceite debe estar caliente y ser abundante. Evitar la mezcla de tipos de aceite y procurar que no humee. Al sumergir los alimentos, se coagulan las proteínas superficiales, se caramelizan los hidratos de carbono, dificultando la digestión.

• Asado

Consiste en la acción directa del calor sobre el alimento. Se utilizan hornos para hacerlo y los hay de varios tipos. Los hornos que emiten el calor por aire, hornos de convección, permiten la cocción uniforme de los alimentos. Los hornos microondas calientan por conducción, permiten un calentamiento interno rápido del alimento. Este tipo de hornos no perjudica al alimento, no altera su valor nutritivo y no tienen

efectos nocivos para la salud. Estos hornos microondas permiten la recuperación de los alimentos congelados, es una cocina limpia, fácil, rápida y que permite la retención de elementos nutritivos.

- **Salteado**

Es la cocción del alimento a fuego vivo, con una pequeña cantidad de grasa para dorarlo. Por lo general, el alimento se trocea, se caramelizan los hidratos de carbono, se coagulan las proteínas y se aportan grasas fritas que enlentecen la digestión.

- **Parrilla o plancha**

El calor vivo se aplica sobre el alimento. Los hidratos de carbono se caramelizan, se coagulan las proteínas y se funden las grasas. El alimento se digiere bien tras este tipo de cocinado.

6.8. Recomendaciones nutricionales generales

Se debe estimular la utilización de productos de la tierra. Las verduras, legumbres, pescados, pan, frutas, aceite de oliva,...etc., son alimentos fundamentales para una dieta equilibrada. Dar prioridad a los alimentos que figuran en la base de la pirámide nutricional y limitar los que se encuentran en la cúspide.

Manteniendo las recomendaciones generales, se debe respetar en lo posible el gusto y potenciar las preferencias individuales. Masticar bien para facilitar la digestión y comer en compañía para disfrutar de ella.

En la preparación de los alimentos se debe evitar los guisos complejos que añaden grasas y salsas. Pueden provocar trastornos digestivos y aumentar el contenido calórico. Recurrir a preparaciones sencillas y elegir alimentos de buena calidad.

La ingesta energética debe ser suficiente para cubrir las necesidades del metabolismo basal y de la actividad física realizada. Se debe contabilizar toda la actividad realizada por el bombero y no olvidarse de actividades no contempladas durante su actividad laboral que pudieran generar un elevado gasto energético.

El control del peso corporal y el índice de masa corporal deben ser utilizados para evitar el sobrepeso y prevenir la aparición de una patología asociada.

Es aconsejable la distribución de la ingesta diaria en función del horario de trabajo. Recomendamos la realización de un mínimo de 3 comidas diarias en las que haya una ingesta proporcional de los diferentes nutrientes. Contemplar la utilización de tentempiés y raciones de recuperación cuando la actividad laboral sea muy intensa o extraordinaria. Pensar siempre que el desayuno es básico y nunca debe faltar.

Hay que intentar evitar las dietas milagrosas, la toma de medicamentos o productos diseñados para la pérdida de peso o la utilización de suplementos vitamínicos o energéticos sin haberlo contrastado con un profesional de la nutrición. Muchas estrategias pueden provocar un efecto rebote o acabar en trastornos de la conducta alimentaria.

Hay que procurar beber más agua de la que necesitamos. Lo normal es que la sensación de sed aparezca cuando estemos deshidratados. Aunque no suponga un aporte

energético, el agua es fundamental para el mantenimiento de la vida porque participa en innumerables funciones corporales. La hidratación debe adaptarse a la cantidad de ejercicio realizado, la temperatura externa y la sudoración.

Bibliografía recomendada. Cap. 6

BROUNS, F.: *Necesidades nutricionales de los deportistas*. Barcelona: Paidotribo, 1995.

CERVERA P.; CLAPÉS, J.; RIGOLFAS, R.: *Alimentació i dietoteràpia*. Madrid: Interamericana Mc Graw-Hill, 1994, 2a edició.

LÓPEZ CHICHARRO, J.; LUCÍA MUELAS, A.: *Fundamentos de fisiología del ejercicio*. Madrid: Ediciones Pedagógicas, 1995.

PUJOL-AMAT, P.: *Nutrición, salud y rendimiento deportivo*. Barcelona: Espaxs, 1991.

WILMORE, J.H., COSTILL, D.L.: *Physiology of sport and exercise*. Champaign (EUA): Human Kinetics, 1994.

7 SALUD, HIGIENE POSTURAL Y ERGONOMÍA

J. F. Borrell y M. Cabré

Dentro del mundo laboral se detecta un alto porcentaje de patologías directamente relacionadas con malos hábitos posturales a la hora de trabajar. El colectivo de bomberos no es una excepción, sino todo el contrario. En este capítulo queríamos hacer patente la necesidad de adoptar medidas en este sentido, cosa que incidiría muy positivamente en nuestra calidad de vida y en la tarea de servicio al ciudadano.

Postura

Es la situación en el espacio de los diferentes segmentos corporales. Supone una carga que genera un esfuerzo, que aumenta cuando el cuerpo se aleja de la situación de equilibrio.

Higiene postural

El objetivo de la higiene postural es aprender a realizar los esfuerzos de la vida cotidiana de la forma más adecuada, con la finalidad de disminuir el riesgo de sufrir dolores en la espalda y otros segmentos corporales. Además, para quienes ya los sufren, saber cómo realizar los esfuerzos cotidianos puede mejorar su autonomía y la limitación de su actividad.

Fundamento teórico:

Cuando evitamos la sobrecarga de la espalda disminuimos la degeneración de su estructura y también el riesgo de que aparezcan crisis dolorosas. Saber cómo proteger la espalda mientras dura el dolor al adoptar posturas y realizar los esfuerzos cotidianos, permite llevar una vida más normal.

Hay estudios científicos que demuestran que una misma postura puede aumentar o disminuir la carga que sufre el disco intervertebral según como se adopte. Por ejemplo, cuando una persona está sentada la carga que soporta su disco intervertebral puede variar entre el 60% y el 140% de la que parte cuando está de pie, dependiendo de la manera de estar sentado.

Así pues, la eficacia de un buen programa de reeducación postural reside en tener conciencia de los malos hábitos adquiridos durante tiempo, para poder aprender a corregirlos despacio y de una manera sistemática en nuestra vida diaria.

7.1. Principales perjuicios de una mala higiene postural

Son muchas las diferentes patologías derivadas de hábitos posturales incorrectos. No pretendemos describirlas todas; sin embargo, sí algunas de las más frecuentes, aunque las hay que se dan por otros motivos (factores congénitos, deporte de élite, enfermedades, etc.).

- **Espalda:** Escoliosis, hipercifosis, hiperlordosis, artrosis vertebral, fisuras, protusiones y hernias discales, etc..
- **Rodilla / codo / hombro:** Artrosis, artritis, tendinitis, condropatías, etc..

7.2. Beneficios de una correcta higiene postural

El conjunto de actuaciones que se lleven a cabo para conseguir mejorar y mantener nuestra calidad de vida tiene una incidencia directa en el ámbito laboral. En definitiva, todos salimos beneficiados.

Personal:

- Mejora de la salud y la calidad de vida en general.

Empresa:

- Menor gasto médico.
- Menor gasto jurídico.
- Mayor productividad.

7.3. Cómo cuidar nuestra espalda

Las posturas incorrectas, los movimientos bruscos y repetidos sin descanso, entre otros, tienen como resultado los dolores y lesiones en la espalda.

Muchas veces, la fatiga física o las sobrecargas musculares no van asociadas tanto a una gran actividad como al mantenimiento de una postura forzada o incorrecta. Las posturas de trabajo con poca movilidad corporal pueden ser más fatigantes que los esfuerzos dinámicos moderados; por eso es tan importante el confort postural.

Así pues, de las causas de la mala postura, destacamos los malos hábitos en lo que concierne a:

- Condiciones de reposo.
- Conducir.
- Levantar objetos pesados.
- Transportar objetos pesados.
- Trabajar en posiciones estáticas.
- Trasladar objetos (estirando o empujando).

7.3.1. Estando sentado

- Apoyaremos los pies en el suelo manteniendo las rodillas a la altura de la cadera o por encima.
- La espalda debe descansar firmemente contra el respaldo y tiene que quedar el arco lumbar muy sujeto.
- Evitaremos los giros parciales. Intentaremos girar todo el cuerpo a la vez.
- Si trabajamos con ordenador, la pantalla tiene que estar a la altura de los ojos; el teclado, bajo para poder apoyar los antebrazos.



Fig. 7.1



Fig. 7.2

7.3.2. Durante la conducción

- Apoyaremos la espalda en el respaldo. La columna lumbar debe aplicarse contra el respaldo, poniendo un cojín si fuera necesario, para respetar la forma anatómica.
- Adelantaremos el asiento con el fin de llegar a los pedales sin estirar las piernas.
- Las rodillas deben estar al nivel de las caderas o por encima.

7.3.3. Cargando y descargando pesos

- Nos acercaremos al peso tanto como podamos.
- Flexionaremos las rodillas manteniendo la espalda recta.
- Levantaremos el peso manteniéndolo próximo al cuerpo, utilizando la fuerza de las piernas.



Fig. 7.3



Fig. 7.4

7.3.4. Estando de pie

- Es mejor andar que estar parado, pero si tenemos que estar inevitablemente quietos, conviene seguir las siguientes indicaciones:
- Mantendremos un pie apoyado sobre un peldaño y lo alternaremos con el otro cuando realizamos trabajos en bipedestación.
- Evitaremos flexionar el tronco adelante.
- Evitaremos giros de tronco repentinos. Si hay que hacerlos, serán con movimientos de cadera y rodillas en lugar de girar la columna lumbar.
- Separaremos los pies para aumentar la base de sustentación.

7.3.5. Al levantarse y sentarse

- Nos apoyaremos con los brazos tanto para sentarnos como para levantarnos. A ser posible, nos ayudaremos de la silla y en caso contrario utilizaremos los muslos.
- Cuando nos levantamos, mantendremos la espalda recta o ligeramente arqueada hacia atrás, no doblada.



Fig. 7.5



Fig. 7.6

7.3.6. Estando inclinados

- Es una mala postura para la espalda pero si no hay otro remedio, mantendremos siempre las rodillas flexionadas y apoyaremos los brazos en algún lugar. Si no encontramos este lugar para apoyarnos lo haremos sobre nuestros muslos, manteniendo la espalda recta o ligeramente arqueada hacia atrás.

7.3.7. Transportando objetos

- Transportaremos los objetos cerca de nuestro cuerpo.
- No nos inclinaremos nunca con las piernas estiradas, ni giraremos repentinamente mientras mantengamos un peso levantado.
- Repartiremos la carga sobre las dos manos, consiguiendo así un equilibrio de pesos.



Fig. 7.7



Fig. 7.8

7.3.8. Empujando o estirando objetos

- Empujar una carga es mejor que estirla.
- Intentaremos empujar siempre de espaldas al objeto haciendo fuerza con las piernas. Si lo hacemos de cara, nos mantendremos cerca de la carga, sin inclinarnos adelante y utilizando los brazos.
- Si tenemos que estirar la carga, mantendremos la espalda recta, rodillas ligeramente dobladas y un pie 30 cm delante del otro.

7.3.9. Cuando descansamos

- No descansaremos boca abajo.
- Descansaremos de lado con un cojín bajo la cabeza y con las rodillas flexionadas o cara arriba con un cojín bajo las piernas.
- Evitaremos los colchones blandos y cojines demasiados altos.



Fig. 7.9



Fig. 7.10



Fig. 7.11

7.3.10 Alternativas

- Para levantar, transportar y/o manipular, cargas pesadas, conviene trabajar en equipo y/o utilizar cargadores o maquinaria específica.
- En caso de trabajar muy estirados (por ejemplo, manipular algo que se encuentra por encima de nuestra cabeza) nos ayudaremos de escaleras, taburetes, etc., para ganar altura y conseguir una posición más cómoda de trabajo..

7.4. La ergonomía en las tareas del bombero

Ciertas tareas específicas de nuestro trabajo **realizadas de una manera incorrecta o poco ergonómica** pueden contribuir a la aparición de problemas físicos que van en detrimento de nuestra salud. Hemos hecho una relación con las más comunes, señalando en cada caso cómo tienen que realizarse correctamente para evitar riesgos innecesarios.

7.4.1. La espalda

TRABAJAR CON HERRAMIENTAS:

— PESADAS (EQUIPO DE RESCATE HIDRÁULICO, MOTOSIERRA, ETC.).

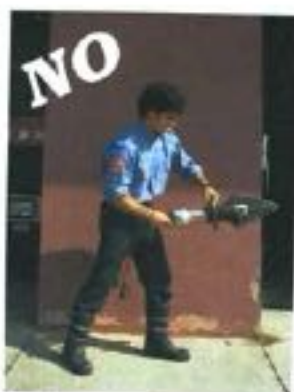


Fig. 7.12



Fig. 7.13

— LIGERAS (PALA, CEPILLO, ETC.)



Fig. 7.14



Fig. 7.15

CARGAR EQUIPO ERA, MOCHILAS FORESTALES, ETC..



Fig. 7.16



Fig. 7.17

- **TRANSPORTAR** BIDONES DE ESPUMA Y SEPIOLITA Y APARATOS MUY PESADOS (GRUPOS ELECTRÓGENOS, MOTOBOMBAS, ESCALERA MANUAL EXTENSIBLE, COMPRESORES, ETC.).



Fig. 7.18



Fig. 7.19



Fig. 7.20



Fig. 7.21



Fig. 7.22



Fig. 7.23

- **TRABAJAR ESTIRADO** (SANEAMIENTO DE FACHADA, LIMPIAR VEHÍCULOS, BAJAR MATERIALES VEHÍCULOS).

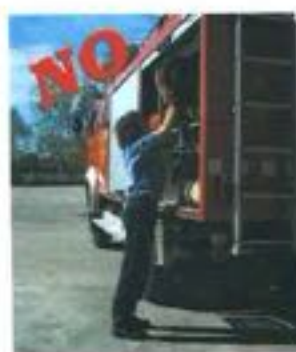


Fig. 7.24



Fig. 7.25

— **EMPUJAR** OBJETOS PESADOS



Fig. 7.26



Fig. 7.27



Fig. 7.28

— **TIRAR** DE MANGUERAS, CUERDAS, ETC.



Fig. 7.29



Fig. 7.30

— **LEVANTAR** PESOS (CAMILLAS, MANGUERAS, SACOS, ETC.).



Fig. 7.31



Fig. 7.32

— **POSTURA DURANTE LA CONDUCCIÓN**



Fig. 7.33



Fig. 7.34



Fig. 7.35



Fig. 7.36

— **BAJAR DE LOS VEHÍCULOS.**



Fig. 7.37



Fig. 7.38

— **POSICIONES ESTÁTICAS DE PIE (TIRAR AGUA, ETC.).**



Fig. 7.39



Fig. 7.40

7.4.2. Rodillas y tobillos

- **SUBIR Y BAJAR** DE LOS VEHÍCULOS.
- **BAJAR** POR LA BARRA DE BOMBEROS.
- **SALTAR.**
- **POSICIONES ESTÁTICAS** DE PIE (TIRAR AGUA, ETC.)

7.4.3. Espalda, codos y muñecas

- **GOLPEAR** (CON MAZO, MARTILLO, PICO, ETC.)
- **CORTAR** (CON HACHA)
- **ESTIRAR** (CUERDA PARA PONER EN MARCHA MOTOBOMBAS, MOTOSIERRAS, GENERADORES HIDRÁULICOS, ETC.

Bibliografía recomendada. Cap. 7

(1) http://www.webdelaespalda.org/asp_kovacs

(2) <http://www.geocities.com/HotSprings/6516/espakda.html>

8 CIRCUITOS FISICOTÉCNICOS

J. F. Borrell y M. Cabré

Hemos dado este nombre a una serie de propuestas de actividad física que intentan integrar habilidades motrices directamente relacionadas con nuestro trabajo.

Estos circuitos no pretenden ser simulacros de situaciones reales, ni tampoco sustituir las prácticas que se realizan en los parques. Sólo son un modo de hacer ejercicio físico, manipulando herramientas que habitualmente utilizamos en nuestro trabajo y con la vestimenta propia.

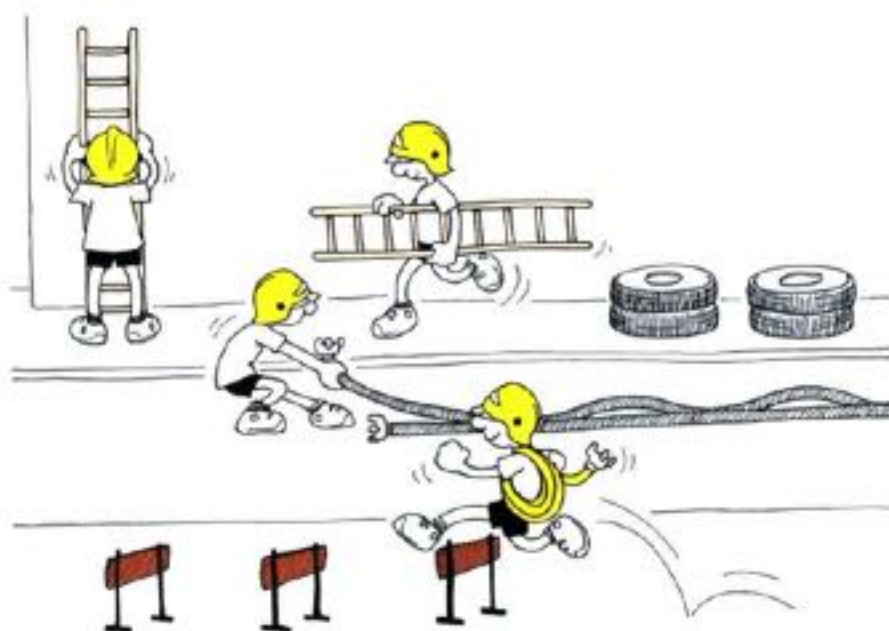


Fig. 8.1

Todos los circuitos aquí descritos sólo son propuestas que fácilmente pueden ser modificadas y adaptadas a la realidad de cada parque de bomberos (habrá parques que no dispongan del material descrito en el circuito o del personal suficiente, o hará quizás falta adaptarlo para disminuir su exigencia física). Aquí será donde podamos poner en marcha nuestro ingenio, buscando alternativas que serán seguramente tan válidas o mejores que las propuestas por nosotros.

Hemos ideado diversas maneras de valorar los progresos realizados. Una de ellas sería haciendo competiciones por equipos. Otra podría ser repetir diversas veces el circuito un mismo equipo y ver las mejoras. También podría hacerse de forma individual (la mayoría de circuitos pueden cuantificarse por el tiempo que se ha tardado en realizarlos, pero también pensamos que sería interesante valorar de alguna manera los aspectos técnicos más específicos de nuestro trabajo).

Con todo, no nos cansaremos de decir que lo más importante es que estamos realizando actividad física y eso supone un beneficio para nosotros mismos.

Querriamos resaltar también la necesidad de realizar un buen calentamiento antes de ponernos a realizar los circuitos, dada la alta exigencia física que comportan y también la conveniencia de hacer las adaptaciones pertinentes con el fin de disminuir el nivel de carga física. **¡Todo el mundo debe poder realizar los circuitos, ya que serán adecuados a su nivel de condición física!** (hay que recordar la importancia que tienen, dentro de nuestra sesión de entrenamiento, tanto el calentamiento como la fase de recuperación).

Finalmente, querriamos animar a todo el personal a intentar realizar estos circuitos y/o participar activamente en la adaptación de los mismos. Estamos convencidos que son una manera de hacer actividad física que incentivará a la gente cada vez más y que tendrá una gran repercusión en nuestro trabajo.

8.1. Circuito urbano

- **Personal**

- Equipos de 2 bomberos (con equipo de intervención completo).

- **Material**

- 1 vehículo de agua.
- 2 equipos de respiración autónomo «ERA».
- 1 escalera manual extensible de dos tramos «COLISA».
- 4 mangueras de 25 Ø.
- 1 lanza de 25 Ø.
- 2 mazos.
- 4 conos o cualquier cosa que nos sirva para delimitar un espacio.
- 1 tablón de madera.

- **Realización de la maniobra**

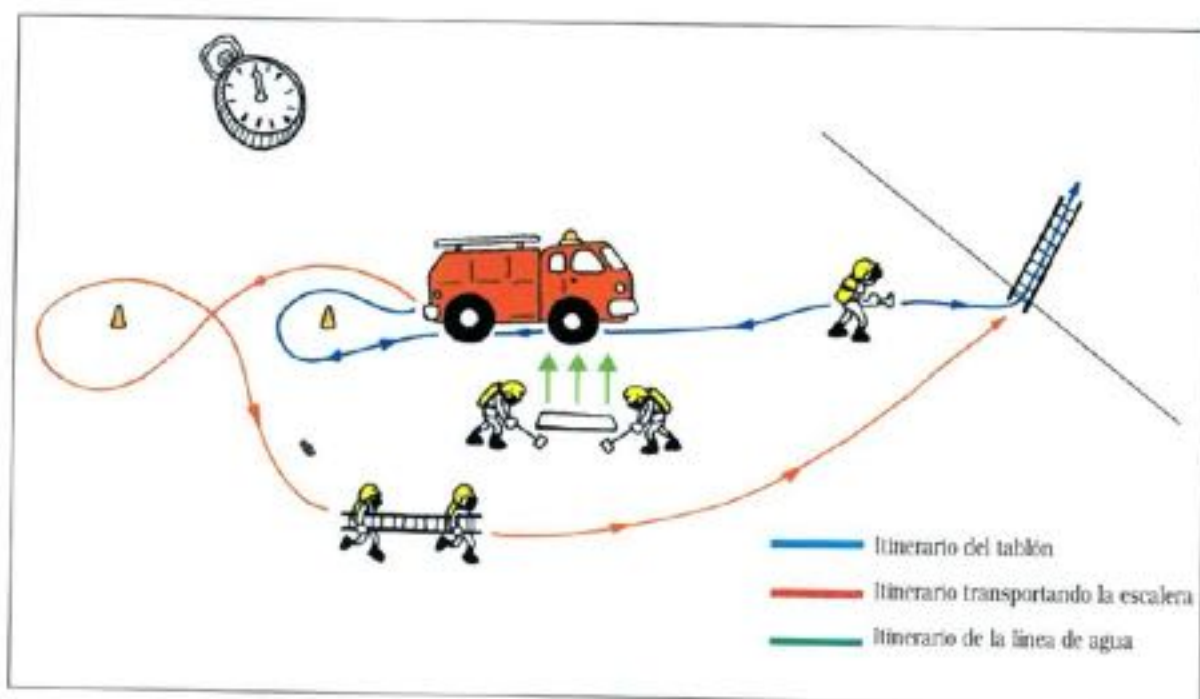
1. Se pone el cronómetro en marcha y se sale desde encima del vehículo con los equipos de aire colocados y conectados (respirando el aire de la botella).
2. Desplazar el tablón 3/4 metros a golpe de mazo hasta hacer que toque la rueda del camión (los 2 bomberos trabajan juntos).

3. Bajar la escalera manual extensible del vehículo.
4. Correr/andar transportando horizontalmente la escalera, realizando un circuito en forma de ocho entre dos conos, hasta llegar a la pared.
5. Levantar y estirar la escalera unos 8-9 metros.
6. Apoyar la escalera en la pared.
7. Volver hasta el vehículo.
8. Montar una línea de agua de 4 mangueras de 25 Ø y presurizarla.
9. Desplegar la línea de agua rodeando uno de los conos, para después pasar arrastrándose por debajo del vehículo hasta llegar donde se ha emplazado la escalera.
10. Subir con la línea hasta una altura de 6 metros.
11. Bajar de la escalera.
12. El segundo bombero realiza la misma operación (punto 11 y 12).
13. Recoger la instalación deshaciendo el camino (hay que volver a pasar por debajo del camión).
14. Sacarse el equipo de aire y ponerlo en el vehículo.
15. Recoger las mangueras, enrollarlas y ponerlas encima del vehículo.
16. Recoger y bajar la escalera y volverla a poner en su sitio encima del vehículo.
17. Subir al vehículo.
18. Desengranar la bomba.
19. Parar el cronómetro.

• Consideraciones

- El tablón ha de tocar la rueda del vehículo de tal manera que queden paralelos.
- La coordinación del equipo, cuando se desplaza el tablón con el mazo, es muy importante.
- Una vez colocados los equipos de aire, los bomberos respirarán sólo el aire de la botella.
- La parte del circuito en que se utiliza la escalera supone un cierto riesgo; hay que vigilar con el fin de no tener accidentes.
- Al avanzar con la línea de agua, es preciso que uno de los bomberos vigile las mangueras (que no se lleven los conos, que no se enreden, etc.).
- Hay que estirar la escalera antes de apoyarla.

• **Esquema:**



8.2. Circuito a ciegas

• **Personal**

- Equipos de 2 bomberos (uno sólo hace de guía en determinados tramos del circuito)

• **Material**

- 1 vehículo de agua.
- 2 equipos de respiración autónomo «ERA».
- 1 extintor de polvo
- 1 extintor de CO₂.
- 1 botella de aire.
- Mangueras de 25, 45, 70 Ø.
- Lanzas de 25, 45, 70 Ø.
- Fosa o espacio por donde tenga que pasarse agachado.

• **Realización de la maniobra**

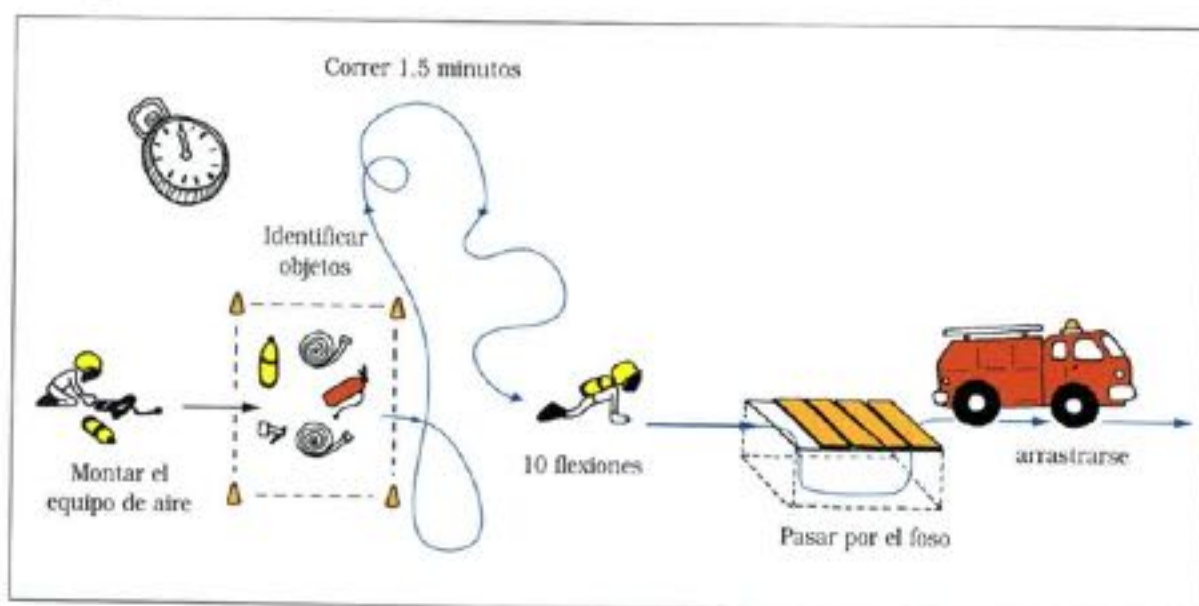
1. Se pone en marcha el cronómetro.
2. Ponerse la máscara con la pantalla completamente tapada.

3. Ponerse la botella de aire a la espalda, colocarse el equipo, abrir el paso de aire y conectar el pulmón a la máscara.
4. Acompañados por el compañero, ir a un recinto cerrado de unos 5 x 5 metros aproximadamente.
5. Buscar e identificar 3 objetos diferentes de: lanzas, extintores, mangueras, botellas de aire, etc.
6. Guiado por el compañero, correr/andar una distancia de unos 100 metros o 1,5 minutos.
7. Parar y hacer 10 flexiones de brazos apoyando las rodillas.
8. Guiado por el compañero, dirigirse al foso.
9. Bajar al foso, entrando por uno de los extremos.
10. Sacarse el equipo de aire de la espalda y salir por el otro extremo del foso.
11. Ponerse de nuevo el equipo de aire y arrastrarse bajo el vehículo atravesándolo longitudinalmente.
12. Cerrar el paso de aire y desconectar el pulmón de la máscara.
13. Se para el cronómetro.

• Consideraciones

- Una manera fácil de tapar la pantalla de la máscara es ponerle, por la parte externa, un recorte doble de bolsa de la basura sujetado con una goma elástica.
- Sería conveniente, que en todo momento, se realizara el circuito con los guantes de intervención.
- Los 100 metros corriendo pueden hacerse en línea recta o haciendo círculos.
- El bombero que hace de acompañante se pondrá siempre por delante de su compañero con el fin de vigilar su seguridad.
- Cuando se hace referencia a la identificación de objetos en un recinto delimitado, hay que poner sólo uno de los tres tipos de lanza, uno de los tres tipos de manguera y uno de los tres tipos de objetos metálicos mencionados. Es preciso que identifique los diámetros de las mangueras y de las lanzas.
- Si se equivoca en la identificación de un objeto, hará falta que busque otro más, con la pérdida añadida de tiempo que eso comporta.
- Únicamente se sacarán los tabloncillos o rejas de los extremos del foso.
- El camión estará situado justo en la salida del foso (como se indica en el dibujo), con el fin de obligar al bombero a pasar por debajo del vehículo.
- Por el elevado grado de exigencia física del circuito, hace falta adaptarlo al nivel de condición física del bombero. (Por ejemplo, puede caminarse rápido en lugar de correr, o hacer menos flexiones de brazos, etc.)

• **Esquema:**



8.3. Circuito forestal

• **Personal**

- Equipos de 2 bomberos (con ropa forestal).

• **Material**

- 1 vehículo de agua.
- 1 lanza de 25 Ø.
- 2 mochilas forestales.
- 1 cubo o 1 bidón.
- 1 tablón de madera de un metro de largo aproximadamente.
- 5 conos o cualquier objeto para delimitar un espacio.

• **Realización de la maniobra**

1. Se pone el cronómetro en marcha.
2. Engranar la bomba y salir de la cabina del vehículo.
3. Coger 2 mochilas forestales (cargadas con 4 mangueras de 25 Ø cada una).
4. Con la mochila a la espalda, correr/andar hasta el cono (40-50 m), donde se realiza un cambio de sentido con el fin de volver de nuevo en el vehículo.
5. Montar una instalación de agua de 3 mangueras desde el vehículo hasta el cono (hay que montar la instalación de manguera en manguera y con presión de trabajo).

6. Tirar agua con el fin de desplazar el cubo desde el punto A hasta el B (8-10 metros), intentando hacerlo entre los dos conos.
7. Desplazar el tablón también los 8-10 metros.
8. Empalmar una nueva manguera con el fin de poder llegar al otro lado, punto B, y poder volver a tirar agua desplazando el cubo y el tablón hasta el punto A. (intercambio de tareas, el otro bombero lleva la manguera)
9. Desmontar toda la instalación recogiendo las mangueras (hace falta recoger la instalación de manguera en manguera y con presión de trabajo).
10. Guardar la lanza y las mochilas en su lugar y poner las mangueras recogidas encima del vehículo.
11. Subir al vehículo.
12. Desengranar la bomba.
13. Parar el cronómetro.

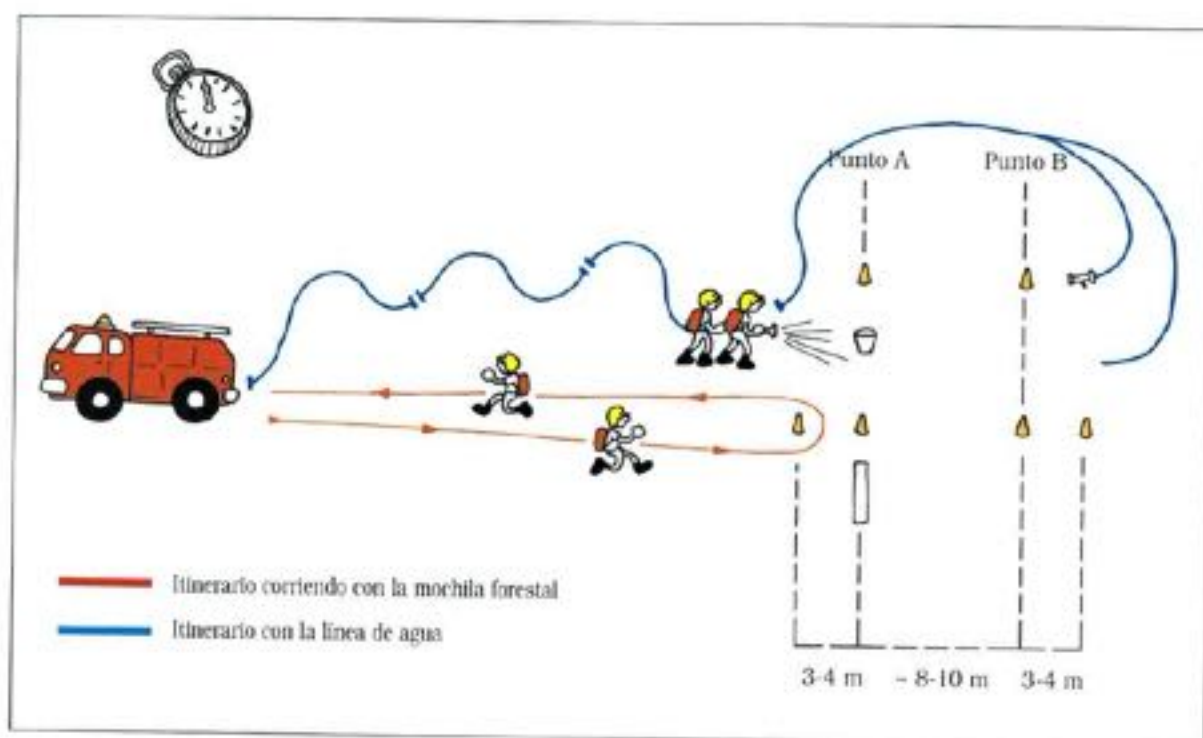
Propuesta a añadir

1. Bajar todos los mangotes del vehículo y montarlos con el filtro incluido.
2. Desmontarlos todos y volver a ponerlos en su lugar, guardando también filtro y llaves de mangote.

• Consideraciones

- Puede ir andando rápido en lugar de correr.
- Puede ganarse mucho tiempo realizando técnicamente bien las maniobras aunque no se corra demasiado.
- Las mangueras a utilizar se cogerán de las mochilas forestales.
- Hay que empalmar y desempalmar las mangueras siempre con presión (presión de trabajo).
- Hay que tirar el agua desde detrás de la zona marcada a 3-4 metros del cubo.
- Hay que mover el cubo y el tablón con la máxima precisión posible. Si se vuelca el cubo, se debe volver a situar en el punto de partida. Con el fin de facilitar el desplazamiento del cubo, se recomienda llenarlo de agua.
- La cantidad de agua gastada puede ser también una medida a tener en cuenta a la hora de valorar la ejecución del circuito.
- El material debe guardarse en el lugar correcto del camión.
- El montaje de los mangotes debe ser correcto (girando el empalme hasta el tope final).

• **Esquema:**





BIBLIOGRAFÍA

1. Nociones básicas sobre fisiología del ejercicio

- ASTRAND, P.O. RODAHL, K. *Fisiología del trabajo físico*. Panamericana, Buenos Aires: 1992.
- TOUS FAJARDO, J.: *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: J. Ergo, 1999.
- ANDERSON, B.; BURKE, E. i PEARL, B.: *Estar en forma*. Barcelona: Integral, 1995.
- A. GORROTXATEGI, A.; ARANZÁBAL, P.: *El movimiento humano. Bases anatomo-fisiológicas*. Madrid: Gymnos, 1996.
- J. LÓPEZ CHICHARRO, A. LUCÍA MUELAS. *Fundamentos de fisiología del ejercicio*. Ediciones Pedagógicas, Madrid: 1995.
- J.R. LACOUR y col. Masson. *Biologie de l'exercice musculaire*. Paris: 1992.
- J.D. MACDOUGALL, H.A. WENGER, H.J. GREEN (eds.). *Physiological testing of the high-performance athlete*. Human Kinetics, Champaign, Illinois: 1991.
- T.D. NOAKES. *Love of running*. Leisure Press, Champaign, Illinois: 1991.
- F. PÉRONNET, G. THIBAUT, M. LEDOUX, G.R. BRISSON. *Le marathon. Equilibre énergétique, alimentaire et entraînement du coureur sur route*. Editions Vigot, Paris: 1991.
- Generalitat de Catalunya. Departament de la Presidència. *Programa multimèdia per a tècnics esportius de base. Cos moviment rendiment. Part general*. Direcció General de l'Esport. Barcelona: 1989.
- E. NEWSHOLME, T. LEECH, G. DUESTER. *Keep on running: the science of training and performance*. Wiley, Chichester, Anglaterra: 1994.
- J.R. SERRA GRIMA. *Prescripción de ejercicio físico para la salud*. Paidotribo, Barcelona: 1996.
- B.E. AINSWORTH, W.L. HASKELL, A.S. LEON, D.R. JACOBS Jr, H.J. MONTOYE, J.F. SALLIS, R.S. PAFENBARGER Jr. *Med Sci Sports Exerc*; 25: 71-80. «Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities». 1993.
- W.L. HASKELL, M.C. YEE, A. EVANS, P.J. IRBY. *Med Sci Sports Exerc*; 25: 109-115. «Simultaneous measurement of heart rate and body motion to quantitate physical activity». 1993.
- M. KENT. *Oxford dictionary of sports science and medicine*. 2nd ed. Oxford University Press, 1998.
- WILMORE, J.H. *Physiology of sport and exercise*.

2. Actividad física y salud

- ADAMS, T.D.; YANOWITZ, F.G.; CHANDLER, S.; SPECHT, P.; LOCKWOOD, R.; YEH, M. P.: «A study to evaluate and promote total fitness among fire fighters». *J. Sports Med.* 26:337-345. 1986.

- ANDERSEN, K.L.; MASIRONI, R.; RUTNFRANZ, J.; SELIGER, V. Habitual physical activity and health. Copenhagen: World Health Organization, 1978. European Series N° 6.
- ARTHUR, L.; LEON, L.; GOLBERG, ELIOT, D.L. Niveles de actividad física y cardiopatía coronaria. Análisis de la epidemiología y estudios auxiliares en Fisiología y Fisiopatología en el ejercicio físico. Interamericana McGraw-Hill, 1985.
- BAHRKE, M.S. Voluntary and mandatory fitness program for fire fighters. *Phys. Sportsmed.* 10:126-130, 1982.
- BARNARD, R.I.; DUNCAN, H.W.; Heartrate and ECG responses of firefighters. *JOM* 17: 247-250, 1975.
- BARNARD, R.J.; GARDNER, G.W.; DIACO, N.E.; «Ischemic» heart disease in firefighters with normal coronary arteries. *JOM* 18:818-820, 1976.
- BIRGE, S.J.; DALSKY, G. The role of exercise in preventing osteoporosis. *Am J Medicine*, 1987, (13): 73-79.
- BLAIR, S.N.; KOHL, H.W. III.; PAFFENBARGER, R.S. Jr., et al. Physical Fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy men and women. *JAMA* 1989; 261: 3.590-3.598.
- BROWNLIE, L.; BROWN, S.; DIEWERT, G.; GOOD, P.; HOFMAN, G.; LAVE, G.; and BANISTER, E.; Cost effective selection of fire fighter recruits. *Med. Sci. Sports. Exer.* 17:661-666, 1985.
- CADY, L.D.; BISCHÖFF, D.P.; O'CONNELL, E.R.; THOMAS, P.C., and ALLAN, J.H. Strength and fitness and subsequent back injuries in firefighters. *J. Occup. Med.* 21:269-272, 1979.
- CADY, L.D.; THOMAS, P.C.; KAWASKY, M.S. Program for increasing health and physical fitness of fire fighters. *J. Occup. Med.* 27:110-114, 1985.
- COS, F.; LÓPEZ DE VIÑASPRE, P.; PORTA, J.; Apunts d'educació física. Curs de Formació Bàsica Bombers; Mòdul: Activitats de suport. Escola de Bombers de la Generalitat de Catalunya, Mollet del Vallès, 1997-98.
- DALEN, N.; OLSSON, K.E. Bone mineral content and physical activity. *Acta Orthop Scan* 1974; 45: 170-174.
- DAVIS, P.O.; C.O. DOTSON, and D. LAINE SANTA MARIA. Relationship between simulated fire fighting tasks and physical performance measures. *Med. Sci. Sports.* 14:65-71, 1982.
- DONAHUE, R.P.; ABBOT, R.D.; REED, D.M.; YANO, K. Physical activity and coronary heart disease in middle-aged and elderly men: The Honolulu Heart Program. *Am J Public Health* 1998; 78(6). 683-685.
- FERGUSON, E.W.; Detection of coronary artery disease in fighters without symptoms. *Firechief*, April, 1981.
- 1979 Annual Death and Injury Survey. IAFF Fire fighter, November, 1979.
- GERHADSSON, M.; et Sedentary jobs and colon cancer. *Am J Epidemiol.* 1996; 123:775-780.
- GLEDHILL, N.; JAMNIK, V.K. Characterization of the Physical Demands of firefighting. *Can. J. Spt. Sci.* 17:3 207-213, 1992.
- GORDON, G.S.; ROGERS, R.L.; Project monoxide. Washington, D.C., International Association of firefighters, 1969.
- Guidelines for the treatment of mild hypertension. Memorandum from a WHO/ISH meeting Hypertension 1983; 5: 394-397.
- HARRIS, S.S.; CARPERSEN, C.J.; DEFRIESE, G.H.; ESTES, E.H. Jr. Physical activity counseling for healthy adults as a primary preventive intervention in the clinical setting: Report for the US Preventive Services Task Force. *JAMA* 1989; 261: 3.590-3.598.
- HARTLEY, H.L.; MASON, J.W.; HOGAN, R.P.; et al: Multiple hormonal responses to graded exercise in relation to physical training. *J. Appl. Physiol.* 33:602-606, 1972.
- JENNINGS, G.; NELSON, L.; NESTEL, P. Et al. The effects of changes in physical activity on major cardiovascular risk factors, hemodynamics, sympathetic function, and glucose utilization in men: A controlled study of four levels of activity. *Circulation* 1986; 73: 30-40.
- KOFFLER, K.H.; MENKES, A.; REDMOND, R.A.F.; WHITEHEAD, W.A.; et al. Strength training accele-

- rates gastrointestinal transit time in middle-aged and older men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol.24, n°2:415-419, 1992.
- Llibre Blanc*. Activitat Física i promoció de la Salut. Generalitat de Catalunya, Departament de Sanitat i Seguretat Social. Barcelona, març 1991.
- LÓPEZ DE VIÑASPRE, P.; COS, F.; PORTA, J.; Apunts d'educació física. Curs de Formació Bàsica Bombers; Mòdul: Activitats de suport. Escola de Bombers de la Generalitat de Catalunya, Mollet del Vallès, 1997-98.
- MARTEL, G.F.; HURLBUT, D.E.; LOTT, M.E.; et al. Strength training reduces blood pressure in 65 to 75 year old men and women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1995. American College of Sports Medicine.
- MEALEY, M. New fitness for police and fire fighters. *Phys. Sportsmed.* 7: 96-100.
- MILLER, P.J.; RUBIN, M.A.; et al. Resistive training lowers insulin levels and increases insulin sensitivity in older men. Annual meeting of the American Geriatrics Society, Washington, D.C., 1992.
- MILLER, J.P.; PRATLEY, R. Et al. Strength training increases insulin action in healthy 50 to 65 years old men. *Journal of Applied Physiology*, vol. 77, n° 3:1122-1127, 1994.
- NALIN, A.; KAREN, M. Et al. Sleep, Sleep deprivation, and daytime activities: a randomized controlled trial of the effect of exercise on sleep. *Sleep*, 20(2): 95-101, 1997.
- NEIMAN, D.C. The Sport Medicine Fitness Course. Palo Alto, California: Bull Publ Co, 1986.
- NELSON, M.; BORTZ, S. et al. One year of strength training and weight loss in older women: effects on body composition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1994.
- PAFFENBARGER, R.S. Jr. Contributions of epidemiology to exercise science and cardiovascular health. *Medicine Science Sports Exercise*, 1988; 20: 426-438.
- POWELL, K.E.; THOMSON, P.D.; CASPERSEN, C.P.; KENDRICK, J.S. Physical activity and incidence of coronary heart disease. *Annu Rev Health*, 1987; 8: 253-287
- Guia per a la promoció de la salut per mitjà de l'activitat física. Generalitat de Catalunya, Departament de Sanitat i Seguretat Social. Quaderns de Salut Pública, n° 8. Barcelona, 1994., pp:25-27.
- PRATLEY, R.; MILLER, J.; SMITH, M. et al. Resistive training decreases insulin resistance in healthy older men. Federation for clinical Research Symposium. Published in *clinical Research*, vol. 24, n° 2: 196, 1992.
- PRATLEY, R.; NICKLAS, B.; RUBIN, M.; MILLER, J.; et al. Strength training increases resting metabolic rate and norepinephrine levels in healthy 50 to 60 year old men. *Medicine and Science in Sport & Exercise*, 1995.
- RAURAMAA, R.; SALONEN, J.T.; SEPPÄNEN, K.; et al. Inhibition of platelet aggregability by moderate-intensity physical exercise: A randomized clinical trial in overweight men. *Circulation* 1986; 74, 939-944.
- SEALS, D.R.; HAGBERG, J.M.; The effect of human training on human hypertension: a review. *Med science Sports Ex*; 16: 207, 1984.
- SIDNEY, A.; SPECTOR, M.D.; et al. Strength gains without muscle injury after strength training in patients with postpolio muscular atrophy. *Muscle & Nerve*, vol. 19, pgs. 1282-1290, October, 1996.
- SMITH, M.M.; SMITH, A.J.; et al. Effects of strength training on body composition in older men. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, vol. 25 (suplement), pg S-101, May, 1993.
- SMITH, E.L.; GILLIGAN, C. Physical activity prescription for the older adult. *Physician and Sports Medicine*, 11: 91-101, 1983.
- STEPHENS, T. Physical activity and mental health in the United States and Canada. Evidence from population surveys. *Pre Medicine* 1988; 17: 35-47.
- TELL, G.S.; VELLAR, O.D. Physical fitness, physical activity and cardiovascular disease risk factors in adolescents: The Oslo Youth Study. *Pre. Med.* 1998; 17:12-24.
- WILMORE J.H., D.L. COSTILL. Physiology of sport and exercise. Human Kinetics, Champaign, IL, USA, 1994.

3. Teoría del entrenamiento del bombero

- Apunts INEF Barcelona Teoría de l'entrenament. 1998.
- BARBANY, J.R. Fundamentos de fisiología del ejercicio y del entrenamiento. Barcanova ed., España. 1990.
- CANALS, J.; HERNÁNDEZ, M.; SOULIÉ, J. «Entrenamiento para deportes de montaña» Ediciones des-nivel 1998.
- ESPINOSA ARETA, R. El entrenamiento del especialista en extinción de incendios y salvamento. Su preparación. Ed. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. 1991.
- GARCÍA MANSO, J.M, NAVARRO VALDIVIELSO M.; RUIZ CABALLERO, J. A. Bases teóricas del entrenamiento deportivo, principios y aplicaciones. Ed. Gymnos. 1996
- HARRE, D. Teoría del entrenamiento deportivo. Ed. Stadium. 1987.
- MATVEYEV, L. El proceso del entrenamiento deportivo. Ed. Stadium. Buenos aires, 1977.
- MORENO, J.H. Baloncesto, iniciación y entrenamiento. Ed. Paidotribo. 1988.
- NAVARRO VALDIVIESO, F. Máster en alto rendimiento deportivo. 1999.
- PLATONOV, V.N. La adaptación en el deporte. Ed. Paidotribo. 1991.
- PRAT, J. A. VELA FERNÁNDEZ, J. M. III Curso de Fisioterapia en el deporte. - Cap. Preparación Física.
- WEINECK, J. Entrenamiento óptimo. Ed. Hispano Europea. 1988.

4. Cualidades físicas básicas en los bomberos

- 1979 Annual Death and Injury Survey. IAFF Fire fighter, November, 1979.
- ADAMS, T.D.; YANOWITZ, F.G.; CHANDLER, S.; SPECHT, P.; LOCKWOOD, R.; and YEIL, M.P. A study to evaluate and promote total fitness among fire fighters. J.Sports Med. 26:337-345. 1986.
- American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. Lea & Febiger. 4ª ed. EE. UU. 1991.
- American College of Sports Medicine. The Official Position Papers of the ACSM. 6ª ed. EE. UU. 1992.
- ANDERSON, GBJ.; SVENSSON, HO.; ONDEN, A.: The intensity of work recovery in low back pain. Spine 1983; 8:880-884.
- ANDERSON, GBJ: The epidemiology of spinal disorders, in Frymoyer J (ed): The adult Spine: Principles and Practice. New York, Raven Press. 1991, pp 107-146.
- BAHRKE, M.S. Voluntary and mandatory fitness program for fire fighters. Phys. Sportsmed. 10:126-130. 1982.
- BERNARD, R. J.; GARDNER, G.W.; DIACO, N.E.: "Ischemic" heart disease in firefighters with normal coronary arteries. JOM 18:818-820, 1976.
- BIRD, H.A.; et al.: Changes in joint laxity occurring during pregnancy. Annals of Rheumatic Diseases. 40 (2): 209. 1981.
- BLAIR, SN; PISERCHIA, PV; WILBUR, C.S; CROWDER, J.H: a public health intervention model for worksite health promotion: impact on exercise and physical fitness in a health promotion plan after 24 month. Journal of the American medical Association. 255:921-926 (1986).
- BOWNAS, D. A.; HECKMAN, R.W. Job analysis of the entry level fire fighter position. Minneapolis: Personnel Decisions, Inc., 1976.
- BRIAN, J. SHARKEY, PHD: Fitness for wildland fire fighters. The physician and sportmedicine. Vol.9, nº 4, Abril 1981.
- BRODIE, D. A.: techniques for measurement of body composition. Part I. Sports Med. 5 (1): 11-40.
- BROWNLIE, L.; BROWN, S.; DIEWERT, G.; GOOD, P.; HOFMAN, G.; LAVE, G.; and BANISTER, E.: Cost effective selection of fire fighter recruits. Med. Sci. Sports. Exer. 17:661-666. 1985.
- CADY, L.D.; THOMAS, P.C.; KAWASKY, M. S. Program for increasing health and physical fitness of fire fighters. J. Occup. Med. 27:110-114. 1985.

- CADY, L. D.; BISCHOFF, D. P.; O'CONNELL, E.R.; THOMAS, P.C.; and ALLAN, J.H. Strength and fitness and subsequent back injuries in firefighters. *J. Occup. Med.* 21:269-272. 1979.
- CANDAS, V.; LIBERT, J. P.; VOGT, J. J.; Influence of air velocity and heat acclimation on human skin wettedness and sweating efficiency. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*. 47. 1194-1200. 1979.
- CHOLER, U.; LARSSON, R.; NACHEMSON, A.; et al: Back Pain . Spring report 188, Stockholm, ISSSN 05860- 1691, 1985.
- CINQUE, C.: Five fighter training boosts womens's brawn. *The physican and sportmedicine*. Vol.18, n° 3, March 1990.
- CLARK, D.H: Sex differences instrength and fatigability. *Res. Q. Exerc. Sport*. 57 (2): 144 (1986).
- COMETTI, G.: Los métodos modernos de musculación. Ed Paidotribo, Barcelona, 1998.
- CORBIN, C.B.; NOBLE, L.: Flexibility: A major component of physical fitness. *The journal of Physical Education and Recreation*. 51 (6): 23,57. 1980.
- COS, M.A.; CASALS, D.: La propiocepció: Què és i com treballar-la. *Prevenió de lesions en els castellers*. Generalitat de Catalunya, CAR de Sant Cugat, Cap. 4, pp: 121-130. 1994.
- DAVIS, P.O., C.O. DOTSON, and D.LAINE SANTA MARIA. Relationship between simulated fire fighting tasks and physcail performance measures. *Med. Sci. Sports*. 14:65-71, 1982.
- DAVIS, P.O., STARCK, A.R.; Exces body fat not age viewed as a greater culprit in the fitness decline. *Fire Engineering*. 13: 33-37, 1980)
- De HOYOS, D.et al.; Single sets vs. Multipli sets for adult fitness. *IDEA, Personal Trainer*, may 1998.
- DOOLITTLE, T.L. Validation of physcail requirements for firefighters. Seattle: Seattle Fire Departement. 1979.
- DOTSON, C.O.; SANTA MARIA, D.L., SCHUARTZ, R.A., and DAVIS, P.O. Development of job related physcail performance tasks for firefighters. Whashington, D.C.: U.S. Fire Administration. 1976.
- DUNCAN, H.W.; Gardner, G.W., and BARNARD, R.J., Physiological responses of men working in fire fighting equipment in the heat. *Ergonomics*. 22: 521-527. 1979.
- FARIA, I; FARIA, E. Effects of exercise on blood lipid constituents and aerobic capacity of fire fighters. *The journal of sports medicine and physical fitness*. Vol.31, n°1 March. 1991.
- FERGUSON, E. W.; Detection of coronary artery disease in fighers whithoutsymptoms. *Firechief*. April. 1981.
- FOWLER, R; Smoking and performance on simulated fire fighteing tasks. *Perceptual and motor skills*.. 68,1302.1989.
- Generalitat de Catalunya*. *Activitat física i promoció de la salut: Llibre Blanc*. Catalunya. 1991.
- Generalitat de Catalunya*. *Guia per a la promoció de la salut per mitjà de l'activitat física*. *Quaderns de salut pública* n° 8, Catalunya. 1994.
- GISOLFI, C.; ROBINSON, S; Relation between physical training, acclimatization and heat tolerance. *Journal of Applied physiology*. 26, 530-534. (1969).
- GLEDHILL, N. et al.; Assessment of fitness. *Fitness and Health*. II: Human Kinetics. Champaign. Pp. 121-126.
- GLEDHILL, N.; JAMNIK, V.K. Characterization of the Physcail Demands of firefighting *Can. J. Spt. Sci*. 17:3 207-213. 1992.
- GLEDHILL, N.; JAMNIK, V.K. Developmet and Validation of Fitness Screening Protocol for Firefighter Applicants. *Can. J. Sci*. 17:3 199-206 (1992).
- GONZÁLEZ BADILLO, J. J.; GOROSTIAGA, E.; *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Inde, Barcelona. 1995.
- GROSSER, M.; BRÜGGEMANN, P.; ZINTL, F.; *Alto rendimiento deportivo*. Deportes-técnica. Martinez Roca, Barcelona, 1989.

- HARRE, D.; LOTZ, I.: Entrenamiento de la fuerza rápida. *Revista de entrenamiento deportivo*, 2,3:42-49,1988.
- HEYWARD, V.H; JOHANES-ELLIS, S.M. AND ROMER, J. F: Gender differences in strength. *Res. Q.Q. Exerc. Sport*, 57 (2): 154 (1986).
- HOCHSCHULER, S.; COTLER, B.; GUYER, R.: Rehabilitación de la columna vertebral. Capítulo de Kathleen, S.; Botelho, P.T.; Sherlyn Fenton, O.T.R.; et al.; Rehabilitación del trabajador que realiza tareas pesadas. Madrid, Mosby doyma Libros, pp.651-657.
- HOLMER,I; HAGBERG, D: firefighters and tolerance to work in heat. *Transactions of the Menzies Foundation*. Eds. J.R.S. Hales and Richards, vol.14, 233-236 Belbourne, 1987.
- HOSLER,W; PETER,R: Relation of motor fitness test: tems to gross motor skills. *Perceptual and motor skills*, 46, 1131-1138, 1978.
- KAVANAGH, T; SHEPARD, R.J; LINDLEY; PIPPER, M.M; Influence of exercise and life-style variables upon HDL cholesterol following myocardial infarction. *Arteriosclerosis*, 3: 249-259, 1983.
- KEUL, J.; KINDERMANN, W.; SIMON, G.; Die aerobe und anaerobe kapacitat als grundlage für die leistungssport. *Leistungssport*, (1) pp: 22-32, 1978.
- LEMON, P.W.R., and HERMISTON, R.T. Physiological profile of professional fire fighters. *J.Occup. Med.* 19:337-340, 1977.
- LEMON, P.W.R.; and HERMISTON, R.T. The human energy cost of fire fighting *J. Occup. Med.* 19: 337-562, 1977.
- LOUBEVAARA, V.; SMOLANDER, J.; TUOMI, T.; KORHONEN, O., and JAKOLA, J., Effects of an SCBA on breathing pattern, gas exchange and heart rate during exercise. *J. Occup. Med.* 27:213-216, 1985.
- MATVEEV, L.: Fundamentos del entrenamiento deportivo. pp.21-228. Ed. MIR, Moscú, 1980.
- MEALEY, M. New fitness for police and fire fighters. *Phys. Sportsmed.* 7: 96-100.
- MISNER, J.e; BOILEAU, R.A; PLOWMAN, S. A; ELMORE,B. G; GATES, M.A; GILBERT, J.A; HORSWIL, C; Leg power characteristics of female firefigther applicants. *J. Occup. Med.* 30(5) : 433.
- MISNER, J. e; BOILEAU, R. A; PLOWMAN; physical performance and physical fitness of select group of female firefighter applicants. *Journal of Applied Sport Science Research*. Volume 3, nº 3. pp:62-67, 1989.
- NAVARRO, F.; Metodología del entrenamiento para el desarrollo de la resistencia. *Apuntes del Máster en Alto Rendimiento (módulo 2.2.1)*, Comité Olímpico Español (COE), Madrid, 1997.
- O'CONNELL, E.R. THOMAS, P.C., CADY,L.D. and KARWASKY, R.J. Energy costs of simulated stair climbing as a job related task in fire fighting *J. Occup. Med.* 28: 282-284, 1986.
- ORTEGA, F.; et al.; Les bases de la flexibilitat. *Apunts*, Vol.XXVII,1990.
- PANDOLF, K.B: Effect of physical training and cardiorespiratory physical fitness on exercise heat tolerance: Recent observations. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 11, 60-65, 1979.
- PIWONKA, R.W; ROBINSON, S; Acclimatization Of Highly Trained Men To Work Insere Heat. *Journal Of Applied Physiology*, 22, 9-12 , 1967.
- POLLACK, M; SCHMIDT, D.H; JACKSON, A.S; Measurement of cardiorrespiratory fitness and body composition in the clinical setting *Compr. Ther.* 6 (9):12 (1980).
- POLLOCK M.L. et al.; Frequency and volume of Resistance Training: Effect of Cervical Extension Strength. *Archives of physical Medicine and Rehabilitation*, 74: 1080-6.
- PORTA, J. (1987). La flexibilitat. *Rev. Apunts d'Educació Física*, nº 7-8, pp. 10-19.
- PORTA, J.; COS, F.; El condicionament físic del casteller: Seny, valor ... força i flexibilitat. *Prevenió de lesions en els castellers*. Generalitat de Catalunya, CAR de Sant Cugat. Cap. 4. pp: 55-119, 1994.
- PORTA,J.; COS, F.; La Coordinació. *Apunts de sistèmica de l'exercici físic*. INEFC, Barcelona 1997.
- POWELL, K; PAFFERNBARGER, R. Workshop on epidemiologic and public health aspects of physical activity and exercise:A summary. *Public Health Reports*, 100, 118-126.
- SCHUARTZ, E; SHAPIRO, Y; MAGAZANIK, A; MEROZ, A; BERNFIELD, H; MECHTINGER, A; & SHI-

- BOLET, S: Heat acclimation, physical fitness, and responses to exercise in temperature and hot environments. *Journal of Applied Physiology*, 43, 678-683, 1977.
- SERMEEV, B.V.: Development of mobility in the hip joint in sportsmen. *Yessis Review*, 2 (1): 16, 1966.
- SHARKEY, B.J. (1979) *Physiology of fitness* Champaign, IL: Human Kinetics.
- SHEPHARD, R.J; COREY, P; RENZLAND, P; COX, M: The influence of an employer fitness and lifestyle modification programme upon medical care costs. *Canadian Journal of Public Health*, 73, 259-263, (1982).
- SPARKS, P.J.: *Minimum Medical Standards for Firefighters*. Olympia: WA: Assoc. of Washington Cities, 1987.
- SPIETZER, WO.; LeBLANC, FE.; DUPUIS, M.; et al.: Scientific approach to the assessment and management of activity-related spinal disorders: A monography for clinicians. Report of the Quebec task force spinal disorders. *Spine* 1987; 12 (suppl7): 1-59.
- TÖNNES, M: Muscular load on firefighters in carrying accident victims. *Human Kinetics Publishes. International series on Biomechanics*. X-A p. 75:80. Champaign, Illinois.
- TÖNNES, M; HÄGG, C.; FINN, L.; KILBOM, A.: Dynamisk och statisk muskelstyrka hos brandmän. *Arbete och Hälsa*, p:35.
- TOUS, J.: *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: Ergo, 1999.
- WILBUR, C.S: The Johnson and Johnson programme. *Preventive Medicine*, 12, 672-681 (1983).
- WILMORE, J.H; AND BROWN, H: Physiological profiles of women distance runners. *Med. Sci. Sports Exerc.* 6(3) 178 (1974).
- WILMORE J.H., D.L. COSTILL. *Physiology of sport and exercise*. Human Kinetics, Champaign, IL, USA, 1994.
- ZINTL, F.: *Entrenamiento de la resistencia*. Martínez Roca. Barcelona, pp:179-185, 1991.

5. Guía práctica de la condición física del bombero

- BARBANY, J.R. *Fundamentos de fisiología del ejercicio y del entrenamiento*. Barcanova ed., España, 1990.
- MATVEYEV, L. *El proceso del entrenamiento deportivo*. Ed. Stadium. Buenos aires, 1977.
- BARTECK, O. *En forma con Fitness*. Ed. Könnemann Verlagsgesellschaft, Colonia, 1999.
- ZINTL, F.: *Entrenamiento de la resistencia*. Martínez Roca. Barcelona, pp:179-185, 1991.

6. Aspectos nutricionales del bombero

- ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Lippincott Williams and Wilkins, 6ª edición, Philadelphia, 368p, 2000.
- ARNHEIM D.D.: *Fundamentos en patología deportiva. Fisioterapia y entrenamiento atlético*. Ed. Mosby/Doyma Libros, 2ª edición, Madrid, 1995.
- BLAIR S.N.; BOUCHARD C. Physical activity in the prevention and treatment of obesity and its comorbidities. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31:s497, 1999.
- BROUNS F. *Necesidades nutricionales de los deportistas*. Editorial Paidotribo. Barcelona, 1995.
- CASAJÚS J.A *Guía práctica de alimentación para el árbitro de fútbol*. Ed. Real Federación Española de Fútbol. Madrid, 2000.
- CERVERA P.; J. CLAPÉS, R. RIGOLFAS. *Alimentació i dietoteràpia*. 2ª Edición, Interamericana McGraw-Hill, Madrid, 1994.
- CRUZ CRUZ J. *Alimentación y cultura. Antropología de la cultura alimentaria*. Ediciones EUNSA, Pamplona, 1991.
- FARRERAS P.; ROZMAN. *Medicina interna*. 11ª edición, Doyma, Barcelona, 1988.

- HAWLEY J.; BURKE L.: Peak Performance. Training and nutritional strategies for sport. Allen and Unwin, St Leonards, Australia, 1998.
- HEYWARD V.H. Advanced fitness assessment and exercise prescription. 2ªed. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois, 1991.
- HORTA L. Alimentação no desporto. 3ª edición, Xistarta, Lisboa, 1988.
- LÓPEZ CHICHARRO J., A. LUCÍA MUELA. Fundamentos de fisiología del ejercicio. Ediciones pedagógicas, Madrid, 1995.
- LOZANO, J.A., GALINDO, J.D. GARCÍA-BORRÓN, J.C. MARTÍNEZ-LIARTE, J.H. PEÑAFIEL, R. Solano F. Bioquímica para ciencias de la salud. Ed. McGraw-Hill Interamericana, Madrid, 1995.
- PALACIOS N. Guía práctica de la alimentación para el escolar: el deportista del futuro. Consejo Superior de Deportes, Madrid, 1998.
- PÉRONNET F., THIBAUT, G. LEDOUX, M. BRISSON, G.R. Le marathon. Equilibre énergétique, alimentaire et entraînement du coureur sur route. 2ª edición, Editions Vigot, Paris, 1991.
- PUJOL P. Rendimiento físico y salud en la práctica del jogging. El decisivo papel de la nutrición, la hidratación y el nivel de estrés en el deporte. Edit. Laboratorios Fher S.A., Barcelona, 1996.
- PUJOL-AMAT P. Nutrición, salud y rendimiento deportivo. Ed. Espaxs S.A., Barcelona, 1991.
- REAVEN G. STROM T.K. FOX B. Syndrome X. Overcoming a silent killer that can give you a heart attack. Simon and Schuster, New York, 2000.
- RIVAS S.; ROSES F. Conceptos básicos en nutrición deportiva. Ed. Santiveri, Barcelona, 1995.
- SHERMAN W.M. Recovery from endurance exercise. Med. Sci. Sports Exerc. 24:s336-s339, 1992.
- VÁZQUEZ C., ALCÁZAR V. HERNÁNDEZ M.E. DEL OLMO D. Nutrición en atención primaria. Normas de una alimentación saludable. Relación salud y enfermedad con la alimentación. Salud Rural, vol 25 (2): 91-100, 2000.
- WILMORE J.H., COSTILL D.L. Physiology of sport and exercise. Human Kinetics, Champaign, IL, USA, 1994.

7. Salud, higiene postural y ergonomía

<http://www.webdelaespalda.org/asp-kovacs>

<http://www.geocities.com/HotSprings/6516/espalda.html>

Este manual forma parte de un proyecto que ha propuesto el Departament d'Interior de la Generalitat de Catalunya y ha dirigido el Centre d'Alt Rendiment Esportiu de Sant Cugat del Vallès, en el que se han estudiado tres aspectos:

- La medida de las capacidades físicas que necesitan los bomberos para cumplir con su trabajo.
- El diseño de unas pruebas de control.
- El desarrollo de un programa de la condición física (*objetivo de este manual*).

En este trabajo han participado activamente más de 150 miembros del Cos de Bombers de la Generalitat de Catalunya.

El objetivo de este manual es incentivar y motivar a todos los bomberos a mantenerse en una forma física óptima que les permita un trabajo eficaz y, al mismo tiempo, disfrutar de una excelente salud.

el futur creix
a Catalunya



Generalitat de Catalunya

www.gencat.net

